

4

ÉQUIPEMENTS D'OUVRAGES

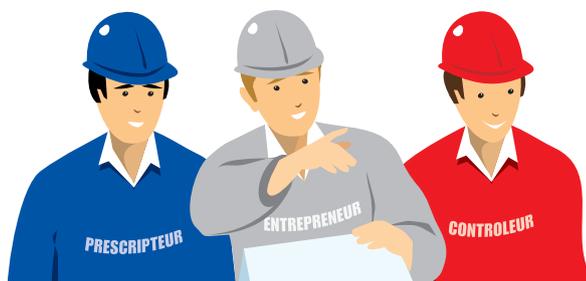
Entretien et réparation des équipements d'ouvrages

► **Dispositifs de retenue
et garde-corps**

Une édition du syndicat
national des entrepreneurs
spécialistes de travaux
de réparation et renforcement
de structures (STRRES)

Décembre 2009

Le présent guide s'adresse aux **entrepreneurs** qui ont à réaliser l'entretien et la réparation des dispositifs de retenu et des garde-corps. Il concerne aussi les deux autres acteurs de l'opération que sont le **prescripteur** et le **contrôleur** (maître d'œuvre ou son représentant).



Les trois intervenants,

SOMMAIRE

INTRODUCTION	4
1 - DÉFINITIONS DES DISPOSITIFS DE RETENUE ROUTIER	7
1.1 - Terminologie.....	8
1.2 - Rôle et fonction.....	9
1.2.1 - Des garde-corps.....	9
1.2.1.1 - Aspect général.....	9
1.2.1.2 - Quand doit-on mettre un GC ?.....	9
1.2.2 - Des barrières de sécurité.....	10
1.3 - Les solutions techniques sur les ouvrages neufs.....	11
1.3.1 - Les garde-corps. Exigences de performance.....	11
1.3.2 - Les barrières de sécurité. Les niveaux de sécurité.....	13
1.4 - La procédure d'évaluation des DRR.....	14
1.4.1 - Généralités.....	14
1.4.2 - Cas des garde-corps.....	14
1.4.3 - Cas des barrières de sécurité.....	15
2 - DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE	17
3 - AIDE AU DIAGNOSTIC SUR L'ÉTAT DES DRR	19
3.1 - Introduction.....	20
3.2 - Le diagnostic visuel.....	22
3.2.1 - Défaut de géométrie.....	22
3.2.2 - Altération par corrosion ou vieillissement des matériaux.....	22
3.2.3 - Désorganisations des liaisons entre les parties du DRR.....	23

Un pont qui porte une route est emprunté par différentes catégories d'usagers qui doivent pouvoir y circuler en toute sécurité. Par ailleurs, le contexte de l'ouvrage (hauteur de chute, survol d'autres voiries ou de voies ferrées, voire même de zones habitées) conduit à rechercher le maintien sur l'ouvrage de ces usagers (figure 1) car les conséquences du franchissement de la rive de la chaussée sont en général plus graves qu'en section courante.



Figure 1 : le maintien sur l'ouvrage de ce poids lourd aurait été souhaitable pour la sécurité de la circulation des trains !
Crédit photo SETRA/CTOA

> L'itinéraire dans lequel le pont est intégré supporte un trafic d'usagers très divers. Ce sont :

- les piétons,
- les engins à deux roues, avec ou sans moteur,
- les véhicules automobiles légers (VL), berlines et véhicules utilitaires d'un poids total en charge inférieur à 3,5 t,
- les poids lourds (PL) dont le poids total varie de 3,5 t à 40 t (convois exceptionnels non compris),
- les autocars,
- etc.

