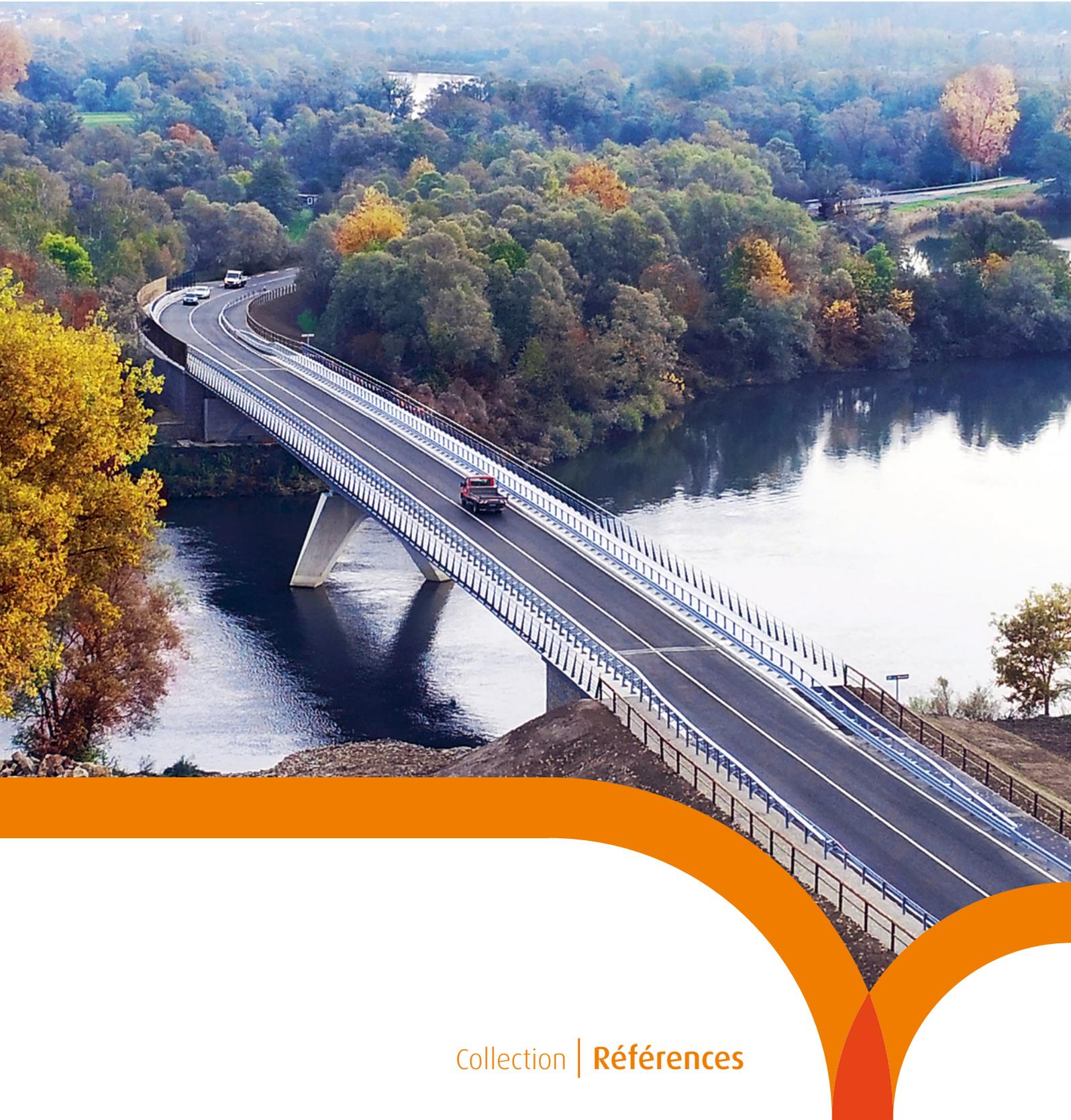


# Choix des performances d'un dispositif de retenue sur ouvrage d'art

## Méthode de calcul de l'indice de danger





*Guide méthodologique*

# **Choix des performances d'un dispositif de retenue sur ouvrage d'art**

Méthode de calcul de l'indice de danger



Cet ouvrage est une œuvre collective du Cerema pilotée par Judith BARES-MENCIA (Direction interdépartementale des routes Atlantique).

**Ont participé à la rédaction de ce guide :**

- Judith BARES-MENCIA (Direction interdépartementale des routes (DIR) Ouest puis Atlantique)
- Alexandre BREGEON (Cerema)
- Laurent CHAT (Cerema)
- Patrice DELASALLE (Cerema)
- Christophe HERBERT (Cerema)
- Adrien HOUEL (Direction générale des infrastructures, des transports et de la mer (DGITM)/Direction des infrastructures de transport (DIT)/GCA)
- Jean-François JULIEN (DGTIM/DIT/Mission d'appui du réseau routier national, MARRN)
- Élise LEBOT (Cerema)
- Sylvain LOPEZ (Association des Sociétés Françaises d'Autoroutes et d'ouvrages à péage)
- Laurent LOUTTE (Cerema)
- Vincent PERCEPIED (DIR Nord-Ouest)
- Jean-Jacques RICHARD (SNCF Réseau)
- Max RONGRAIS (Cerema)
- Philippe SCHULER (Conseil départemental du Morbihan)
- Christophe SIMONET (Cerema)
- François SPATARO (Cerema)
- Jean-Marc TARRIEU (Cerema)
- Mélanie WATTRÉ (Cerema)

**Groupe de contributeurs :**

- Fernando DIAS (Direction régionale et interdépartementale de l'Équipement et de l'Aménagement DRIEA Ile-de-France)
- Sonia HOUEL (photographe)
- Flavien LOPEZ (Cerema)
- Pascal MANDATI (Cerema)
- Rémy MARSOLAT (Cerema)

Le Cerema remercie les nombreux contributeurs et relecteurs pour leurs précieux conseils et leurs observations.

**Comment citer cet ouvrage :**

Cerema. *Choix des performances d'un dispositif de retenue sur ouvrage d'art - Méthode de calcul de l'indice de danger*  
Bron : Cerema, 2021. Collection : Références. ISBN : 978-2-37180-540-8 (PDF)

# Sommaire

<b>Avant-propos</b>	<b>5</b>
<b>Chapitre 1 - Introduction</b>	<b>7</b>
1.1 - Généralités	7
1.2 - Particularités des ouvrages d'art	7
1.3 - Spécificités des dispositifs de retenue sur ouvrages d'art	10
<b>Chapitre 2 - Détermination des performances d'un objectif de retenue</b>	<b>11</b>
2.1 - Méthodologie	11
2.2 - Détermination du niveau de retenue minimal	11
2.2.1 - Application de la réglementation et recommandations techniques existantes	11
2.2.2 - Évaluation de l'indice de danger	12
2.2.3 - Cas particuliers de niveau de retenue	27
2.3 - Appréciation d'un objectif complémentaire	29
2.3.1 - Protection contre la chute de chargements de poids lourds	30
2.3.2 - Sécurité des usagers des véhicules légers	30
2.3.3 - Prise en compte des piétons et autres modes actifs de déplacement	30
<b>Chapitre 3 - Incidence des performances du dispositif de retenue sur le profil en travers de l'ouvrage</b>	<b>33</b>
3.1 - Prise en compte du cheminement piéton et autres modes actifs de déplacement	33
3.1.1 - Continuité des cheminements	33
3.2 - Détermination des largeurs des bandes d'implantation du dispositif de retenue	35
3.2.1 - Incidence des cheminements sur le profil en travers	35
<b>Chapitre 4 - Cas des ouvrages existants</b>	<b>37</b>
4.1 - Cas général	37
4.2 - Cas des ouvrages en maçonnerie	41
<b>Annexe - Description des essais de choc et niveaux de retenue correspondants conformément à la norme NF EN 1317-2</b>	<b>43</b>
<b>Abréviations utilisées</b>	<b>44</b>
<b>Bibliographie et références réglementaires</b>	<b>45</b>
<b>Glossaire</b>	<b>46</b>





# Avant-propos

Ce guide est destiné aux principaux acteurs des projets d'infrastructures routières et gestionnaires de patrimoine d'ouvrages d'art (maîtres d'ouvrage, maîtres d'œuvre, bureaux d'études, exploitants d'infrastructures routières).

Il se substitue au précédent guide GC *Choix d'un dispositif de retenue en bord libre d'un pont en fonction du site* (collection technique GC) de février 2002, devenu obsolète suite à l'évolution de la réglementation.

Cette collection technique GC comprend également les guides suivants :

- *Garde-Corps*, publié en avril 1997, sous la référence F9709 ;
- *Barrières de sécurité pour la retenue des véhicules légers (Barrières de niveau N et équipements du TPC)*, publié en septembre 2001, sous la référence F0115 ;
- *Barrières de sécurité pour la retenue des poids lourds (Barrières de niveau H2 et H3)*, publié en septembre 1999 sous la référence F9916.

Le présent guide s'inscrit également dans la continuité du guide Cerema *Dispositifs de retenue routiers marqués CE sur ouvrages d'art – de la conception de l'ouvrage à la mise en œuvre des dispositifs de retenue*, publié en décembre 2014.

Il guide le lecteur dans le choix des performances d'un dispositif de retenue routier (DR) à installer, en bord d'ouvrage d'art neuf ou existant (pont ou mur de soutènement).

Il présente la méthode de calcul de l'indice de danger développée pour les ouvrages supportant une infrastructure routière sur laquelle la vitesse autorisée est supérieure ou égale à 70 km/h. Cependant, en deçà de cette vitesse<sup>1</sup>, notamment en milieu urbain, la démarche présentée peut donner d'utiles éléments d'information pour aider le décisionnaire dans le choix des performances du dispositif de retenue à mettre en œuvre.

Dans certaines configurations développées dans le présent guide (franchissement de voies ferrées, ouvrages dont la structure est sensible aux chocs de véhicules, franchissement des autoroutes, des routes nationales ou des routes départementales de 1<sup>re</sup> catégorie et supportant des engins agricoles ou bus/autocars, ouvrages concernés par une restriction d'accès PL, etc.), un niveau de retenue minimal particulier est recommandé.

Par rapport à la précédente version, ce guide prend en compte les évolutions réglementaires : normes NF EN 1317 (intégration des niveaux H4, de l'indice de sévérité de choc, des niveaux L, etc.) et l'arrêté du 2 mars 2009 modifié dit « arrêté RNER modifié ».

Le guide comporte des photos présentant différents types de dispositifs de retenue n'ayant pas pour objet de promouvoir des produits mais seulement d'illustrer des situations.

**Nota** : un outil informatique pourra être diffusé en parallèle de l'acquisition de ce guide afin d'aider le projeteur à calculer l'indice de danger (ID) et à définir le niveau de retenue à prévoir sur l'ouvrage étudié.

<sup>1</sup> Cf. §2.2.2.2.



# Chapitre 1

## Introduction

### 1.1 - Généralités

En application de la doctrine technique existante (ARP, ICTAAL, TOL, etc.), toute dénivellation brutale de plus d'un mètre est assimilée à un obstacle. Si elle est située dans la zone de sécurité, elle doit faire l'objet d'un traitement par l'implantation d'un dispositif de retenue, à défaut d'autres solutions réalisables.

En outre, le guide ARP précise dans son chapitre 8.2 que des dispositifs de retenue doivent être prévus sur les ouvrages d'art.

En matière de responsabilité des maîtres d'ouvrage (État ou collectivités), il n'existe pas d'obligation légale de prévenir et de couvrir toute faute du conducteur qui est tenu, selon l'article R. 413-17 du Code de la route « *de rester constamment maître de sa vitesse et de régler cette dernière en fonction de l'état de la chaussée, des difficultés de la circulation et des obstacles prévisibles* ».

Cependant, la mission générale des gestionnaires de routes (État, collectivités locales, sociétés d'autoroute, etc.) est d'assurer un niveau normal de sécurité publique. La définition d'un niveau normal de sécurité est par ailleurs fluctuante en raison de :

- l'évolution de la réglementation ;
- l'évolution constante du parc des véhicules ;
- l'évolution des produits : comme la mise sur le marché de dispositifs conçus pour retenir au maximum des véhicules de 38 t alors que le Code de la route prévoit la circulation de poids lourds de 44 t ;
- l'accroissement de la demande sociale en matière de sécurité.

Il résulte de ces références techniques ou réglementaires que tout ouvrage d'art, en particulier les ponts ou murs de soutènement, doit être équipé d'un dispositif de retenue correctement implanté, afin de contribuer à assurer dans les meilleures conditions la sécurité des usagers, tant celle des véhicules que des piétons et des autres modes doux de déplacement.

### 1.2 - Particularités des ouvrages d'art

Les ouvrages d'art sont des points singuliers du tracé routier qui concentrent sur un espace réduit des problématiques pouvant être rencontrées en section courante. Une sortie de chaussée peut y entraîner des conséquences graves pour :

- les conducteurs et leurs passagers ;
- les tiers usagers du pont ;
- les tiers se trouvant dans la zone surplombée ;
- l'intégrité de l'ouvrage ;
- l'environnement.



Ainsi, dans le cadre de mesures préventives comme curatives, le choix et l'implantation des DR sur les ouvrages d'art et leurs abords requièrent une attention particulière. Ils doivent prendre en compte notamment les aspects suivants :

- l'existence d'un vide latéral et le regard du conducteur attiré vers le paysage ;
- la diversité des usagers :
  - les piétons, cyclistes, cavaliers, utilisateurs des engins de déplacement personnels (EDP) : trottinettes électriques, monoroues, gyropodes, hoverboards, etc.,
  - les deux-roues motorisés (2RM),
  - les véhicules automobiles : véhicules légers (VL) et poids lourds (PL), y compris autocars, bus et engins agricoles.



*Illustration 1 : RD120 Route de Hausbergen - Pont route - Schiltigheim (67) - juin 2020*

- la conception géométrique de la route supportée par l'ouvrage et ses abords :
  - le profil en travers souvent réduit par rapport à celui de la section courante (absence de bande dérasée et présence de trottoir) rendant complexe l'implantation des équipements,
  - la continuité du cheminement piéton à assurer sur et de part et d'autre de l'ouvrage, dans le cas d'une circulation piétonne,
  - le tracé en plan particulier impactant l'implantation longitudinale du DR ; les ponts présentant des courbes à petit rayon génèrent des contraintes supplémentaires au niveau du traitement des abords et augmentent la probabilité de sortie de chaussée.



*Illustration 2 : RD791 - Pont de Terenez (29) - mai 2013*

- la structure de l'ouvrage en béton ou en métal ne permettant pas le battage de support ; à cela, il faut ajouter un certain nombre de sujétions parfois importantes, telles que la continuité de l'étanchéité, les zones d'ancrages de câbles de précontrainte, de câbles de suspension (haubans, suspentes), les possibilités d'ancrage dans la structure existante ;
- la dilatation de l'ouvrage au droit du joint de chaussée ;
- l'assainissement routier : dispositifs spécifiques assurant le recueil des eaux de ruissellement (corniches caniveaux) ;
- les conditions d'exploitation : entretien, réparation, etc. ;
- et parfois même l'esthétique : approche architecturale et intégration dans le paysage.