> Pour atteindre cet objectif de sécurité vis-à-vis de tous ces usagers, les moyens à mettre en œuvre vont aller en croissant en complexité. Ceci explique que l'on a défini plusieurs niveaux de sécurité qui sont les suivants :

a) pour les piétons, le niveau GARDE-CORPS,

b) pour les véhicules légers, le Niveau N selon NF EN 1317-1 et 2 (qui correspond, sommairement, aux dispositifs que l'on appelait «GLISSIERE»),

c) pour les poids lourds, le Niveau H selon NF EN 1317-1 et 2 (correspondant à l'ancien niveau « BARRIERE »).

Pour chacun de ces niveaux, il sera fait appel à des dispositifs spécifiques, dont le choix, aussi bien au moment de la conception d'un pont neuf que lors des interventions de réparation, est l'aboutissement d'une analyse complexe et délicate.

Dans ce qui suit, le contexte de la retenue des piétons est disjoint de la sécurité liée à la circulation routière des véhicules. Le cas des garde-corps sera donc examiné, à chaque chapitre, de façon distincte, même si, parfois, la sécurité des piétons est un aspect particulier d'un dispositif de retenue des véhicules.

Tout d'abord, la sécurité routière sur les ponts n'est qu'un aspect particulier de la sécurité routière en général : il n'est donc pas possible de traiter les ponts différemment et sans prendre en considération les décisions prises pour la route, hors ouvrage.

En première approche, on pourrait penser que le rôle du projeteur devrait se limiter à sa mission strictement réglementaire qui consiste à mettre à la disposition de l'usager un "ruban" bien dessiné, confortable et solide. En réalité, le problème est nettement plus complexe.

> Mais que doit et que peut faire le Maître d'Ouvrage ?

a) Il n'existe pas, et ne peut exister, d'obligation légale de prévenir et de couvrir toute faute du conducteur qui est tenu, selon l'article R413-17 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."**

b) Cependant la mission générale de l'Etat (et, par extension, les gestionnaires des routes des collectivités locales) est d'assurer un niveau normal de sécurité publique.

c) C'est un devoir pour l'Administration de faire de son mieux pour que ce niveau soit atteint, d'autant plus que des tiers innocents sont très souvent victimes des accidents.

d) Reste que la définition d'un niveau normal ne se précise que peu à peu en la matière et est d'ailleurs fluctuante en raison de :

- l'évolution constante du parc des usagers,
- l'évolution des connaissances techniques ; ce n'est que depuis peu que l'on commence à développer des barrières capables de retenir un semi-remorque de 38 t, alors qu'au début des années soixante les modèles existants ("glissières" en béton ou en acier) retenaient, à grand peine, un véhicule léger!
- l'accroissement de la demande sociale en matière de sécurité, notamment avec la recherche de responsabilité en cas d'accident grave mortel.

e) La sécurité totale sur l'ensemble du réseau est un idéal totalement inaccessible, ne serait-ce que pour des raisons financières et du fait du nombre quasi illimité des configurations possibles des accidents.

f) Le choix d'un niveau de sécurité en la matière est donc, dans tous les cas, **un choix de nature politique, car il implique un compromis entre sécurité et dépenses.** Cependant, en raison de sa complexité, les autorités politiques compétentes n'ont pu prendre, jusqu'à présent, que des décisions partielles, voire fragmentaires.

Il appartient aux ingénieurs (qu'ils soient agents du Ministère ou non), qui ne sont que les délégués du maître d'ouvrage (ministre, responsable de collectivités locales, ...) de chercher à agir de façon homogène par rapport à ces décisions, sans aucune partialité **dans un sens ni dans l'autre**.

g) En **conclusion**, il existe pour le projeteur un devoir moral d'appréciations raisonnables, donc relativement homogènes, dans le choix et le bon emploi des moyens à mettre en œuvre dans les différents cas d'espèce.

Il n'y a bien entendu pas d'obligation de résultat et, pour le moment, très peu d'obligations précises de moyens.

A coté des **actions préventives** (sur le conducteur, sa formation et son information, l'aménagement des infrastructures, les améliorations techniques sur les véhicules), on fait appel à des **moyens curatifs** qui n'interviennent que parce que l'effet des autres actions n'a pas été, en tout ou en partie, couronné de succès.

> Ces moyens ont pour objet :

a) Vis-à-vis des véhicules en perdition : de les accueillir et de redresser leur trajectoire en faisant en sorte que les décélérations qui en découlent soient tolérables pour les occupants du véhicule,

b) Vis-à-vis des tiers : en essayant de les protéger, que ces tiers soient des usagers de la route ou situés sur la zone survolée par le pont.

Ces moyens sont matériels et ont reçu la dénomination de **DISPOSITIFS DE RETENUE ROUTIERS (DRR)**.

1

Définitions des dispositifs de retenue routiers

1.1 Terminologie

1.2 Rôle et fonction

1.3 Les solutions techniques sur les ouvrages neufs

1.4 La procédure d'évaluation des DRR

> La norme (NF EN 1317-1) donne, dans son § 4, une terminologie relative aux dispositifs de retenue. On en retiendra les principales définitions suivantes :

- Le **dispositif de retenue routier** est un terme général désignant «les dispositifs de retenue de véhicules et les dispositifs de retenue pour piétons utilisés sur les routes» (NF EN 1317-1, § 4.1).
- Un **dispositif de retenue des véhicules** est un «dispositif installé sur les routes pour fournir un niveau de retenue pour un véhicule en détresse» (NF EN 1317-1, § 4.2).

Ceci comprend les **barrières de sécurité** (sur et hors OA), les extrémités, les raccordements, les atténuateurs de choc et les lits d'arrêt.

> Sur les ponts, on aura donc, côté bord libre :

- des dispositifs de retenue pour piétons qui sont les **garde-corps**,
- des dispositifs de retenue pour véhicules qui sont les **barrières de sécurité pour ouvrages d'art**. Ces dernières pouvant, dans certaines configurations, combiner les deux fonctions.

1.2.1 DES GARDE-CORPS

1.2.1.1 Aspect général

Ce sont des dispositifs assurant la sécurité des piétons, des cyclistes, voire, dans quelques cas spécifiques, des chevaux et de leur cavalier ! Ils sont mis en place en bord libre des tabliers, en limite extérieure des trottoirs. On trouvera les règles afférentes à leur conception, aux conditions de fabrication et à la mise en œuvre dans la norme NF P 98-405 (en attendant la norme prEN 1317-6 en phase finale d'élaboration).



Figure 2 : Rôle du garde-corps. Crédit photo M. Fragnet

La nature de ce dispositif le distingue nettement des dispositifs de retenue de véhicules, notamment par les principes de dimensionnement et d'évaluation de la performance. Ceci explique que les garde-corps fassent l'objet de paragraphes spécifiques.

1.2.1.2 Quand doit-on mettre un GC ?

> Le texte suivant cite l'article 1.1 du guide GC «garde-corps», car il paraît bien résumer la situation :

«La fonction de base d'un garde-corps est d'empêcher la chute, en bas d'un ouvrage, d'un piéton circulant sur le trottoir d'un pont. Le garde-corps est donc un élément primordial de la sécurité de l'utilisateur "piéton".

Ceci étant posé, la réglementation ne précise pas, à notre connaissance, les conditions d'emploi d'un garde-corps. C'est-à-dire que l'on ne définit pas la zone qui est justifiable d'un garde-corps (par exemple: hauteur de chute régnant sur une longueur minimale). Ceci reste de l'appréciation du Maître d'Ouvrage qui a un devoir de construire des ouvrages assurant un certain niveau de sécurité à l'utilisateur. Si cette liberté d'appréciation se discute peu dans le cas d'un pont franchissant une autre voirie ou un cours d'eau, elle est plus sujette à appréciation pour certains petits murs de soutènement ou pour un petit ouvrage franchissant un ru dans une zone à piétons très rares.