*Illustration 3 : A89 - Viaduc du Chavanon - Merlines (19) et Messeix (63) - septembre 2018*



## 1.3 - Spécificités des dispositifs de retenue sur ouvrages d'art

Chaque dispositif de retenue a été étudié pour satisfaire à un objectif donné.

Toutefois, l'expérience a prouvé qu'un DR peut éventuellement répondre partiellement à un objectif pour lequel il n'a pas été conçu<sup>2</sup>.

Pour aider le projeteur en ouvrages d'art dans son choix, le présent guide développe une méthode d'analyse du risque au regard de l'ensemble des contraintes impactant la sécurité des occupants et des tiers (trafic, géométrie, conditions climatiques, environnement, usages, etc.). Cette méthode consiste en l'évaluation de l'indice de danger et peut répondre, pour les ouvrages d'art, à l'article 2 de l'arrêté RNER modifié, qui précise que « la décision d'installation de dispositifs de retenue résulte d'une analyse de la configuration de la section de voie traitée [...]. Dans le cas où l'installation de dispositifs de retenue est nécessaire, le choix des niveaux de performance des dispositifs sur des sections homogènes est réalisé à partir de l'analyse précitée en respectant toutefois les minima fixés par le présent arrêté ».

L'objectif de retenue doit prendre en compte l'ensemble des aspects énumérés dans le présent chapitre.

Le niveau de retenue est l'une des caractéristiques performantielles d'un dispositif de retenue routier. Il représente sa capacité à retenir un véhicule lors d'un choc.

Ainsi, en fonction de l'objectif de retenue, il sera utilisé :

- un garde-corps pour les piétons et autres modes actifs de déplacements ;
- une barrière de niveau N pour les véhicules légers ;
- une barrière de niveau H ou L pour les poids lourds<sup>3</sup>.

Ces niveaux de retenue issus de la norme NF EN 1317-2 (2010) sont décrits dans le tableau présenté en annexe.

**Nota** : sur un OA neuf, conformément à la norme XP P98-405, les barrières de bord libre d'ouvrage doivent assurer une fonction de garde-corps :

- garde-corps de service sur les OA sur lesquels les piétons sont interdits ;
- garde-corps pour piétons sur les OA sur lesquels aucune restriction n'est apportée à la circulation des piétons.

L'attention du projeteur est attirée sur les points suivants :

- aucun dispositif de retenue routier n'est adapté à l'ensemble des configurations ;
- un mauvais choix de dispositif de retenue routier peut aller à l'encontre de la sécurité ;
- les différents dispositifs de retenue routiers transmettent aux structures, lors des chocs, des efforts très différents.

<sup>2</sup> Un dispositif de retenue routier donné ne peut théoriquement pas retenir certains véhicules de poids supérieur dans les conditions de choc définies par la norme d'essai ; il peut néanmoins contribuer à les retenir dans des conditions de choc moins sévères que celles de l'essai (vitesse réduite, angle d'impact faible, etc.).

<sup>3</sup> Lorsque le niveau Hi est requis, il est possible d'accepter le niveau Li.

# Chapitre 2

## Détermination des performances d'un objectif de retenue

### 2.1 - Méthodologie

La démarche présentée ci-après permet de déterminer les performances du dispositif de retenue routier à mettre en œuvre.

Elle comprend deux étapes :

- **Étape 1** (cf. § 2.2) : elle consiste à définir le niveau de retenue minimal à atteindre, au regard de la réglementation en vigueur et de l'analyse des conditions prévisibles de circulation et de leurs conséquences.  
À ce stade, il convient de prendre en compte les éléments particuliers aux approches du pont (carrefours, aménagements spécifiques, etc.).
- **Étape 2** (cf. § 2.3) : elle propose d'apprécier un éventuel objectif complémentaire (protection contre la chute des chargements de PL, sécurité des usagers des VL, présence d'un trafic piéton) et d'en évaluer les conséquences.

### 2.2 - Détermination du niveau de retenue minimal

Le choix du niveau de retenue doit répondre, d'une part, aux exigences réglementaires et aux recommandations techniques existantes et, d'autre part, à l'objectif de retenue identifié à partir du calcul de l'indice de danger.

Le choix final du niveau de retenue constitue l'objectif principal. Il correspond à la plus grande des valeurs obtenues.

#### 2.2.1 - Application de la réglementation et recommandations techniques existantes

La réglementation a évolué afin d'accompagner la mise en œuvre progressive du marquage CE pour les dispositifs de retenue.

L'arrêté RNER modifié, définissant les performances et les règles de mise en service des dispositifs de retenue routiers, qu'ils soient marqués CE ou non, constitue l'un des éléments majeurs de l'évolution des réglementations mises en place au niveau national.

Conformément à cet arrêté, l'ouvrage d'art doit être considéré dans son ensemble, c'est-à-dire qu'il convient de maintenir le même niveau de retenue sur l'OA et ses abords. Par ailleurs, le niveau de retenue doit être au minimum équivalent à celui installé sur la section courante.

Aussi, le choix du niveau de retenue d'une barrière de sécurité doit découler des exigences minimales imposées par cet arrêté, en fonction du type de voie et de sa spécificité, mais également des recommandations techniques existantes (ICTAAL, VSA, ARP, 2 × 1 voie, Gefra, etc.).



## 2.2.2 - Évaluation de l'indice de danger

### 2.2.2.1 - Principe de la méthode

Le principe de la méthode d'évaluation de l'indice de danger (ID) consiste à évaluer trois indices partiels et à calculer un indice total ID.

#### a) Évaluation des trois indices partiels

- **ID1** lié à la probabilité de sortie de chaussée (cf. § 2.2.2.3) ;
- **ID2** lié à l'évaluation des conséquences pour les occupants, d'une chute sur la zone franchie par l'ouvrage (cf. § 2.2.2.4) ;
- **ID3** lié à l'évaluation des conséquences pour les tiers, d'une chute d'un véhicule sur cette même zone (cf. § 2.2.2.5).

Le calcul d'ID1 est une somme de sous-indices évaluant les différents paramètres augmentant la probabilité ou la fréquence de sortie de chaussée.

Pour le calcul d'ID2 ou d'ID3, les conséquences sont dépendantes de la zone franchie. Ainsi, en fonction de ces zones, différents paramètres sont à prendre en compte. Toutefois, il n'y a pas lieu de cumuler les sous-indices liés à ID2 ou ID3.

Par conséquent, il ne sera retenu pour l'évaluation d'ID2 et d'ID3 que le sous-indice présentant le plus haut risque ; c'est donc la zone la plus dangereuse qui définira le niveau de retenue minimal du DR sur l'ensemble de l'ouvrage.

#### b) Calcul de l'indice de danger ID

L'indice de danger est la plus grande<sup>4</sup> des valeurs suivantes [ID1 + ID2] ou [ID1 + ID3] à comparer à des seuils fixés autant que possible par référence aux cas définis par la réglementation. Ces seuils correspondent à un changement de niveau de retenue.

**Nota** : le calcul de l'indice de danger conduit à un niveau de retenue conseillé.

Cet indice est basé sur l'expérience passée et le retour du terrain.

Dans certains cas, notamment quand l'indice de danger est proche d'une borne supérieure de l'indice de danger (inférieure de un point), il est nécessaire d'étudier le passage à un niveau de retenue supérieur, comme présenté au § 2.2.2.8.

### 2.2.2.2 - Limites de la méthode

La méthode de l'indice de danger ne s'applique pas pour :

- les passages supérieurs à faune ;
- les passerelles piétonnes ;
- les ponts portant une voie ferrée (ponts-rails) ;
- les ouvrages dont la longueur de franchissement  $L_f$  définie ci-après au § 2.2.2.3.5 est inférieure à 10 m. Il s'agit par exemple, d'ouvrages situés en bas d'un remblai, d'ouvrages franchissant des petits ruisseaux, de ponts n'ayant pas de murs en retour ou en aile, de passages inférieurs à gabarit réduit tels que les ouvrages hydrauliques, passages à faune, boviducs, voies vertes, passages agricoles, etc.

Ces ouvrages sont alors traités comme des obstacles au même titre que les obstacles de la section courante. Ces notions sont définies dans le guide *Traitement des obstacles latéraux* (TOL) ;

- les DR situés sur un TPC d'ouvrage d'art avec un vide central<sup>5</sup>  $\leq 2$  m ;
- les routes où la limitation de vitesse est strictement inférieure à 70 km/h (zone urbaine ou périurbaine). En effet, la méthode de l'indice de danger a surtout été développée pour l'aménagement des routes en rase campagne et son utilisation en zone urbaine peut conduire à des choix disproportionnés avec le contexte. Cependant, cette méthode pourra être utilisée en écartant certains sous-indices ne paraissant pas pertinents (tracé en plan, présence de points de conflit, coefficient pondérateur K, etc.), pour disposer d'une information qui devra être complétée par d'autres analyses prenant en compte, par exemple, la  $V_{85}$  ou le contexte particulier de milieu urbain ou semi-urbain.

<sup>4</sup> Il n'y a pas lieu de calculer la somme ID1 + ID2 + ID3, car les conséquences de la sortie de chaussée ne se cumulent que faiblement sur le plan statistique.

<sup>5</sup> Conformément au guide GC – barrières de niveau N et TPC, seuls les DR situés sur un TPC d'OA avec un vide central  $> 2$  m sont traités comme des DR de bord d'ouvrage, pour lesquels la méthode de l'indice de danger s'applique.



### 2.2.2.3 - Évaluation de l'indice ID1

Pour l'évaluation de la probabilité de sortie de chaussée, les paramètres à considérer sont :

#### 2.2.2.3.1 - Le trafic total - ID1.1

Le trafic est lié à la diversité des usagers :

- les piétons, cyclistes, cavaliers, utilisateurs des engins de déplacement personnels motorisés (EDPM) : trottinettes électriques, monoroues, gyropodes, hoverboards, etc. ;
- les deux-roues motorisés (2RM) ;
- les véhicules automobiles : véhicules légers (VL) et poids lourds (PL), y compris autocars, bus et engins agricoles.

#### 1) Les piétons, les cyclistes, les autres utilisateurs des engins de déplacement personnels, les cavaliers, etc.

Le trafic de ces usagers n'a pas d'influence à ce stade, il sera évalué lors de l'appréciation de l'objectif secondaire.

Pour les ouvrages avec un cheminement piéton et pour les passerelles piétonnes, la réglementation est explicite et suffisante : les largeurs des trottoirs sont conseillées et les caractéristiques géométriques et mécaniques des garde-corps sont définies (voir la norme XP P98-405 et le guide Sétra *Garde-corps* - Collection du guide technique GC, d'avril 1997).

Sur les ouvrages avec présence de cyclistes, le guide RIC de 2005 (*Recommandations pour les Itinéraires cyclables*) recommande une hauteur de garde-corps de 1 m pouvant aller jusqu'à 1,40 m. Pour des ouvrages d'art avec présence de cyclistes et équipés d'un dispositif de retenue routier en bord d'ouvrage, la même hauteur est recommandée.

Pour les passages de cavaliers, la hauteur est laissée à la libre appréciation du gestionnaire de la voie, dans la limite de 1,80 m.

#### 2) Les deux-roues motorisés (2RM)

Ce type d'usagers n'intervient pas dans le choix du niveau de retenue, car il n'est pas dimensionnant. Toutefois, il convient de prendre en compte la nécessité de mettre en place un écran de protection pour motocyclistes (SPM) conformément à la circulaire n° 99-68 du 1<sup>er</sup> octobre 1999 relative aux conditions d'emploi des dispositifs de retenue adapté aux motocyclistes.

#### 3) Les véhicules automobiles

Des analyses de comptage montrent que la corrélation entre le statut de la voie (classement administratif) et le trafic n'est pas toujours vérifiée. *A contrario*, le nombre d'accidents est généralement lié au volume de ce trafic.

Le volume du trafic à prendre en considération est le trafic moyen journalier annuel (TMJA) et correspond à celui :

- du sens de circulation concerné sur chaussée unidirectionnelle ;
- des deux sens de circulation sur chaussée bidirectionnelle (le risque de sortie de chaussée existe dans les deux sens sur une route bidirectionnelle<sup>6</sup>) ;
- du trafic saisonnier, en cas de variation importante de trafic (au-delà de 50 % d'augmentation).

La modification d'un DR sur un pont étant difficile, coûteuse et plus ou moins dommageable pour la structure, il est pris en compte le trafic moyen prévu à l'horizon de 15 ans qui sert, en principe, à choisir les caractéristiques géométriques de l'itinéraire (cf. ARP et ICTAAL).

À défaut de données sur le trafic moyen prévu à l'horizon de 15 ans ( $T_{15ans}$ ), il est suggéré de prendre en compte une augmentation de 1,5 % par an. Soit la formule :

$$T_{15ans} = T_{actuel} \times 1,015^{15} \approx T_{actuel} \times 1,25$$

Dans le cas d'ouvrages provisoires, déconstruits à court terme (phasage de travaux, exploitation provisoire, etc.), le trafic actuel pourra être retenu.

<sup>6</sup> Les études d'accidents sur routes bidirectionnelles montrent une probabilité de sortie de route équivalente quel que soit le sens de circulation.



À chaque plage de trafic, il a été affecté une valeur de sous-indice définie dans le tableau ci-après :

<b>Trafic (<math>T_{15ans}</math>) en véh/j</b>	1 à 299	300 à 499	500 à 799	800 à 1 499	1 500 à 2 999	3 000 à 4 999	5 000 à 9 999	10 000 à 14 999	15 000 à 29 999	30 000 à 59 999	60 000 et plus
<b>Valeur du sous-indice ID1.1</b>	5	6	7	8	10	11	12	14	15	17	19

Tableau 1 : Sous-indice « ID1.1 - Trafic total »

### 2.2.2.3.2 - Le tracé en plan - ID1.2

Il ne s'agit pas uniquement du tracé en plan sur l'ouvrage proprement dit, mais également de ses abords immédiats, sur une distance approximative d'une cinquantaine de mètres en amont et en aval de l'ouvrage d'art.

Pour chiffrer le sous-indice lié au tracé en plan, il convient de ne retenir que la géométrie de la partie la plus défavorable de cette zone : celle qui peut être à l'origine d'une sortie de chaussée.

Pour n'avoir à utiliser que des critères simples et bien connus du projeteur, les repères retenus sont les valeurs des rayons  $R_{dn}$  (rayon à dévers normal) et  $R_m$  (rayon minimal) définies dans les référentiels en vigueur.