A notre avis, il ne doit être fait usage de cette liberté qu'avec mesure ; il existe, en effet, des solutions pour équiper de petits ouvrages assurant un niveau minimal de sécurité (voir le § 4.5) et un garde-corps représente un investissement relativement modeste aussi il est conseillé d'en prévoir un sauf en l'absence de tout risque prévisible.»

1.2.2 DES BARRIÈRES DE SÉCURITÉ

Parmi les dispositifs de retenue, nous nous intéresserons seulement aux barrières de sécurité dont la fonction est de «retenir» les véhicules en perdition sur les ponts, viaducs et ouvrages similaires. On notera que le terme «dispositif de retenue» est un peu abusif car il n'est pas question, considérant la quantité de métal utilisée, de «retenir» un véhicule animé d'une importante quantité d'énergie cinétique (E_c).

> Ainsi, un véhicule arrivant sur une barrière de sécurité met en jeu une quantité d'énergie cinétique qui est reprise par le DR que l'on peut estimer à la valeur suivante :

$$E_c = \frac{1}{2} \cdot M \cdot (V \cdot \sin \alpha)^2$$

Avec M = masse du véhicule en tonnes,
V = vitesse en km/h,
 α = angle d'incidence.

Elle est de l'ordre de 50 à 100 kJ pour un VL et atteint 450 à 500 kJ avec un PL de 40 t.



Figure 3 : rôle d'un DRR (Photo prise lors d'un essai au LIER). Extrait d'un rapport d'essai

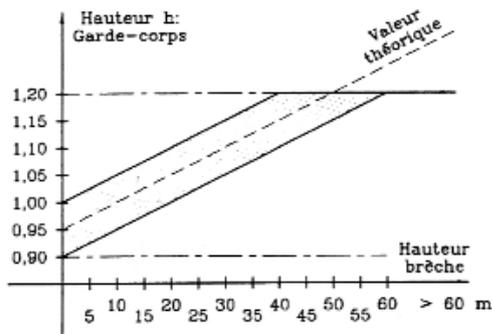
Ce niveau d'énergie est sans commune mesure avec l'énergie mise en jeu par un véhicule en mouvement. En fait, le dispositif va principalement «rediriger» le véhicule en absorbant environ 10 à 20% de cette énergie (le reste est dissipé sous forme de chaleur, en frottement et en déformation du véhicule). Ceci est d'ailleurs bénéfique pour l'usager pour qui l'arrêt restera progressif et non brutal.

1.3.1 LES GARDE-CORPS. EXIGENCES DE PERFORMANCE

> Ce sont des éléments, en général métalliques (acier ou alliage d'aluminium ou mixte) mais aussi, parfois, en béton armé, en bois, en verre, etc. qui sont implantés en bord libre d'un pont. Ils doivent satisfaire à trois types de critères (voir la norme XP P 98-405, résumée sur la figure 4) :

- de géométrie (hauteur, dimension du remplissage), en fonction de la nature de l'ouvrage,
- de résistance statique simulant la poussée d'une foule, poussée fonction de la largeur du trottoir,
- de résistance dynamique simulant le choc d'un corps sur les éléments de remplissage du garde-corps ou la tenue au choc de remplissage fragile (les panneaux en verre, par ex.).

HAUTEUR



Cas des ponts avec trafic piétons autorisé

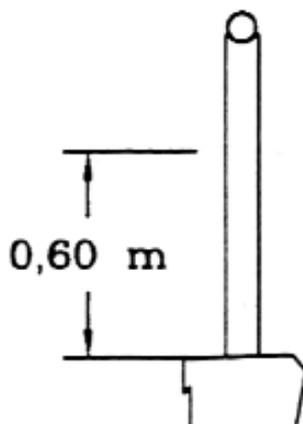
$$h = 0.95 + 0.005 H_c \pm 0.05 \text{ en m}$$

H_c : Hauteur de chute

Cas des ponts avec piétons interdits

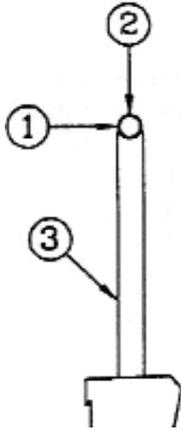
$$h > 0.9 \text{ m}$$

VIDES



Du rampant jusqu'à 0.6 m de hauteur : pas de possibilités de passer un cylindre de 15 cm de diamètre

CHARGES STATIQUES



① q_1 uniforme, normale et horizontale
 $q_1 = 500 (1 + \text{largeur du trottoir en m})$
 en N par m

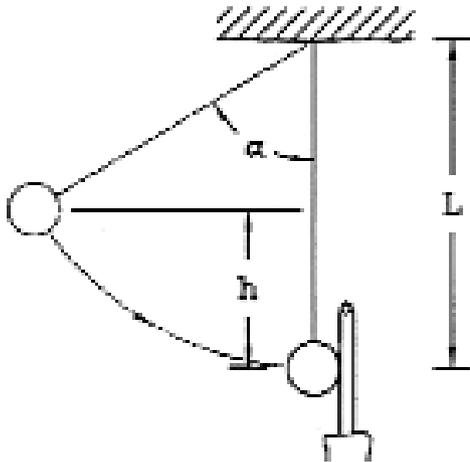
Garde-corps sur ponts à trafic piétons autorisé
 $q_1 \text{ max} = 2500 \text{ N par m}$

Garde-corps sur ponts à trafic piétons interdit
 $q_1 = 1000 \text{ N par m}$

② q_2 uniforme et verticale $q_2 = 1000 \text{ N/ml}$

③ q_3 concentré sur tout élément non vertical du garde-corps
 $q_3 = 1000 \text{ N}$

CHARGES DYNAMIQUES



Essai au sac de sable ou à la bille d'acier

Figure 4 : Résumé des principales prescriptions de la norme XP P 98-405. (Extrait du guide GC Garde-corps du SETRA)

1.3.2 LES BARRIÈRES DE SÉCURITÉ. LES NIVEAUX DE SÉCURITÉ

Les solutions techniques en la matière vont dépendre du niveau de sécurité que l'on souhaite avoir sur l'ouvrage, en continuité de ce qui est en place en section courante : on ne retient pas un petit VL de 900 kg comme un car de 13 t ou un semi-remorque de 40 t !

> Ces niveaux sont définis dans la norme NF EN 1317-2 et on peut les résumer dans le tableau de la figure 5 repris de la norme :

Niveau	Conditions de l'essai d'acceptation		
	Vitesse d'impact (en km/h)	Angle d'impact (en degrés)	Masse totale du véhicule (en t)
N1	80	20	1,5
N2	110 100	20 20	1,5 0,9*
H1	70	15	10
H2	70	20	13 (car)
H3	80	20	16
H4a	65	20	30 rigide
H4b	65	20	38 (semi-remorque)

N.B. : Les essais selon le niveau H sont systématiquement complétés par un essai selon les conditions repérées par un*.

Figure 5 : Les niveaux de sécurité selon NF EN 1317-2

On trouvera donc, en France, des barrières de niveau N et des barrières de niveau H2, H3 ou H4b (le niveau H4a n'a pas été considéré comme pertinent, en France, compte tenu de la nature des PL circulant sur les routes).

1.4.1 GÉNÉRALITÉS

Dans ce chapitre, le point important du choix du produit est abordé. En effet, tant les produits mis en œuvre que ceux qui subiront des réparations doivent continuer, durant toute leur vie, à garantir le niveau de performance pour lequel ils sont définis.

D'autre part, leur choix ne peut être fait que parmi des produits ayant apporté la preuve de leur conformité à la norme, pour les garde-corps et, pour les Dispositifs de Retenue Routier (DRR), dans la liste des procédés ayant une autorisation d'emploi, en attendant le marquage CE.