**Pour les rayons en plan en section courante :**

	<b>Rayon minimal absolu <math>R_m</math></b>	<b>Rayon non déversé ou rayon minimal au dévers normal (noté de manière générale <math>R_{dn}</math>)</b>
<b>Guide ARP</b>		
R60	120	600
R80	240	900
T80	240	900
T100	425	1 300
Relief difficile	6 m interne dans le cas d'un lacet	400
<b>Guide ICTAAL</b>		
L1	600	1 000
L2	400	650
Relief difficile	240	650
<b>Guide VSA</b>		
70	200	200
70 - contrainte ponctuelle	75 m avec VMA = 50 km/h	75
90	240	370
90 avec dévers à 5 %	255	370
110	400	650
110 avec dévers à 5 %	420	650
<b>Guide 2 x 1 voie</b>		
Hors créneaux de dépassement	240	400
Créneaux de dépassement	400	650

Tableau 2 : Valeurs des rayons en plan en section courante fixées par les référentiels en vigueur



### Pour les rayons en plan des branches et bretelles d'échangeurs :

	Rayon minimal absolu $R_m$	Rayon non déversé ou rayon minimal au dévers normal (noté de manière générale $R_{dn}$ )
<b>Guide ICTAAL</b>		
Branche à deux voies circulaire à 110 km/h	400	650
Branche/bretelle à deux voies ou une voie circulaire à 90 km/h	240	370
Branche/bretelle à une voie circulaire à 70 km/h	125	300
Bretelle à une voie circulaire à 70 km/h ou moins	40 (avec 100 m minimum pour le 1 <sup>er</sup> rencontré hors sortie en boucle)	300
<b>Guide VSA 90 et 110</b>		
Branche /bretelle de catégorie A	125	185
Branche/bretelle de catégorie B	54	75
Bretelle de catégorie C	20	75
<b>Guide VSA 70</b>	25	25

Tableau 3 : Valeurs des rayons en plan des branches et bretelles d'échangeurs fixées par les référentiels en vigueur

Le tableau suivant permet de déterminer la valeur du sous-indice lié au tracé en plan en fonction du rayon R :

Rayon R	$1,5 R_{dn} \leq R$	$R_{dn} \leq R < 1,5 R_{dn}$	$R_m \leq R < R_{dn}$	$R < R_m$ (pour ouvrage existant) <sup>7</sup>
Valeur du sous-indice ID1.2	0	1	2	4

Tableau 4 : Sous-indice « ID1.2 » - Tracé en plan

#### 2.2.2.3.3 - Le profil en long - ID1.3

La caractéristique du profil en long à prendre en compte est la pente, en raison de la prise de vitesse notamment pour les poids lourds.

De même que pour le tracé en plan (cf. § 2.2.2.3.2), il faut considérer l'ouvrage et ses abords immédiats.

Ainsi, lorsqu'un ouvrage, pont ou mur, se trouve situé à l'aval d'une pente assez forte, régnant sur une certaine longueur incluant au moins une extrémité de l'OA, un facteur d'aggravation de danger existe (survitesse accidentelle ou non).

Le sous-indice lié à la pente est calculé comme suit :

Caractéristique du profil en long	Valeur du sous-indice ID1.3
Pente moyenne < 4 % sur une longueur de 300 m incluant au moins une extrémité de l'OA	0
Par tranche de 3 % supplémentaire au-delà d'une pente moyenne $\geq 4$ % sur 300 m	+2

Tableau 5 : Sous-indice « ID1.3 - Profil en long »

<sup>7</sup> Cette valeur est utilisée principalement dans le cas de reconstruction de « mises en conformité », car sur un ouvrage neuf et ses abords, le rayon n'est pas censé être inférieur au minimum absolu.

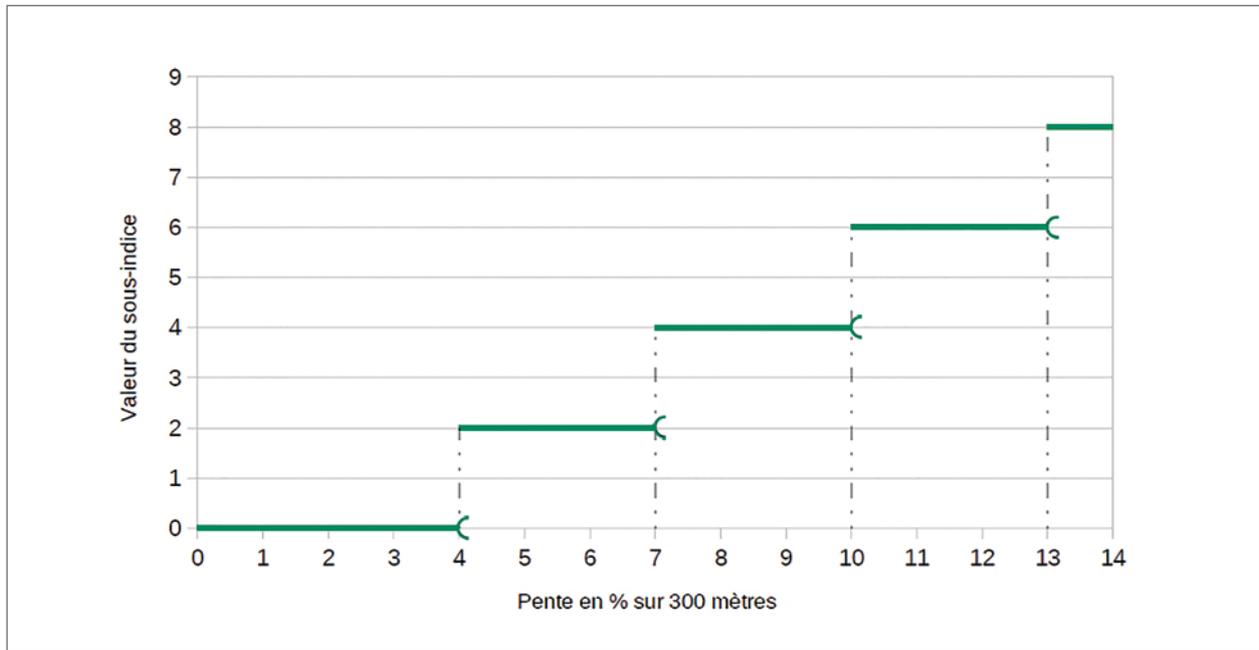


Illustration 4 : Attribution des points pour le sous-critère « ID1.3 - Profil en long »

#### 2.2.2.3.4 - La présence de points de conflits - ID1.4

Des études ont montré que les carrefours à proximité d'un pont augmentent la probabilité de sortie de chaussée.

Les conclusions de cette étude sont valables pour toutes les voiries qui comportent, sur l'ouvrage ou sur les abords immédiats, des bretelles (d'entrée ou de sortie) ou des carrefours à niveau (avec ou sans feux de signalisation) dans la limite des « distances d'arrêt<sup>8</sup> ».

Le sous-indice lié à la présence de points de conflits est calculé comme suit :

Points de conflits	Valeur du sous-indice ID1.4
Absence de points de conflits	0
En présence d'un point de conflits dans la zone définie par la distance d'arrêt	2

Tableau 6 : Sous-indice « ID1.4 - Présence de points de conflits »

**Nota** : contrairement aux carrefours plan en croix, les carrefours giratoires (en plan ou dénivelés) ne sont pas considérés comme des points de conflits, sauf s'ils présentent des difficultés particulières de visibilité. En effet, les conditions de circulation y sont spécifiques (notamment vitesse réduite en approche).

#### 2.2.2.3.5 - La longueur de franchissement $L_f$ - ID1.5

La longueur de franchissement  $L_f$  prise en compte pour le calcul de l'ID correspond à la somme de la longueur du tablier (distance entre joints de chaussée ou extrémités de la structure) augmentée le cas échéant des distances B entre les extrémités de structure et la crête de talus. Dans le cas où les accès à l'ouvrage en arrière des culées sont soutenus par des murs, la longueur de franchissement comprend également la longueur des murs jusqu'à ce que leur hauteur au-dessus du sol ou du remblai soit inférieure à 1 mètre (cf. ARP chapitre 8 et ICTAAL article 4.1.3).

<sup>8</sup> Distances d'arrêt définies dans le guide Conception des routes et autoroutes : Révision des règles (visibilité et rayons en angle saillant du profil en long), Cerema, octobre 2018.

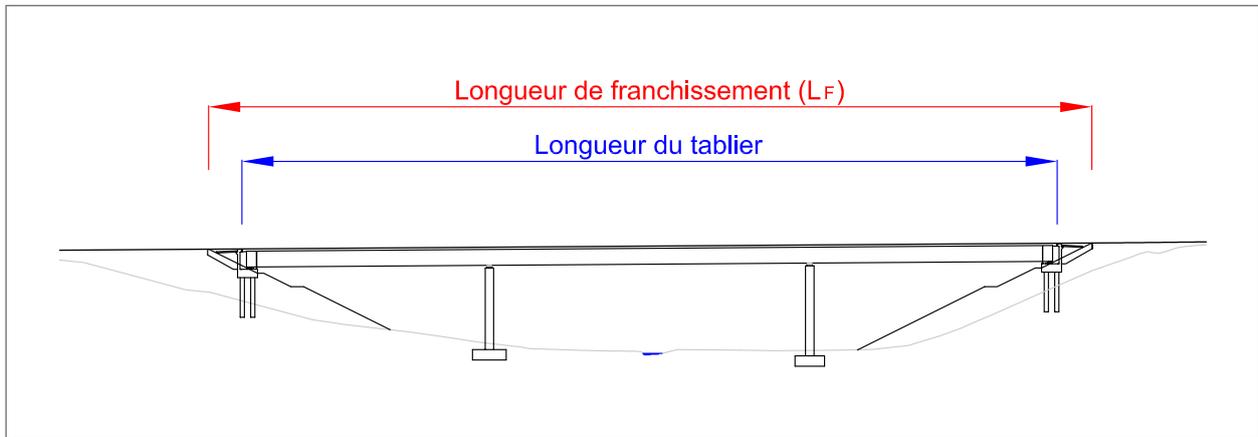


Illustration 5 : Longueur de franchissement  $L_f$  - Coupe longitudinale

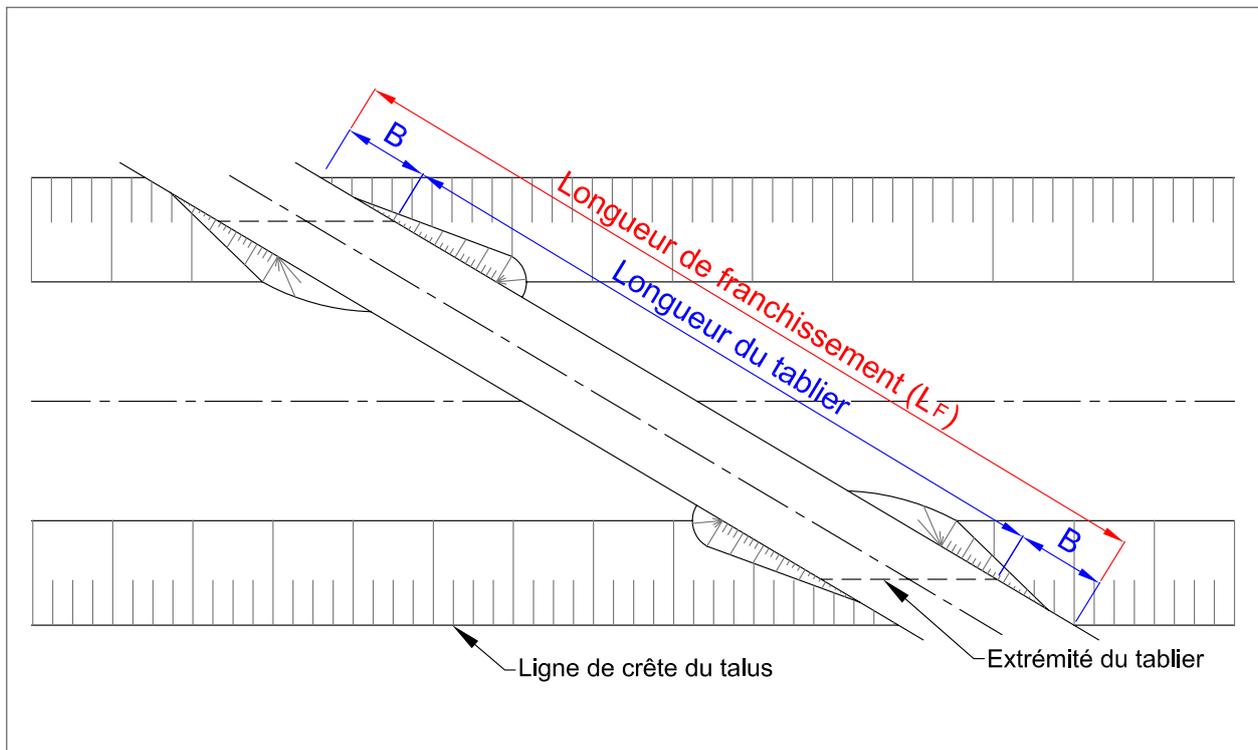


Illustration 6 : Longueur de franchissement  $L_f$  - Vue en plan



Illustration 7 : Longueur de franchissement  $L_f$  - Vue aérienne - RN19 (future A19) - Viaduc de la Scyotte (70) - septembre 2018

La probabilité de sortie de chaussée est liée à la longueur de franchissement  $L_f$ . Le sous-indice est évalué comme suit :

Longueur de franchissement $L_f$	Valeur du sous-indice ID1.5
$10 \text{ m} \leq L_f < 20 \text{ m}$	1
$20 \text{ m} \leq L_f < 40 \text{ m}$	2
$40 \text{ m} \leq L_f < 80 \text{ m}$	3
$80 \text{ m} \leq L_f < 160 \text{ m}$	4
$L_f \geq 160 \text{ m}$	5

**Rappel :** pour une longueur  $L_f$  strictement inférieure à 10 m : il n'est pas donné de valeur, car l'ouvrage est traité comme un obstacle au même titre que les obstacles de la section courante.

Tableau 7 : Sous-indice « ID1.5 - Longueur de franchissement  $L_f$  »

### 2.2.2.3.6 - Le traitement hivernal - ID1.6

Pour de nombreuses régions françaises, les conditions de circulation hivernales sont liées au climat local et surtout au traitement des voiries par chaque gestionnaire de route.

Cela se traduit par la mise en œuvre d'un Plan d'organisation de viabilité hivernale (POVH) avec un Plan d'exploitation de viabilité hivernale (PEVH) compatibles avec les choix et orientations budgétaires de chaque gestionnaire.



Illustration 8 : RN 79 - Viaduc de Volesvres (Saône-et-Loire / 71) - décembre 2012

Pour les ponts, cela signifie que le traitement de la VH sur chaque ouvrage à franchir sera directement lié à la catégorie de route et à son niveau de service affiché au POVH.

Généralement, les réseaux sont scindés en plusieurs niveaux de service par catégorie de routes (habituellement 3 ou 4), avec des délais d'intervention de salage définis dans le PEVH.

Ainsi, un ouvrage verglacé pourra le rester plusieurs heures jusqu'à son traitement éventuel pour le rendre praticable, selon le niveau de service et les moyens affectés par le gestionnaire.

Ce point est donc d'une grande importance pour la sécurité des usagers de la route au droit des ouvrages, durant la période hivernale.

L'attribution des points pour le sous-indice concernant le traitement hivernal est faite selon le niveau de service de la voie défini dans le POVH, comme indiqué ci-dessous :

Niveau de service de la voie sur l'ouvrage	Valeur du sous-indice ID1.6
Réseau prioritaire traité dès l'annonce du phénomène climatique ou ouvrage non concerné par des conditions climatiques hivernales (verglas, neige)	0
Réseau secondaire pouvant rester plusieurs heures sans traitement	1
Réseau non traité mais concerné par des conditions climatiques hivernales (verglas, neige)	2

Tableau 8 : Sous-indice « ID1.6 - Traitement hivernal »



### 2.2.2.3.7 - L'évaluation de l'indice ID1

À l'issue de cette première analyse, l'**indice de danger ID1** évaluant le risque de sortie de chaussée est obtenu par la somme des sous-indices suivants :

- du trafic total : volume total du trafic (ID1.1) ;
- du tracé en plan (ID1.2) ;
- du profil en long (ID1.3) ;
- de la présence de points de conflits (ID1.4) ;
- de la longueur de franchissement  $L_f$  (ID1.5) ;
- du traitement hivernal (ID1.6).