1.4.2 CAS DES GARDE-CORPS

Compte tenu de la diversité des modèles proposés, de la volonté de laisser une certaine liberté aux responsables en charge de l'esthétique d'un pont et de la grande variation de l'importance des linéaires concernés, il n'existe pas de procédure d'homologation ou d'avis technique ou similaire. La norme se limite à fixer un niveau de performance à atteindre et les méthodes de calcul.

On doit donc exiger, sur site, que le modèle que l'on envisage d'implanter fasse l'objet d'une note justificative de conformité à la norme, y compris son ancrage ainsi que la copie du PV d'essai sous choc(s). Cette note doit faire l'objet d'une vérification par un BET avant son acceptation qui vaut transfert de responsabilité.

En principe, cette justification est à faire par le concepteur du garde-corps (serrurier pour un modèle sur catalogue ou BET). Elle sera faite par le serrurier s'il propose une variante de conception ou d'ancrage par rapport à ce qui est prévu au marché.

Il est rappelé que chaque norme précise, dans un chapitre spécifique, le domaine d'application concerné par le texte en question : aussi, selon la zone d'implantation du garde-corps, on devra faire référence à la norme ad hoc. Ainsi, le domaine des ouvrages de génie civil est celui de la norme XP P 98-405 alors que celui du bâtiment, hors du domaine du présent document qui se limite au Génie Civil, est celui des normes NF P 01-012 et 01-013. En ce qui concerne les garde-corps de sécurité, la norme XP P 98-405 comporte des dispositions permettant de respecter les prescriptions en cas de travaux sur un pont (les garde-corps de sécurité sont traités dans le chapitre 6).

Si la question se pose rarement dans le cas d'un pont routier, il n'en est pas de même avec les passerelles piétonnes et il est alors important de bien définir le domaine d'application, car cela peut influencer sur le dimensionnement et la géométrie du produit, même s'il existe des points communs.



Figures 6 et 7: exemples de GC sur une passerelle dans un domaine de bâtiment (à gauche) et dans un contexte de génie civil (à droite). Crédit photos M. Fragnet

1.4.3 CAS DES BARRIÈRES DE SÉCURITÉ

Le texte de référence est le décret n°2002-1251 (10.10.2002) et son arrêté d'application du 14.02.2003 sur les équipements routiers modifiant le code de la voirie routière qui est, en fait, le cadre juridique applicable à l'ensemble des équipements routiers.

On retiendra que, selon ces documents, les dispositifs de retenue doivent faire l'objet d'une sorte «d'homologation» par l'autorité ministérielle ad hoc pour être implantés sur les voiries ouvertes à la circulation publique (juridiquement, il s'agirait plus exactement d'une autorisation d'emploi).

Seuls les dispositifs de retenue répertoriés sur une liste sont autorisés, sauf dérogation particulière et spécifique.

Cette autorisation est délivrée sur la base de (ou des) résultat(s) d'essais de choc selon les conditions de la norme NF EN 1317 (1 & 2). Ces essais, qui sont des essais de chocs avec des véhicules dans des conditions précises, sont effectués sur un prototype. Ce prototype est décrit dans un référentiel technique qui est, soit la norme du produit, soit un document technique annexé à la circulaire autorisant son emploi.

La règle consiste à fabriquer un produit strictement identique à celui décrit dans le référentiel. Si l'on souhaite fabriquer un autre produit ou le même mais avec des cotes ou des formes différentes, il faut demander une autorisation qui devra s'appuyer uniquement sur des résultats d'essais faits conformément à la norme NF EN 1317 (1 & 2).

Ce qu'il faut retenir d'important dans ce qui précède est qu'il n'existe pratiquement que peu de possibilités de poser un dispositif de retenue qui ne soit pas correctement apprécié sous peine que la responsabilité (de l'entreprise comme du maître d'ouvrage) soit recherchée en cas de défaut de comportement lors d'accidents.