Soit :

$$ID1 = ID1.1 + ID1.2 + ID1.3 + ID1.4 + ID1.5 + ID1.6$$

### 2.2.2.4 - Évaluation de l'indice ID2

Cet indice ID2 vise à **évaluer le danger pour les occupants** (conducteur et passagers éventuels) du véhicule ayant franchi la limite des bords de l'ouvrage.

Pour l'évaluation de cet indice, les deux paramètres suivants sont considérés :

- la hauteur de chute (ID2.1) ;
- la profondeur de l'eau (ID2.2).

#### 2.2.2.4.1 - La hauteur de chute - ID2.1

Pour analyser la situation d'une façon plus précise pour les ouvrages ponts ou murs, quatre valeurs possibles du sous-indice sont proposées :

Hauteur de chute ( $h_c$ )	Valeur du sous-indice ID2.1
$h_c < 2 \text{ m}$	0
$2 \text{ m} \leq h_c < 4 \text{ m}$	1
$4 \text{ m} \leq h_c < 6 \text{ m}$	3
$h_c \geq 6 \text{ m}$	5

Tableau 9 : Sous-indice « ID2.1 - Hauteur de chute »

Il convient de se référer au point le plus défavorable de l'ouvrage.

**Nota** : dans le cas d'un ouvrage d'art franchissant un cours d'eau, la hauteur de chute est mesurée jusqu'à la surface de contact de l'eau à son niveau moyen annuel.



#### 2.2.2.4.2 - La profondeur de l'eau - ID2.2

La profondeur de l'eau est celle observée au point le plus défavorable de la hauteur d'eau moyenne annuelle.

Le seuil de 2 m permet de classer les voies navigables (dont la profondeur minimale est de 2,20 m) dans la classe « dangereuse ».

En conséquence, deux valeurs du sous-indice sont proposées :

Profondeur de l'eau (P)	Valeur du sous-indice ID2.2
$0 \leq P < 2 \text{ m}$	0
$P \geq 2 \text{ m}$	5

Tableau 10 : Sous-indice « ID2.2 - Profondeur de l'eau »

#### 2.2.2.4.3 - L'évaluation de l'indice ID2

L'indice de danger ID2 est constitué du plus grand des deux sous-indices : hauteur de chute ou profondeur de l'eau. Les sous-indices ne doivent pas être cumulés.

$$ID2 = \max (ID2.1 ; ID2.2)$$

#### 2.2.2.5 - Évaluation de l'indice ID3

L'analyse des paramètres ci-après permet d'apprécier les risques pour les tiers.

Une distinction est faite entre les risques pour les tiers usagers des voiries franchies (routes, autoroutes ou voies ferrées) et pour les tiers présents dans la zone surplombée par une voirie<sup>9</sup>.

##### 2.2.2.5.1 - Franchissement de voiries routières ou autoroutières - ID3.1

La chute d'un véhicule sur une voirie routière ou autoroutière peut entraîner des accidents pour les tiers usagers de la voie franchie, dont la gravité est liée au trafic sur celle-ci.

Ce sous-indice prend en compte, d'une part, la probabilité qu'un véhicule circulant sur la voie franchie soit percuté par un véhicule qui tombe du pont (dite probabilité d'accident secondaire) et, d'autre part, la probabilité d'un accident en chaîne sur la voie franchie impliquant plusieurs véhicules.

Ces probabilités augmentent avec l'importance du trafic supporté par la voie franchie. Les seuils de 1 000 véh/j et 10 000 véh/j sont proposés. Ainsi, au-delà du seuil de 1 000 véh/j, le risque qu'un second accident se produise est estimé comme important. Le risque supplémentaire d'un accident en chaîne n'est pris en compte qu'au-delà du seuil de 10 000 véh/j.

<sup>9</sup> Appelée « zone de chute » et définie au paragraphe Franchissement de zone d'habitation - ID3.1.



Dans ces conditions, trois valeurs du sous-indice de danger sont proposées :

Trafic de la voirie franchie (T)	Valeur du sous-indice ID3.1
$T < 1\ 000$ véh/j	0
$1\ 000 \leq T < 10\ 000$ véh/j	4
$T \geq 10\ 000$ véh/j	8

Tableau 11 : Sous-indice « ID3.1 - Franchissement de voiries routières ou autoroutières »

**Nota** : le volume du trafic à prendre en considération est celui :

- du sens de circulation concerné sur une chaussée unidirectionnelle ;
- des deux sens de circulation sur une chaussée bidirectionnelle.

#### 2.2.2.5.2 - Franchissement de voies ferrées - ID3.2

Le franchissement d'un réseau ferré constitue un enjeu particulier au regard des conséquences d'une chute sur les voies. Ainsi, SNCF Réseau demande à ce que tous les ouvrages d'art implantés au-dessus ou parallèlement au domaine ferroviaire soient équipés de dispositifs de retenue de niveau H2 minimum (cf. § 2.2.3.1), quelle que soit la vitesse de circulation routière sur l'ouvrage.

Le calcul de l'indice de danger nécessite toutefois d'être réalisé, car il peut conduire à un niveau de retenue plus élevé.

Le calcul du sous-indice spécifique au franchissement des voies ferrées est lié directement au trafic ferroviaire sur les voies franchies.

Les valeurs des points sont attribuées de la manière suivante :

Nombre de trains (N) réguliers par jour dans les deux sens	Valeur du sous-indice ID3.2
$1 \leq N \leq 25$	3
$25 < N \leq 75$	5
$N > 75$	8

Tableau 12 : Sous-indice « ID3.2 - Franchissement des voies ferrées »

Le trafic ferroviaire s'entend dans les deux sens de circulation. Il peut être obtenu auprès des services locaux (pôles régionaux d'ingénierie) de SNCF Réseau.

#### 2.2.2.5.3 - Franchissement de zones d'habitation - ID3.3

La valeur du sous-indice est fonction de la présence de population dans la zone concernée par un risque de chute d'un véhicule, appelée « zone de chute ».

L'analyse théorique de la chute d'un corps, ayant une vitesse transversale perpendiculaire à l'axe du trafic<sup>10</sup>, permet de définir pour chaque côté de l'ouvrage (illustration 10) une bande de terrain concernée d'une largeur de :

- 20 m pour une hauteur de chute entre 3 et 20 m ;
- 40 m pour une hauteur de chute supérieure à 20 m.

<sup>10</sup> Analyse théorique confirmée depuis 1977 par des constatations lors de chutes de véhicules à partir d'un pont.

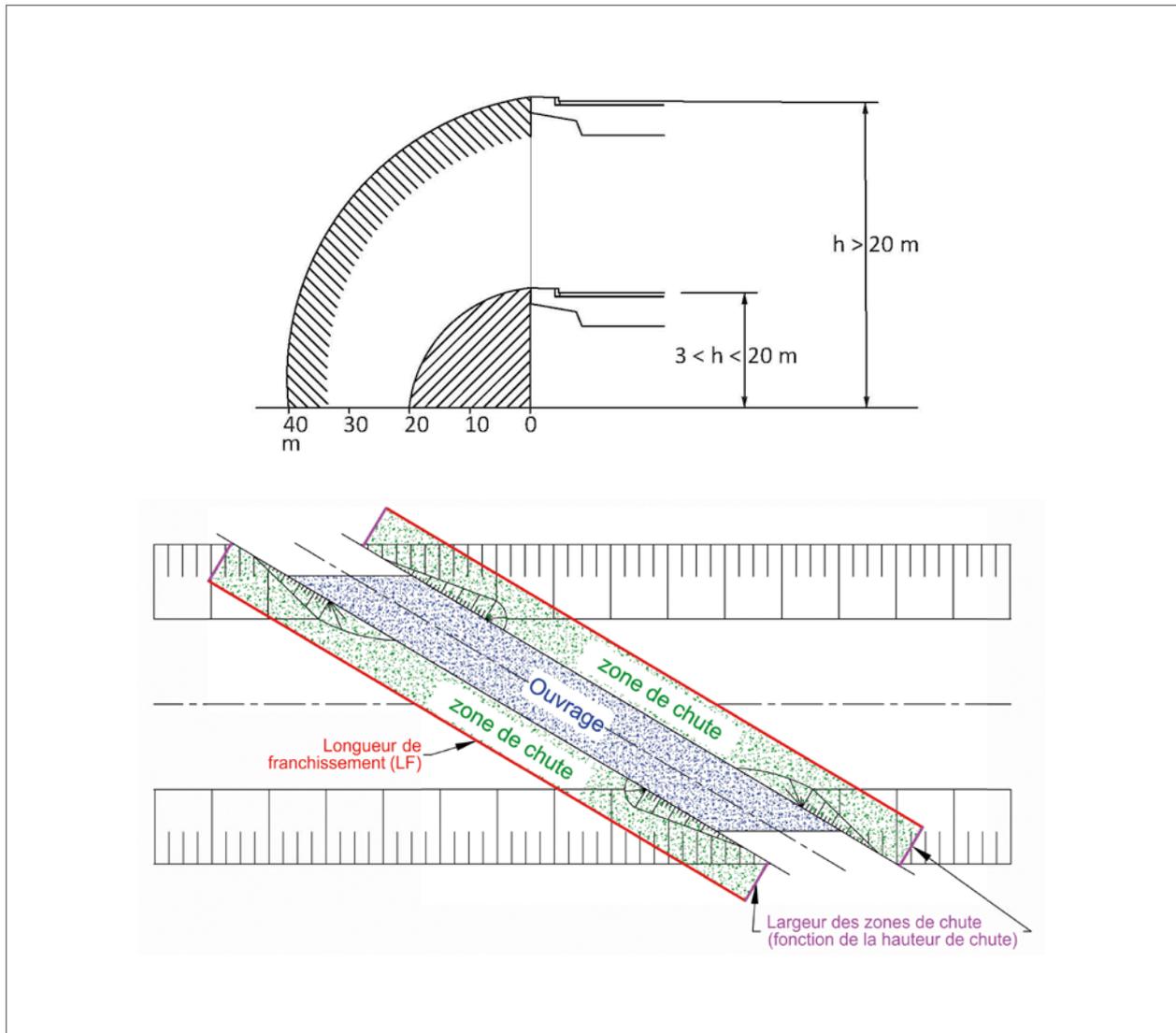


Illustration 10 : Définition de la zone de chute concernée par une chute de véhicule

En fonction de la présence de zones d'habitation dans cette zone, les valeurs de sous-indice suivantes sont retenues :

Densité d'habitation dans la zone de chute	Valeur du sous-indice ID3.3
Absence d'habitation	0
Zone d'habitation à densité faible (1 à 10 habitants)	4
Zone d'habitation à densité « élevée » (> 10 habitants)	8

Tableau 13 : Sous-indice « ID3.3 - Franchissement des zones d'habitation »



#### 2.2.2.5.4 - Franchissement de zones sensibles - ID3.4

Il est distingué deux types de zones :

- les zones sensibles : zones industrielles, zones artisanales, voies vertes, sentiers de randonnée, parkings, aires de stationnement ;
- les zones très sensibles : écoles, établissements hospitaliers, zones commerciales, installations sensibles aux risques de pollution, de contamination, d'explosion (sites « Seveso », stations-service, détendeurs de gaz, transformateurs électriques, etc.), périmètre de protection de captage d'eau.

Au-dessus d'un cours d'eau ou d'un plan d'eau, le projeteur peut s'interroger sur l'opportunité de considérer cet élément comme une zone sensible ou très sensible en se rapprochant des services de la Police de l'eau.

Le sous-indice lié au franchissement de zones sensibles est calculé comme suit :

Sensibilité dans la zone de chute	Valeur du sous-indice ID3.4
Absence de zone sensible	0
Présence d'une zone sensible	4
Présence d'une zone très sensible	8

Tableau 14 : Sous-indice « ID3.4 - Franchissement de zones sensibles »

#### 2.2.2.5.5 - Évaluation de l'indice ID3

L'indice de danger ID3 est évalué à partir du plus grand des quatre sous-indices précédents, qui est multiplié par un coefficient pondérateur K, défini dans le tableau 16. Les quatre sous-indices ne se cumulent pas.

$$ID3 = K \times \max (ID3.1 ; ID3.2 ; ID3.3 ; ID3.4)$$

Le coefficient pondérateur K traduit la mise en adéquation du niveau de retenue avec la caractérisation du trafic poids lourds, afin de limiter les conséquences d'une sortie de route vis-à-vis des tiers usagers des voiries franchies, des habitants ou de l'environnement de la zone surplombée par l'ouvrage.

En effet, quand un risque existe, il est légitime de minimiser celui-ci en augmentant le niveau de retenue du DR en fonction du nombre et du tonnage des poids lourds.

Le **trafic local** se caractérise par une prédominance de PL à 2 essieux (masse moyenne de 10 tonnes). Pour un **trafic « moyenne distance »**, il ressort un équilibre entre les PL à 2, 3 ou 4 essieux. Enfin, pour un **trafic « longue distance »**, les PL à 4 essieux ou plus (masse moyenne de 38 tonnes) deviennent prédominants.

Comme pour le trafic global, le trafic PL à prendre en compte est celui prévu à l'horizon de 15 ans ( $T_{15ans}$ ) avec une augmentation de 1,5 % par an. Soit, la formule :

$$T_{15ans} = T_{actuel} \times 1,015^{15} \approx T_{actuel} \times 1,25$$



	PL à 2 essieux	PL à 3 essieux	PL à 4 essieux ou plus
Trafic local	Forte prédominance		
Trafic « moyenne distance »	Trafic réparti		
Trafic « longue distance »			Forte prédominance

Tableau 15 : Typologie du trafic en fonction de la répartition des PL

**Nota** : le volume du trafic à prendre en considération est celui :

- du sens de circulation concerné sur une chaussée unidirectionnelle ;
- des deux sens de circulation sur une chaussée bidirectionnelle.

Type de trafic	Nombre moyen de PL/jour			
	1 à 299	300 à 999	1 000 à 4 999	5 000 et plus
Trafic local	1	1	1	1,8
Trafic « moyenne distance »	1	1,8	1,8	2,6
Trafic « longue distance »	1,8	1,8	2,6	2,6

Tableau 16 : Valeur du coefficient pondérateur K associé à ID3

### 2.2.2.6 - Évaluation de l'indice ID

Pour le choix du niveau de retenue, l'indice de danger ID est calculé comme étant la somme d'ID1 et de la valeur maximale obtenue entre ID2 et ID3.

$$ID = ID1 + \max (ID2 ; ID3)$$

Le tableau 17 résume les différents sous-indices et les valeurs à leur affecter.

**La valeur de l'ID finale est arrondie au nombre supérieur.**

Par exemple, un ID de 33,2 est arrondi à 34.

En fonction du résultat de l'ID obtenu, le niveau de retenue est fixé selon les seuils définis au 2.2.2.7.



	Trafic (en véh/j) (ID1.1 : § 2.2.2.3.1)	1 à 299	300 à 499	500 à 799	800 à 1 499	1 500 à 2 999	3 000 à 4 999	5 000 à 9 999	10 000 à 14 999	15 000 à 29 999	30 000 à 59 999	60 000 et plus
		5	6	7	8	10	11	12	14	15	17	19
ID1	Tracé en plan (ID1.2 : § 2.2.2.3.2)	1,5 R <sub>dn</sub> ≤ R			R <sub>dn</sub> ≤ R < 1,5 R <sub>dn</sub>			R <sub>m</sub> ≤ R < R <sub>dn</sub>		R < R <sub>m</sub> (pour ouvrage existant)		
		0			1			2		4		
	Profil en long (ID1.3 : § 2.2.2.3.3)	Pente < 4 % sur une longueur de 300 m incluant au moins une extrémité de l'OA						Par tranche de 3 % supplémentaire au-delà d'une pente moyenne ≥ 4 % sur 300 m				
		0						+ 2				
	Points de conflits (ID1.4 : § 2.2.2.3.4)	Absence de points de conflits						En présence d'un point de conflit dans la zone définie par la distance d'arrêt				
		0						2				
Longueur L <sub>f</sub> (ID1.5 : § 2.2.2.3.5)	10 m ≤ L <sub>f</sub> < 20 m		20 m ≤ L <sub>f</sub> < 40 m		40 m ≤ L <sub>f</sub> < 80 m		80 m ≤ L <sub>f</sub> < 160 m		L <sub>f</sub> ≥ 160 m			
	1		2		3		4		5			
Traitement hivernal (ID1.6 : § 2.2.2.3.6)	Réseau prioritaire traité dès l'annonce du phénomène climatique ou ouvrage non concerné par des conditions climatiques hivernales				Réseau secondaire pouvant rester plusieurs heures sans traitement (OA sur réseau secondaire)				Réseau non traité concerné par des conditions climatiques hivernales			
	0				1				2			
ID2	Hauteur de chute h <sub>c</sub> (ID2.1 : § 2.2.2.4.1)	h <sub>c</sub> < 2 m		2 m ≤ h <sub>c</sub> < 4 m		4 m ≤ h <sub>c</sub> < 6 m		h <sub>c</sub> ≥ 6 m				
		0		1		3		5				
ID2	Profondeur de l'eau P (ID2.2 : § 2.2.2.4.2)	0 ≤ P < 2 m				P ≥ 2 m						
		0				5						
ID3	Franchissement de voiries R / AR (ID3.1 : § 2.2.2.5.1)	T < 1 000 véh/j			1 000 ≤ T < 10 000 véh/j				T ≥ 10 000 véh/j			
		0			4				8			
	Franchissement des voies ferrées (ID3.2 : § 2.2.2.5.2)	Nombre de trains (N) réguliers par jour dans les deux sens :										
		1 ≤ N ≤ 25			25 < N ≤ 75				N > 75			
	Franchissement de zones d'habitation (ID3.3 : § 2.2.2.5.3)	Absence d'habitation dans la zone de chute			Zone d'habitation à densité faible (1 à 10 habitants dans la zone de chute)				Zone d'habitation à densité « élevée » (> 10 habitants dans la zone de chute)			
0			4				8					
Franchissement de zones sensibles (ID3.4 : § 2.2.2.5.4)	Absence de zone sensible dans la zone de chute									0		
	Présence d'une zone sensible dans la zone de chute									4		
	Présence d'une zone très sensible dans la zone de chute									8		
Coefficient pondérateur K (§ 2.2.2.5.5)	Nombre moyen de PL/jour		1 à 299		300 à 999		1 000 à 4 999		5 000 et plus			
	Trafic local		1		1		1		1,8			
	Trafic « moyenne distance »		1		1,8		1,8		2,6			
	Trafic « longue distance »		1,8		1,8		2,6		2,6			

Tableau 17 : Tableau résumé de la définition de l'indice de danger



### 2.2.2.7 - Fixation du niveau de retenue

Le tableau suivant propose les niveaux de retenue minimaux pour le bord libre de l'ouvrage, selon l'indice de danger calculé précédemment. Il vient en complément d'éventuelles obligations réglementaires (cf. 2.2.1) et sans préjudice des cas pour lesquels un niveau de retenue particulier est recommandé (cf. 2.2.3).

Les seuils des classes de niveau de retenue sont les suivants :

Indice de danger	Problématique	Niveau de retenue minimal recommandé
ID < 19	Véhicule léger	Barrière de niveau N
19 ≤ ID < 27	Poids lourds	Barrière de niveau H2 / L2
27 ≤ ID < 39		Barrière de niveau H3 / L3
ID ≥ 39		Barrière de niveau H4b / L4b

Tableau 18 : Niveau de retenue minimal recommandé découlant de la méthode de l'indice de danger

### 2.2.2.8 - Relèvement du niveau de retenue aux valeurs limites supérieures

Cette possibilité est à examiner quand le calcul de l'indice de danger (ID) aboutit aux environs immédiats des valeurs limites supérieures d'une classe de niveau de retenue (valeurs d'ID de 18, 26 et 38).

Comme indiqué dans les généralités, la méthode proposée est issue d'une démarche qui s'est attachée à explorer tous les facteurs pouvant intervenir dans le risque de sortie de chaussée sur un ouvrage. Elle aboutit à un chiffrage avec des additions, permettant de déterminer un niveau de retenue minimal au vu de seuils définis pour faciliter le travail des projeteurs d'ouvrages d'art. Elle n'est pas construite dans l'absolu.

C'est pourquoi, lorsque l'indice de danger se situe à un point d'un seuil supérieur, il est nécessaire que le projeteur fasse un retour en arrière pour apprécier si, pour tous les facteurs, le choix a été raisonnablement équilibré.

Ainsi, cette réflexion, pouvant prendre en compte également d'autres paramètres examinés au chapitre 3 (continuité du trafic piéton, etc.), peut conduire à privilégier un niveau de retenue supérieur.

## 2.2.3 - Cas particuliers de niveau de retenue

Le niveau de retenue minimal issu de la méthode de calcul de l'indice de danger peut être réévalué si l'ouvrage se trouve dans l'un des cas particuliers suivants.

### 2.2.3.1 - Cas d'un franchissement de plates-formes ferroviaires

Une chute de véhicules depuis un ouvrage d'art (pont-route, dalle routière, etc.) ou ses abords, conduisant au risque de heurt et de déraillement des trains, à un engagement du gabarit des voies, ou à des dégâts importants sur les installations ferroviaires, est loin d'être négligeable.

Depuis la construction des dernières lignes à grandes vitesses (LGV), SNCF Réseau demande que tous les ouvrages d'art implantés au-dessus ou parallèlement au domaine ferroviaire soient équipés de dispositifs de retenue de niveau H2 minimum, y compris en agglomération, quelle que soit la vitesse de circulation routière sur l'ouvrage.

Les sorties de la chaussée routière surviennent plus fréquemment au niveau des abords immédiats que sur l'ouvrage lui-même. Ainsi, la sécurité sur le pont ne peut se dissocier de celle de ses abords.

Aussi, il est important de traiter les abords de l'ouvrage, comme suit :

- hors agglomération, 50 m minimum de part et d'autre de l'ouvrage (cf. guide Gefra) ;
- en agglomération, ce traitement sera fonction de la configuration du site, en s'efforçant de se rapprocher de la longueur minimale de 50 m.

Ces abords seront donc équipés de dispositifs de retenue de même niveau que sur l'ouvrage.

### 2.2.3.2 - Cas des ouvrages franchissant des autoroutes, routes nationales ou routes départementales de 1<sup>re</sup> catégorie

Sur des ouvrages neufs franchissant des autoroutes, des routes nationales ou des routes départementales de 1<sup>re</sup> catégorie, en présence d'un trafic faible mais régulier d'engins agricoles, de bus, voire de poids lourds supérieurs à 13 t, il est recommandé de prescrire un dispositif de retenue routier de niveau H2 minimum.

### 2.2.3.3 - Cas d'un franchissement comprenant plusieurs ouvrages successifs

Dans le cas particulier d'un franchissement comprenant plusieurs tabliers successifs (par exemple les viaducs d'accès sur de grands ouvrages), l'indice de danger généralement évalué à partir de celui présentant les enjeux de sécurité importants peut conduire à un niveau de retenue excessif sur une partie du franchissement. De même, une sensibilité importante aux chocs de la structure de l'un des ouvrages d'art peut également amener à choisir un niveau de retenue surévalué sur les autres ouvrages.

Aussi, le choix du niveau de retenue pourra être dissocié par ouvrage, en respectant les règles de raccordement des dispositifs.

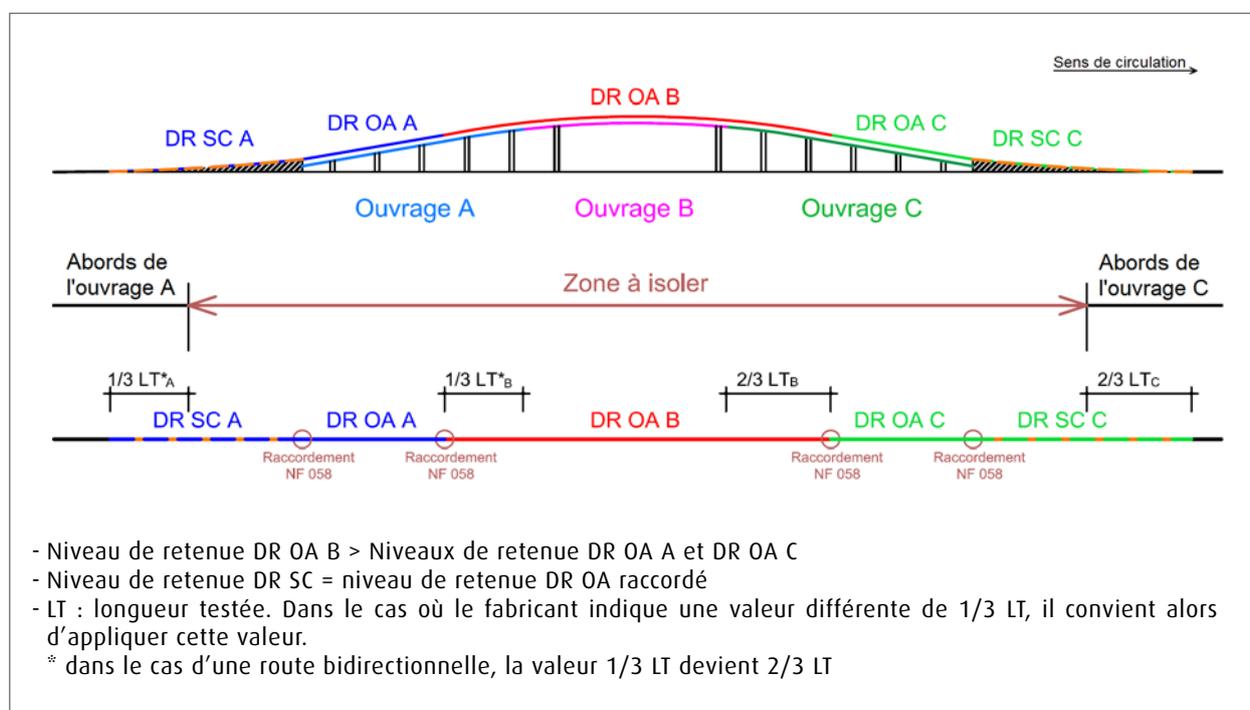


Illustration 11 : Cas particulier - Niveaux de retenue pour un franchissement comprenant plusieurs tabliers successifs

### 2.2.3.4 - Cas des ouvrages dont la structure est sensible aux chocs de véhicules

La morphologie des bow-string, ponts à haubans, ponts suspendus, ponts à poutres latérales, etc. conduit à avoir des éléments structurels exposés à un risque d'endommagement par choc d'un véhicule routier circulant sur l'ouvrage.

C'est pourquoi, au-delà d'une conception prenant en compte certaines situations accidentelles (telles qu'une rupture de suspentes), le concepteur pourra chercher à préserver l'intégrité de la structure en cas de chocs de véhicules, en choisissant un niveau de retenue supérieur au niveau de retenue issu du calcul de l'indice de danger.

Sans pour autant exclure la possibilité d'un choc sur la structure, le choix d'un DR de niveau H4b peut diminuer très sensiblement l'endommagement de celle-ci.

Sur la base d'une analyse coûts-avantages, le maître d'ouvrage pourra évaluer l'opportunité d'implanter un DR de niveau H4b, au regard des conséquences d'un accident (par exemple réduction de la capacité portante, voire indisponibilité de l'infrastructure) et du surcoût induit par l'implantation de ces dispositifs (élargissement du tablier, niveau de retenue supérieur, etc.).



*Illustration 12 : A26 - Bow string portant la RD 301 - Aix-Noulette (62) - juin 2020*

### 2.2.3.5 - Cas des ouvrages concernés par une restriction d'accès aux poids lourds

Il n'est pas nécessaire de prévoir un niveau de retenue de véhicule de poids supérieur au tonnage autorisé par la structure.

## 2.3 - Appréciation d'un objectif complémentaire

Le choix final du niveau de retenue constituant l'objectif principal a été déterminé précédemment.

Cependant, dans certains cas détaillés ci-après, il y a lieu de prendre en considération les objectifs secondaires suivants, au regard de la sécurité des usagers et des tiers :

- la protection contre la chute de chargements de PL ;
- la sécurité des usagers des VL ;
- la présence d'un trafic piéton.

Il peut exister d'autres objectifs secondaires à prendre en compte, tels que :

- la protection contre le bruit, par la mise en œuvre d'écrans acoustiques conformément à la norme NF EN 14388 (prise en compte similaire à celle de l'écran de retenue de chargement telle que décrite dans le § 2.3.1) ;
- la protection vis-à-vis des risques électriques en présence de caténaires sous l'ouvrage, par la mise en place d'auvents de protection.



### 2.3.1 - Protection contre la chute de chargements de poids lourds

Sur les ouvrages supportant des voies à fort trafic poids lourds (coefficient pondérateur K égal à 2,6), il est recommandé d'apprécier la nécessité d'équiper le dispositif de retenue choisi d'un écran de retenue de chargement, afin d'éviter le déversement de tout ou partie du chargement d'un PL au-dessus de :

- voies ferrées ;
- voiries routières à fort trafic (trafic > 10 000 véh/j par sens de circulation), lorsque les caractéristiques géométriques de la voie portée sont aggravées par la courbure, la pente longitudinale, etc. ;
- zones d'habitation à densité « élevée » (cf. § 2.2.2.5.3) ;
- zones très sensibles (cf. § 2.2.2.5.4).

Il existe deux types d'installation :

- soit l'écran fait partie intégrante du dispositif de retenue (cas le plus fréquent). Dans ce cas, il est nécessaire que l'écran soit testé selon la norme française XP P98-428 et que l'ensemble (barrière + écran) soit testé selon la norme NF EN 1317, afin de pouvoir bénéficier du marquage CE pour ce qui concerne les produits de construction ;
- soit l'écran est installé derrière le dispositif de retenue (au-delà de la largeur de fonctionnement, de la déflexion dynamique et de l'intrusion du véhicule). L'écran doit alors assurer la fonction de retenue de chargement selon une méthode à définir, car la norme française XP P98-428 ne s'applique pas à cette configuration.

La longueur de l'implantation d'un écran de retenue de chargement peut être traitée séparément de la longueur du dispositif de retenue auquel il est associé. La longueur de cet écran devra correspondre à la zone présentant un risque lié au déversement d'un chargement.

### 2.3.2 - Sécurité des usagers des véhicules légers

Quand le calcul de l'indice de danger (ID) aboutit au niveau de retenue H (c'est-à-dire pour la retenue des poids lourds), il est recommandé d'examiner plus particulièrement la probabilité de sortie de chaussée des seuls VL. En effet, les barrières de niveau H possèdent un niveau de sévérité de choc plus ou moins favorable pour les petits véhicules.

Pour mémoire, l'évaluation du niveau de sévérité de choc pour les occupants d'un véhicule léger de 900 kg est estimée par les indices ASI et THIV. En fonction de la valeur de ces deux indices, trois niveaux de sévérité de choc A, B et C sont définis dans la norme NF EN 1317 2.

Le niveau de sévérité de choc A offre, pour les occupants d'un véhicule en détresse, un meilleur niveau de sécurité que le B et ce dernier, un meilleur niveau que le C.

La probabilité de sortie des VL peut être exprimée par ID1 auquel aura été retranchée la valeur indiquée dans le tableau 19 ci-dessous en fonction du nombre de PL/jour :

Nombre moyen de PL/jour	1 à 299	300 à 999	1 000 à 4 999	5 000 et plus
Valeur à retrancher à ID1	1	2	3	4

Tableau 19 : Valeur à retrancher à ID1 en fonction du nombre de PL

Le seuil arbitraire retenu est de 15. Au-dessus de ce seuil, il y a lieu de prendre en compte cet objectif secondaire.

Il est alors recommandé de recourir à une barrière disposant du niveau de sévérité de choc le plus favorable, en l'occurrence A, éventuellement B.

### 2.3.3 - Prise en compte des piétons et autres modes actifs de déplacement

L'essor des modes actifs de déplacement, comme les piétons, les cyclistes et autres utilisateurs d'engins de déplacement personnels motorisés (EDPM) doit conduire à prendre en compte cette donnée lors de tout nouvel aménagement routier.

L'importance et la continuité d'un cheminement de déplacements actifs influent sur la création d'une voie spécifique, dédiée aux piétons, cycles ou autre, qu'elle soit séparée physiquement ou non de la circulation routière par un dispositif de retenue routier.



Le choix entre ces deux options, avec ou sans protection physique, est fonction de l'importance du trafic piéton, cyclistes, etc.

Aussi, si ce trafic est élevé, c'est-à-dire supérieur à une moyenne de 750 piétons<sup>11</sup> et cyclistes par jour tous sens confondus, il convient de retenir la solution avec un dispositif de retenue en bordure de la voie routière. Le dispositif de retenue d'ouvrage d'art devra alors disposer d'une largeur de fonctionnement WN compatible avec l'espace disponible, afin de ne pas venir percuter le garde-corps.

**Nota** : il est impossible de garantir la sécurité totale des usagers « modes doux » sur le cheminement piéton à moins de recourir à un DR avec une déflexion dynamique DN faible, ou de prévoir une sur largeur destinée au fonctionnement de la barrière non accessible aux usagers « modes doux » (idéal difficilement accessible) ou encore de créer un autre ouvrage dédié (passerelle, etc.) en parallèle de l'ouvrage routier.

Dans le cas de l'option d'un cheminement piéton non séparé par un DR, la barrière de bord d'ouvrage assurera à la fois la fonction de retenue de véhicules et la fonction de garde-corps pour piétons conformément à la norme XP P98-405.

**Nota** : sur les ouvrages situés sur un itinéraire où la circulation piétonne est interdite, la hauteur du DR de bord d'ouvrage devra respecter *a minima* la hauteur d'un garde-corps de service, tel que décrit dans la norme XP P98-405.

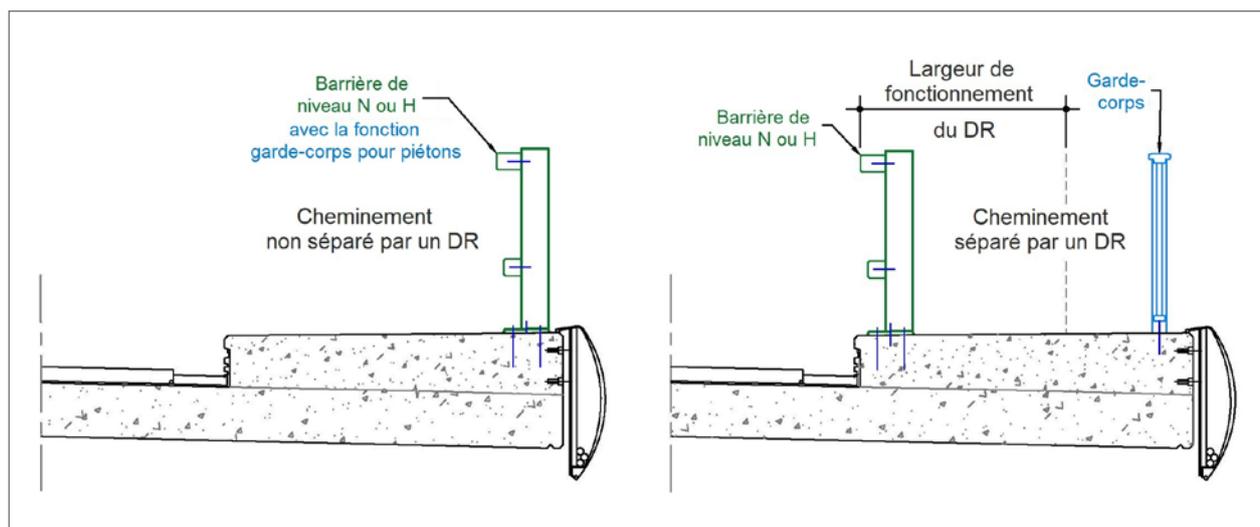


Illustration 13 : Cheminement modes doux

<sup>11</sup> Cette valeur est issue de l'étude des documents Analyse des données de fréquentation vélo 2018 – Vélo et territoires (Coordinateur du réseau national cyclable) de juin 2019 et de l'étude réalisée par les Pays-Bas fournie par le Cerema Territoires et Villes (ex CERTU).



## Chapitre 3

# Incidence des performances du dispositif de retenue sur le profil en travers de l'ouvrage

Le profil en travers de l'ouvrage est constitué de la largeur roulable, des largeurs de bande d'implantation des DR (définies ci-après) et de la largeur d'un éventuel cheminement modes actifs séparé ou non par un DR.

### 3.1 - Prise en compte du cheminement piéton et autres modes actifs de déplacement

#### 3.1.1 - Continuité des cheminements



Illustration 14 : RD124 - PS autoroute A6 - Venoy (89) - avril 2017

La continuité du cheminement piéton sur un ouvrage doit être assurée sans que les piétons ne soient obligés d'enjamber le DR à l'approche d'un pont.

Cela peut conduire à préférer une configuration d'implantation par rapport à une autre, ce qui implique **une étroite collaboration entre le projecteur de l'ouvrage et celui des tracés** pour obtenir des profils en travers homogènes, afin que toutes les conséquences d'un choix d'implantation de DR fait par l'une des deux parties soient connues de l'autre.



L'implantation d'une barrière avec un cheminement spécifique séparé par un DR sur ouvrage d'art implique (cf. illustrations 14 et 15) :

- la continuité du cheminement piéton sur les abords de l'ouvrage ;
- l'implantation d'une barrière sur les abords, en limite de BAU ou BDD, raccordée à la barrière de l'ouvrage en utilisant un raccordement marqué NF 058 Équipements de la route ou toute autre marque d'attestation de conformité délivrée par le ministre chargé des transports ;
- un aménagement prenant en compte la réglementation en matière d'accessibilité des personnes à mobilité réduite ;
- un profil en travers sur ouvrage comprenant soit une BAU soit une BDD, la largeur de la bande d'implantation de la barrière, éventuellement la sur largeur destinée au fonctionnement de la barrière non accessible aux usagers « modes doux », la largeur réservée au cheminement « modes doux » et enfin le garde-corps.

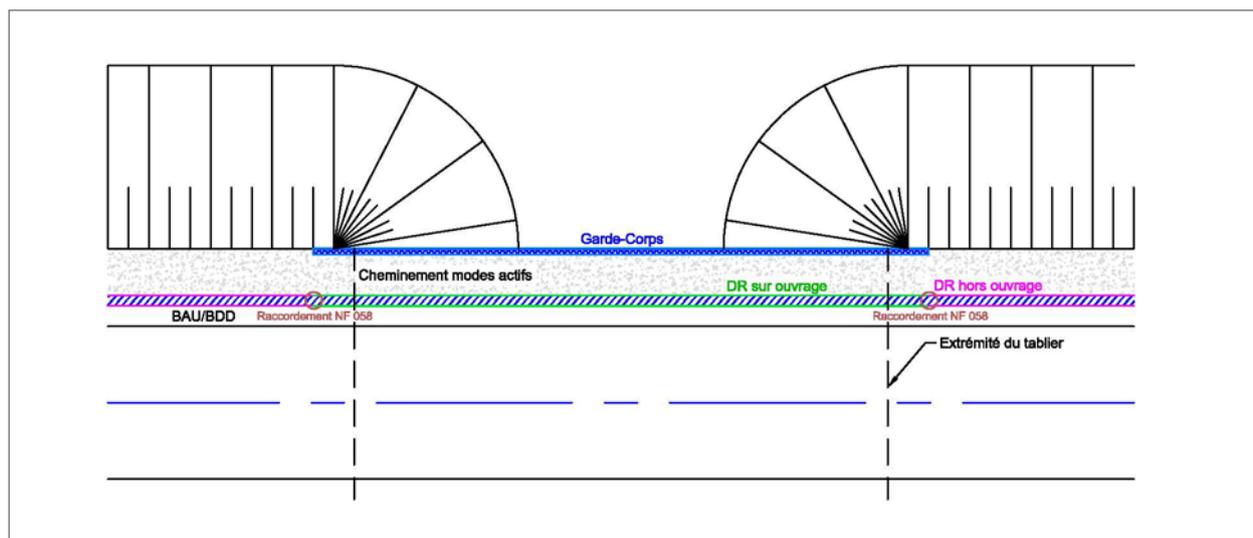


Illustration 15 : Vue en plan d'un cheminement modes actifs séparé par un DR

L'implantation d'une barrière en bord libre d'ouvrage implique (cf. illustration 16) :

- une absence de protection des piétons circulant sur le trottoir vis-à-vis de la circulation. Cette sécurité n'est toutefois pas fondamentalement différente de celle qu'a le piéton sur les abords ;
- un DR de bord d'ouvrage assurant la retenue des piétons (conforme à la norme XP P98-405) ;
- un profil en travers sur ouvrage comprenant une BAU ou une BDD, un trottoir et une barrière de bord libre d'ouvrage.

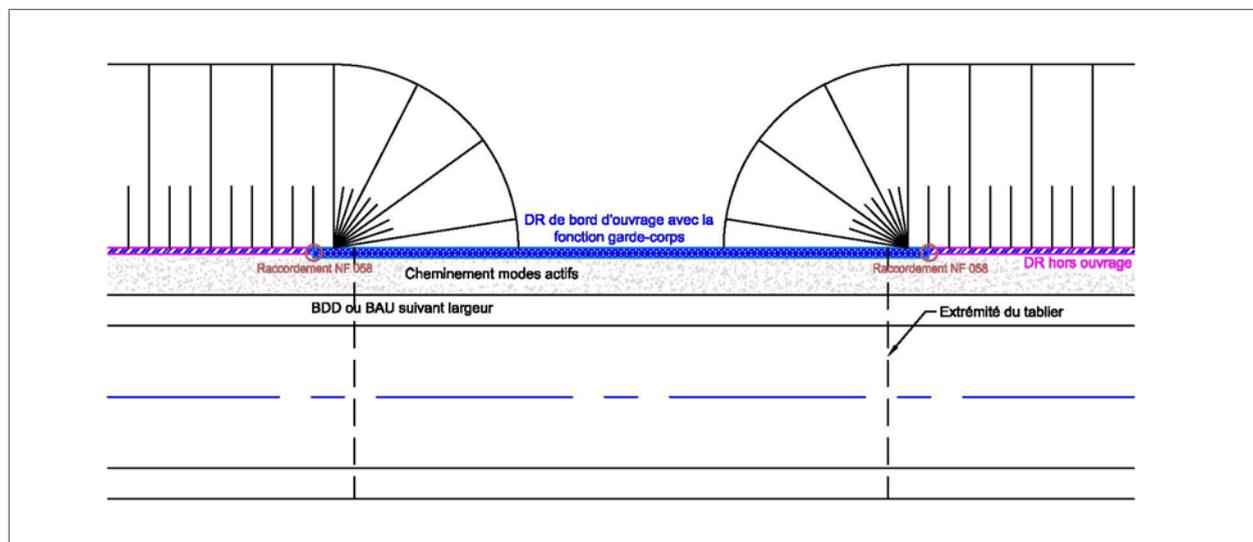


Illustration 16 : Vue en plan d'un cheminement modes actifs non séparé par un DR



## 3.2 - Détermination des largeurs des bandes d'implantation du dispositif de retenue

La largeur de la bande d'implantation a une incidence non négligeable sur la largeur du tablier et donc sur le coût de l'ouvrage.

Aussi, en phase projet, il convient de définir la largeur des bandes d'implantation des DR de façon à permettre l'implantation de modèles de barrière de fabricants différents.

Il est recommandé par ailleurs, de prendre en compte si possible les évolutions futures (nouvelles contraintes, niveau de retenue à augmenter, ancrage ou déformation de DR différent, etc.) et de prévoir une largeur de bande d'implantation adaptable à des configurations pouvant évoluer.

Cette largeur est dépendante des performances retenues pour la barrière, à savoir :

- la largeur de fonctionnement (WN) et la valeur d'intrusion du véhicule (VIN) en présence d'un obstacle à l'arrière de la barrière pouvant perturber son fonctionnement ;
- la déflexion dynamique (DN) pour une barrière implantée en bord d'ouvrage, en s'assurant que les roues du véhicule dans les conditions de l'essai de choc normalisé restent sur l'ouvrage. Il est admis qu'une demi-roue de ce véhicule pourra se situer hors ouvrage lors de l'essai.

Une méthode permettant d'affiner cette largeur est proposée dans le guide Cerema *Dispositifs de retenue marqués CE sur ouvrages d'art (de la conception de l'ouvrage à la mise en œuvre des DR)*, de décembre 2014.

Pour répondre à l'objectif sécuritaire, développé dans ce guide, de ne pas laisser de vide entre la barrière déformée et le tablier, la largeur de la bande d'implantation pourra tenir compte de la déflexion après choc de la lisse inférieure de la barrière.

### 3.2.1 - Incidence des cheminements sur le profil en travers

Une solution avec cheminement séparé par un DR par rapport à une solution sans cheminement séparé par un DR a une incidence sur le profil en travers de l'ouvrage et entraîne par conséquent un coût supplémentaire. Ce surcoût est par ailleurs fluctuant d'une barrière à l'autre, en fonction de l'importance de la poche de déformation qui est variable selon le type de choc (poids lourd ou véhicule léger) et de la prise en compte de la largeur minimale en matière de réglementation relative à l'accessibilité des personnes handicapées.

Pour les barrières implantées en limite de la voie de circulation routière, le profil en travers sur route principale pourra s'établir ainsi :

- BDD de 1 m minimum conformément à l'ARP ou, en l'absence de BDD, une largeur minimale de 50 cm pour limiter l'effet de paroi ;
- bande d'implantation de la barrière ;
- largeur du passage de service ou du trottoir intégrant éventuellement la largeur de fonctionnement de la barrière et une largeur de trottoir adaptée au trafic piéton ;
- largeur d'encombrement du garde-corps.

Pour les barrières implantées en bordure du tablier, le profil en travers pourra s'établir ainsi :

- largeur du trottoir adaptée au trafic piéton ;
- bande d'implantation de la barrière.



# Chapitre 4

## Cas des ouvrages existants

Pour les ouvrages d'art existants, l'arrêté RNER modifié ne fixe pas d'obligation de mise en conformité des dispositifs de retenue.

Néanmoins, dans certains cas, le gestionnaire de l'ouvrage d'art peut être amené à s'interroger sur l'adéquation entre les performances du dispositif de retenue en place et les enjeux de sécurité actuels. Aussi, il peut s'appuyer sur la méthode de calcul de l'indice de danger développée dans ce guide pour les ouvrages neufs, moyennant quelques adaptations, du fait que les ouvrages d'art existants présentent des caractéristiques géométriques et/ou structurelles imposées.

Il est précisé dans ce chapitre les cas où un nouveau calcul de l'indice de danger est obligatoire, ainsi que la manière d'adapter le résultat de celui-ci au regard de la structure existante de l'ouvrage, quelle que soit sa typologie, et de la nécessité de trouver un compromis « politique » entre sécurité et dépenses.

### 4.1 - Cas général

Au sens de l'arrêté RNER modifié, la réparation d'un dispositif de retenue routier endommagé sur un linéaire inférieur ou égal à 200 m peut être réalisée à l'identique. Auquel cas, il n'est pas obligatoire de procéder à un nouveau calcul de l'indice de danger.

Néanmoins, pour les ouvrages équipés d'un garde-corps seul, il est recommandé de faire un nouveau calcul de l'indice de danger selon la méthode proposée dans le présent guide, dans les cas suivants :

- en cas d'endommagement général dû à une pathologie ou résultant d'un choc conduisant au remplacement du garde-corps, le gestionnaire doit s'interroger sur le maintien du niveau de retenue actuel, au regard de l'évolution des enjeux de sécurité : évolution notable du trafic (volume et/ou typologie) sur la voie portée impactant le calcul d'ID1, augmentation des enjeux de la zone franchie par l'ouvrage impactant le calcul d'ID3, etc. ;
- en cas d'endommagements ponctuels répétitifs suite à des chocs ; compte tenu de la fréquence d'accidents, une analyse de sécurité globale est nécessaire pour identifier les causes de pertes de trajectoires, et ainsi permettre de rechercher les solutions de traitement adéquates.

Pour une réparation de DR suite à endommagement sur un linéaire supérieur à 200 m, l'arrêté RNER modifié s'applique. Aussi, il est obligatoire de procéder à un nouveau calcul de l'indice de danger.

Dans le cas de réhabilitation de la structure de l'OA n'impactant pas le dispositif de retenue, le calcul de l'indice de danger n'est pas obligatoire, mais reste possible au choix du gestionnaire.

Enfin, lorsque le gestionnaire prévoit des modifications importantes sur un ouvrage d'art impactant l'emprise des dispositifs de retenue, telles qu'un élargissement ou un aménagement du profil en travers de la voie portée, le calcul de l'indice de danger est obligatoire. Ce nouveau calcul permettra de prendre en compte une augmentation éventuelle des enjeux de la zone franchie (modification du statut, du trafic et/ou de la configuration de la voie, augmentation de la présence humaine, etc.).

**Nota** : l'augmentation éventuelle des enjeux de la zone franchie (par exemple, nouvel aménagement réalisé par un tiers) peut avoir une incidence sur le niveau de retenue souhaitable de l'ouvrage existant. Par conséquent, même en l'absence de travaux sur l'ouvrage, l'aménageur tiers doit procéder, en concertation avec le gestionnaire, au calcul de l'indice de danger.

Le logigramme de l'illustration 17 synthétise les principes énoncés ci-dessus.

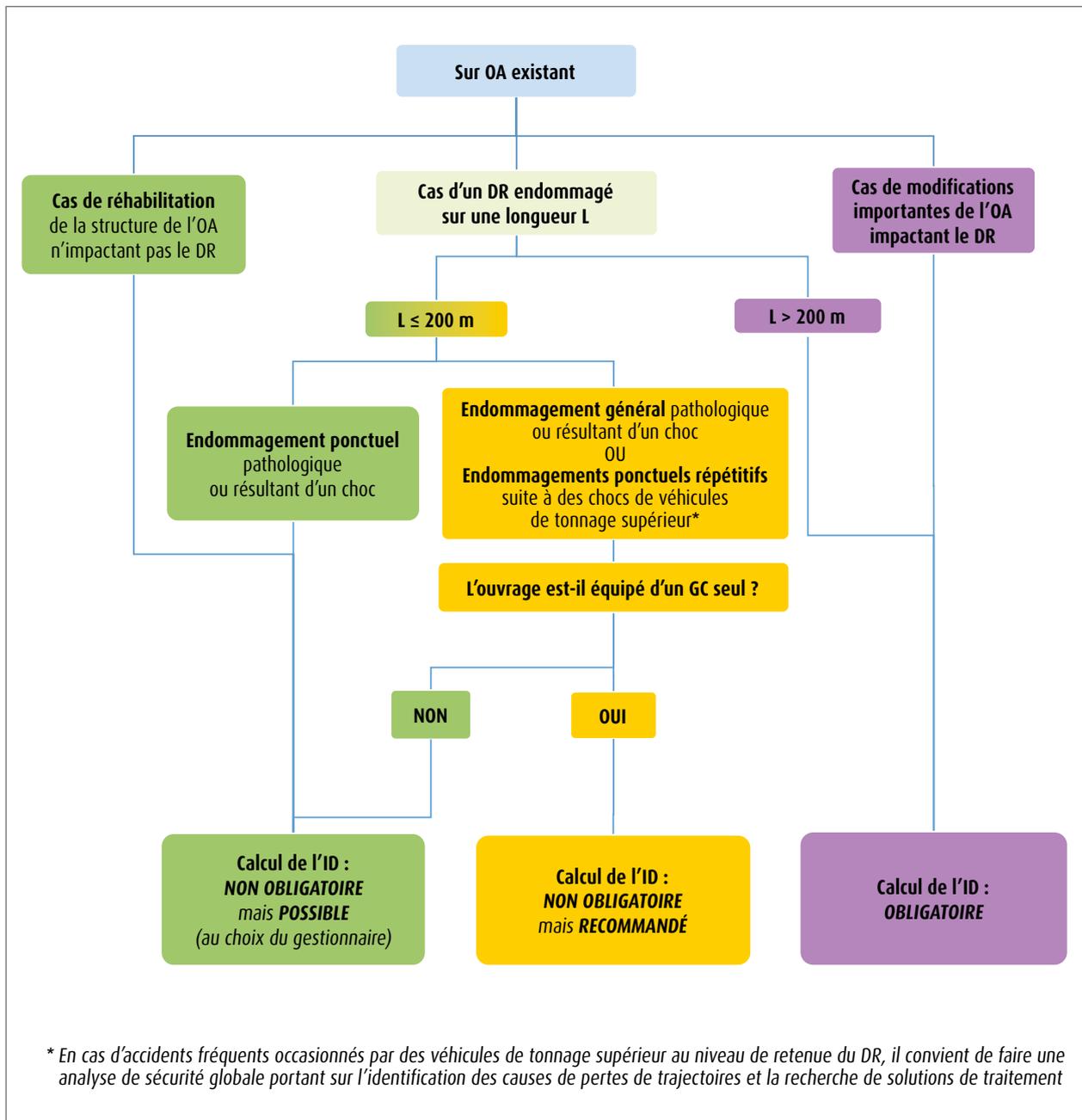


Illustration 17 : Logigramme présentant l'application de la méthode de calcul de l'indice de danger aux ouvrages existants

Ce nouveau calcul de l'indice de danger peut conduire à un niveau de retenue supérieur à celui du dispositif de retenue existant.

Pour les ouvrages existants répondant à l'une des configurations du § 2.2.3, l'objectif du niveau de retenue doit tendre vers celui d'un ouvrage neuf.

Sur la base de l'offre des produits « génériques » (DR antérieurs au marquage CE), la résistance de la structure de l'ouvrage existant pouvait s'avérer insuffisante pour reprendre les efforts transmis en cas de choc par un DR de niveau de retenue supérieur et nécessiter des renforcements disproportionnés de la structure de l'ouvrage.



Avec l'arrivée sur le marché de produits marqués CE, certains dispositifs de retenue sur ouvrages d'art transmettent à la structure des efforts sensiblement plus faibles. Ils permettent ainsi d'envisager plus largement l'implantation d'un DR respectant le niveau de retenue obtenu par le calcul de l'ID ou la réglementation.

Le choix d'un nouveau DR peut par ailleurs conduire à une réduction du profil en travers de l'ouvrage. En effet, la largeur d'implantation minimale d'une longrine peut entraîner une diminution de la largeur de chaussée ou de trottoirs. Dans certains cas, cette diminution de fonctionnalité est incompatible avec le choix du gestionnaire et l'élargissement de la structure peut conduire à des travaux disproportionnés ou tout simplement impossibles (exemple illustration 18). Cette disproportion doit être appréciée sur l'ouvrage dans son ensemble, notamment en incluant ses abords.



*Illustration 18 : RD31 - Pont de l'Abîme - Cusy (74) - 2010*

Aussi, le choix de la classe du niveau de retenue des dispositifs mis en place sur des ouvrages d'art existants, tels que ponts, murs de soutènement et ouvrages similaires, pourra être adapté en fonction des possibilités d'installation au vu de la structure des ouvrages, conformément à l'article 3.2 de l'arrêté RNER modifié.

La recherche de solutions pour le remplacement des dispositifs de retenue existants doit être menée de manière à atteindre le niveau de retenue le plus adapté, sans être inférieur au niveau de retenue existant.

Le logigramme présenté dans l'illustration 19 peut être utilisé dans le cadre de cette étude.

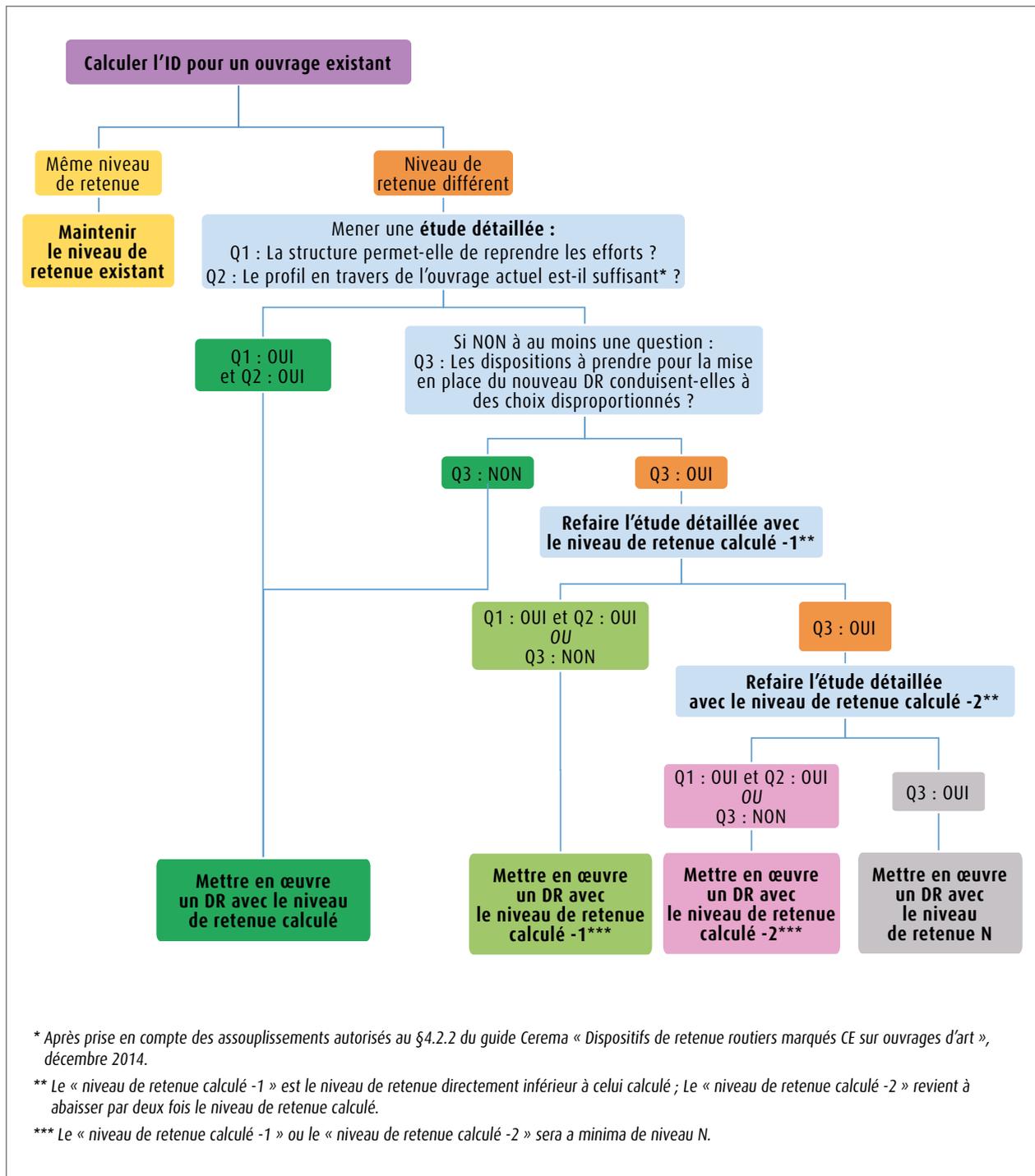


Illustration 19 : Logigramme présentant la méthode pour déterminer le niveau de retenue sur OA existant



## 4.2 - Cas des ouvrages en maçonnerie

Les ouvrages existants en maçonnerie de pierres, souvent équipés de parapets, doivent également faire l'objet d'un calcul de l'indice de danger pour définir le niveau minimal de retenue.

L'attention du maître d'ouvrage et du projeteur est cependant attirée sur le fait que les parapets maçonnés sont des ouvrages de constitution hétérogène qui n'assurent pas un niveau de retenue garanti. Ils constituent par ailleurs des obstacles qu'il convient de traiter en tant que tel, notamment à leurs extrémités.



Illustration 20 : RD767 - Échangeur de Saint-Avé (56) - mai 2012

Si le choix du maintien des parapets maçonnés en place est l'option choisie, elle doit respecter certaines prescriptions en matière de géométrie<sup>12</sup>.

Pour une valeur d'indice de danger supérieure ou égale à 19 correspondant à un niveau H2 minimum, il est recommandé de supprimer les parapets existants et de mettre en place des dispositifs de retenue ; cela implique de réaliser une étude structurelle de l'ouvrage, conduisant habituellement à la réalisation d'une dalle générale ou de dalles de frottement en béton armé dimensionnées selon les règlements en vigueur.



Illustration 21 : RD778 - Pont du Landy - Saint-Jean-Brévelay (56) - juin 2013

<sup>12</sup> Cf. article 2.2 du guide Sétra Garde-corps, Collection technique du guide GC, février 1997.



# Annexe

## Description des essais de choc et niveaux de retenue correspondants conformément à la norme NF EN 1317-2

Niveau	Essai	Vitesse	Angle	Retenue						Silhouette	
				Véhicules légers		Poids lourds					
				900 kg	1 500 kg	10 t	13 t	16 t	30 t		38 t
Garde-corps	Piétons uniquement										
N1	TB 31	80 km/h	20°		X						
	TB 32	110 km/h	20°		X						
N2	TB 11	100 km/h		X							
H1	TB 42	70 km/h	15°			X					
	TB 11	100 km/h	20°	X							
L1 (H1 + N2)	TB 42	70 km/h	15°			X					
	TB 32	110 km/h	20°		X						
	TB 11	100 km/h		X							
H2	TB 51	70 km/h	20°				X				
	TB 11	100 km/h		X							
L2 (H2 + N2)	TB 51	70 km/h	20°				X				
	TB 32	110 km/h			X						
	TB 11	100 km/h		X							
H3	TB 61	80 km/h	20°					X			
	TB 11	100 km/h		X							
L3 (H3 + N2)	TB 61	80 km/h	20°					X			
	TB 32	110 km/h			X						
	TB 11	100 km/h		X							
H4a	TB 71	65 km/h	20°						X		
	TB 11	100 km/h		X							
H4b	TB 81	65 km/h	20°							X	
	TB 11	100 km/h		X							
L4a (H4a + N2)	TB 71	65 km/h	20°						X		
	TB 32	110 km/h			X						
	TB 11	100 km/h		X							
L4b (H4b + N2)	TB 81	65 km/h	20°							X	
	TB 32	110 km/h			X						
	TB 11	100 km/h		X							



# Abréviations utilisées

<b>2 RM</b>	Deux-roues motorisés
<b>AFNOR</b>	Association française de normalisation
<b>ASCQUER</b>	Association pour la certification et la qualification des équipements de la route
<b>ASI</b>	Indice de sévérité de l'accélération (terme anglais)
<b>BAU</b>	Bande d'arrêt d'urgence
<b>BDD</b>	Bande dérasée de droite
<b>Cerema</b>	Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement
<b>D<sub>N</sub></b>	Déflexion dynamique normalisée
<b>DR</b>	Dispositif de Retenue routier
<b>DR SC</b>	Dispositif de retenue routier de section courante
<b>DR OA</b>	Dispositif de retenue routier sur ouvrage d'art
<b>EDP</b>	Engin de déplacement personnel
<b>GC</b>	Garde-corps
<b>ID</b>	Indice de danger
<b>Niveau de service</b>	Conditions de circulation routière faisant intervenir des aspects aussi différents que : vitesse, temps de parcours, liberté de manœuvre, arrêts, confort, commodité et sécurité.
<b>Niveau H</b>	Niveau caractérisant la retenue des poids lourds
<b>Niveau L</b>	Niveau caractérisant la retenue des poids lourds et des véhicules légers
<b>Niveau N</b>	Niveau caractérisant la retenue des véhicules légers
<b>OA</b>	Ouvrage d'art
<b>PL</b>	Poids lourd
<b>PEVH</b>	Plan d'exploitation de viabilité hivernale
<b>POVH</b>	Plan d'organisation de viabilité hivernale
<b>R<sub>dn</sub></b>	Rayon à dévers normal
<b>R<sub>m</sub></b>	Rayon minimal
<b>RNER</b>	Réglementation nationale des équipements de la route
<b>SC</b>	Section courante
<b>THIV</b>	Vitesse d'impact de la tête théorique
<b>TPC</b>	Terre-plein central
<b>VH</b>	Viabilité hivernale
<b>VI<sub>N</sub></b>	Intrusion du véhicule normalisée
<b>VL</b>	Véhicule léger
<b>V<sub>85</sub></b>	Vitesse théorique en dessous de laquelle circulent 85 % des usagers
<b>W<sub>N</sub></b>	Largeur de fonctionnement normalisée



# Bibliographie et références réglementaires

- [1] 2 × 1 voies : route à chaussées séparées. Guide technique. Sétra, 2011.
- [2] Aménagement des fortes pentes. Guide de références. Cerema, 2019.
- [3] ARP : Aménagement des routes principales. Guide technique. Sétra, 1994.
- [4] Arrêté du 2 mars 2009 et arrêté du 4 juillet 2019 modifiant l'arrêté du 2 mars 2009 dit « arrêté RNER modifié » relatif aux performances et aux règles de mise en service des dispositifs de retenue routiers.
- [5] Barrière de sécurité pour la retenue des poids lourds – Barrière de niveau H2 ou H3. Collection du guide technique GC. Sétra, 1999.
- [6] Barrière de sécurité pour la retenue des véhicules légers – Barrière de niveau N en accotement – Aménagement en TPC. Collection du guide technique GC. Sétra, 2001.
- [7] Choix d'un dispositif de retenue en bord libre d'un pont en fonction du site. Collection du guide technique GC. Sétra, 2002.
- [8] Circulaire du 29-08-1991 relative aux profils en travers des ouvrages d'art non courants.
- [9] Code de la route.
- [10] Conception des routes et autoroutes : Révision des règles (visibilité et rayons en angle saillant du profil en long). Guide de références. Cerema, 2018.
- [11] Dispositifs de retenue routiers – Partie 1 : Terminologie et dispositions générales pour les méthodes d'essai. Norme NF EN 1317 1. AFNOR, septembre 2010.
- [12] Dispositifs de retenue routiers – Partie 2 : classes de performance, critères d'acceptation des essais de choc et méthodes d'essai pour les barrières de sécurité incluant les barrières de bord d'ouvrage d'art. Norme NF EN 1317-2. AFNOR, septembre 2010.
- [13] Dispositifs de retenue routiers – Partie 4 : classes de performance, critères d'acceptation des essais de choc et méthodes d'essai des extrémités et raccordements des glissières de sécurité. Norme XP ENV 1317-4. AFNOR, avril 2002.
- [14] Dispositifs de retenue routiers – Partie 5 : exigences relatives aux produits et évaluation de la conformité pour les dispositifs de retenue pour véhicules. Norme NF EN 1317 5+A2. AFNOR, juin 2012.
- [15] Dispositifs de retenue routiers marqués CE sur ouvrages d'art. Guide de références. Cerema, 2014.
- [16] Garde-corps. Collection du guide technique GC. Sétra, 1997.
- [17] Géfra – Jumelage des plates-formes ferroviaires et routières ou autoroutières – Aide à la définition des dispositifs de protection anti-pénétration. Guide technique. Sétra, 2004.
- [18] Guide TOL : Traitement des obstacles latéraux sur les routes principales hors agglomération. Sétra, 2002.
- [19] ICTAAL : Instruction sur les conditions techniques d'aménagement des autoroutes de liaison. Cerema. Edition 2015, mise à jour 2021.
- [20] Recommandations pour les itinéraires cyclables RIC. Certu, 2005.
- [21] Référentiel de certification – Marque NF 058 Equipements de la route et ses annexes techniques 7 « Dispositifs de retenue » et 8 « Raccordements des dispositifs de retenue ». ASCQUER.
- [22] Voies structurantes d'agglomération – Conception des voies à 90 et 110 km/h. Guide de références. Cerema, 2015.

# Glossaire

**Barrière de sécurité** : dispositif continu de retenue des véhicules installé sur l'accotement ou sur le terre-plein central d'une route.

**Dispositif de retenue routier** : dispositif de retenue des véhicules et dispositif de retenue pour piétons utilisés sur les routes.

**Dispositif de retenue des véhicules** : dispositif installé sur les routes afin de retenir les véhicules en détresse.

**Dispositif de retenue de bord d'ouvrage d'art (ou de bord libre d'ouvrage)** : dispositif implanté à l'aplomb d'un bord de tablier, d'un mur de soutènement ou d'une structure similaire et qui peut comprendre un dispositif supplémentaire pour la protection et la retenue des piétons et autres usagers de la route (barrière de bord d'ouvrage d'art associant la fonction de retenue des véhicules et la fonction de garde-corps) (cf. illustrations 22 et 23).



Illustration 22 : RD29 sur RCEA - Montchanin (71) - février 2020 (Source : DIT/MARRN)

**Dispositif de retenue d'ouvrage d'art** : dispositif implanté en retrait d'un bord de tablier, d'un mur de soutènement ou d'une structure similaire. Il ne doit pas être implanté en bord d'ouvrage, sauf indication contraire du fabricant. Auquel cas un garde-corps doit être installé en bord d'ouvrage.



Illustration 23 : RD132 - PS sur l'A9 - Lattes (34) - juin 2020 (Source : DIT/GCA)



**Effet de paroi** : ressenti du conducteur en présence d'une paroi continue ayant pour conséquence de modifier inconsciemment son comportement (modification de trajectoire, réduction de vitesse, etc.).

**Garde-corps** : dispositif de retenue visant à empêcher la chute accidentelle dans le vide des piétons ou d'« autres usagers », tels que les cavaliers, les cyclistes... Il n'est pas destiné à retenir un véhicule lors d'une sortie de route accidentelle.

**Passage de service** : espace réservé le long d'un tablier de pont ou d'un mur de soutènement entre une barrière de sécurité et un garde-corps pour permettre l'exploitation de l'ouvrage.

**Raccordement** : connexion entre deux barrières de sécurité de conceptions et/ou de performances différentes (NF EN 1317-1).

**Route départementale de 1<sup>re</sup> catégorie** : route du réseau structurant défini dans le schéma directeur départemental des routes propre à chaque collectivité.

**Zone de sécurité** : la zone de sécurité est composée de la zone de récupération et d'une zone de gravité limitée, c'est-à-dire une surface dépourvue de tout obstacle risquant d'augmenter les conséquences corporelles d'une sortie de chaussée (selon le Guide ARP).

© 2021 - Cerema

Le Cerema, l'expertise publique pour le développement et la cohésion des territoires.

Le Cerema est un établissement public qui apporte un appui scientifique et technique renforcé dans l'élaboration, la mise en oeuvre et l'évaluation des politiques publiques de l'aménagement et du développement durables. Centre de ressources et d'expertise, il a pour vocation de produire et de diffuser des connaissances et savoirs scientifiques et techniques ainsi que des solutions innovantes au coeur des projets territoriaux pour améliorer le cadre de vie des citoyens. Alliant à la fois expertise et transversalité, il met à disposition des méthodologies, outils et retours d'expérience auprès de tous les acteurs des territoires : collectivités territoriales, services de l'État et partenaires scientifiques, associations et particuliers, bureaux d'études et entreprises.

Toute reproduction intégrale ou partielle, faite sans le consentement du Cerema est illicite (article L.122-4 du code de la propriété intellectuelle). Cette reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait une contrefaçon sanctionnée par les articles L.335-2 et L.335-3 du CPI.

Coordination et suivi d'édition › Cerema, Direction de la stratégie et de la communication, Département diffusion des connaissances, Pôle édition et valorisation des connaissances.

Mise en page › Graph'Imprim : 9-11 rue Sinclair 94000 Créteil

Illustration couverture › © C2images CD57 - Le pont de Cattenom-Koenigsmacker sur la Moselle (RD 56)

Illustrations et graphiques intérieurs › © Cerema - © Conseil Départemental 56 - © DGITM/DIT/GCA - © DREAL Bourgogne Franche-Comté - © J.P. Moullet

Impression › Jouve-Print - 733, rue Saint-Léonard - 53100 Mayenne - Tél. 02 43 11 09 00

Cet ouvrage a été imprimé sur du papier issu de forêts gérées durablement (norme PEFC) et fabriqué proprement (norme ECF). L'imprimerie Jouve-Print est une installation classée pour la protection de l'environnement et respecte les directives européennes en vigueur relatives à l'utilisation d'encre végétales, le recyclage des rognures de papier, le traitement des déchets dangereux par des filières agréées et la réduction des émissions de COV.

Achévé d'imprimer : novembre 2021

Dépôt légal : octobre 2021

ISBN : 978-2-37180-539-2 (papier)

ISBN : 978-2-37180-540-8 (pdf)

ISSN : 2276-0164

Prix : 24 €

#### Éditions du Cerema

Cité des mobilités

25 avenue François Mitterrand

CS 92 803

69674 Bron Cedex

Pour commander nos ouvrages › [www.cerema.fr](http://www.cerema.fr)

ou par mail › [bventes@cerema.fr](mailto:bventes@cerema.fr)

**[www.cerema.fr](http://www.cerema.fr)** › Nos publications



## La collection « Références » du Cerema

Cette collection regroupe l'ensemble des documents de référence portant sur l'état de l'art dans les domaines d'expertise du Cerema (recommandations méthodologiques, règles techniques, savoir-faire, etc.), dans une version stabilisée et validée. Destinée à un public de généralistes et de spécialistes, sa rédaction pédagogique et concrète facilite l'appropriation et l'application des recommandations par le professionnel en situation opérationnelle.

## Choix des performances d'un dispositif de retenue sur ouvrage d'art

### Méthode de calcul de l'indice de danger

Ce guide méthodologique présente la méthode de calcul de l'indice de danger pour les infrastructures routières dont la vitesse autorisée est supérieure ou égale à 70 km/h.

Il est destiné aux projeteurs et aux gestionnaires d'ouvrages d'art. Il vise à les aider dans le choix des performances d'un dispositif de retenue routier sur pont neuf ou existant et sur mur de soutènement. Il tient compte des dernières évolutions réglementaires (normes NF EN 1317, arrêtés modifiant l'arrêté du 2 mars 2009 dit « arrêté RNER »).

Il se substitue au précédent guide du Sétra intitulé *Choix d'un dispositif de retenue en bord libre d'un pont en fonction du site*, publié en février 2002.

## Sur le même thème

Garde-Corps - Collection technique GC, Sétra, 1997

Barrières de sécurité pour la retenue des véhicules légers (Barrières de niveau N et équipements du TPC) - Collection technique GC, Sétra, 2001

Barrières de sécurité pour la retenue des poids lourds (Barrières de niveau H2 et H3) - Collection technique GC, Sétra, 1999

Dispositifs de retenue routiers marqués CE sur ouvrages d'art - De la conception de l'ouvrage à la mise en œuvre des dispositifs de retenue - Guide méthodologique, Cerema, 2014

Aménagement et cohésion des territoires - Ville et stratégies urbaines - Transition énergétique et climat - Environnement et ressources naturelles - Prévention des risques - Bien-être et réduction des nuisances - Mobilité et transport - Infrastructures de transport - Habitat et bâtiment

Gratuit  
ISSN : 2276-0164  
ISBN : 978-2-37180-540-8



9 782371 805408

Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement - [www.cerema.fr](http://www.cerema.fr)

Infrastructures de transport et matériaux - 110 rue de Paris - 77171 Sourdun - Tél. +33 (0)1 60 52 31 31

Siège social : Cité des mobilités - 25, avenue François Mitterrand - CS 92 803 - F-69674 Bron Cedex - Tél. +33 (0)4 72 14 30 30