> La mise en place du marquage CE sur la base de la norme NF EN 1317-5 (et, notamment, son annexe ZA) interdit la mise sur le marché de produit non marqué CE. Le niveau 1 de l'attestation de conformité est équivalent à une «certification». Le marquage CE comporte les indications suivantes :

Performance au choc:

- a) Niveau de retenue : N (1 ou 2) ou H (1 à 4)
- b) Sévérité de choc : A ou B ou C
- c) Largeur de fonctionnement : H1 = xx m (W 1 à 8), H2 = xx m (W 1 à 8)
- d) Déflexion dynamique : H1 = xx m, H2 = xx m

Durabilité:

S 235 JR G2 galvanisé conformément à l'EN ISO 1461 (par ex.)

Substance dangereuse:

Pas de Performance Déclarée (par ex.).

2

Documents de référence

- **NF EN 1317-1.** Dispositifs de retenue routiers. Terminologie et dispositions générales pour les méthodes d'essais.
- **NF EN 1317-2.** Dispositifs de retenue routiers. Classes de performance, critères d'acceptation des essais de choc et méthodes d'essai des barrières de sécurité.
- **NF P 98-410 à 414.** Barrières de sécurité routières. Barrière de sécurité en acier (profil A ou B).
- **NF P 98-420.** Barrières de sécurité routières. Barrière de sécurité en acier BHO.
- **NF P 98-421.** Barrières de sécurité routières. Barrière de sécurité en acier BN4.
- **NF P 98-422.** Barrières de sécurité routières. Barrières de sécurité en béton armé et en métal BN1-2.
- **NF P 98-424.** Barrières de sécurité routières. Barrière de sécurité en acier BN5.
- **NF P 98-430 à 433.** Barrières de sécurité routières. Séparateurs et murets en béton coulé en place (GBA et DBA. LBA. MVL).
- **XP P 98-405.** Barrières de sécurité routières. Garde-corps pour ponts et ouvrages de génie civil. Conception, fabrication, mise en œuvre.
- **Collection du GUIDE TECHNIQUE GC publié par le SETRA**
 - Choix du niveau du dispositif de retenue (Février 2002, référence FO205).
 - Les garde-corps (Février 1997, référence F9709).
 - Les barrières de sécurité pour la retenue des véhicules légers (barrières de niveau N et équipement du TPC) (Septembre 2001, FO115).
 - Les barrières de sécurité de retenue des poids lourds (barrières de niveaux H2 et H3) (Septembre 1999, F9916) et sa mise à jour N°1.
- **Instruction Technique pour la Surveillance et l'Entretien des Ouvrages d'Art**, 1ère partie et, pour les dispositifs de retenue, le Fascicule 21 "Equipements des ouvrages" de la 2ème partie complété par le "guide de visite" (de Février 83). Ces documents sont en cours de révision.
- **Fascicule 56 du CCTG** : protection des ouvrages métalliques contre la corrosion (Approuvé par arrêté du 12 février 2004).
- **Fiche IX-I du guide Memoar.** Mémento pour la mise en œuvre sur les ouvrages d'art. SETRA. O757CD. (disponible sous forme d'un CD rom vendu par le SETRA et prochainement accessible sur internet via le site de la DTRF, sur abonnement).
- **Guide FABEM 1** « reprise des bétons dégradés » de la famille « béton maçonnerie » disponible sur le site du STRRES (http://www.strres.org/pdf/FABEM_1.pdf).
- **Guide FAME 1** « Réparation et renforcement des structures métalliques » de la famille « Métal » disponible sur le site du STRRES (http://www.strres.org/pdf/FAME_1.pdf).

3

Aide au diagnostic sur l'état des DRR

3.1 Introduction

3.2 Le diagnostic visuel

3.3 Les moyens d'investigations

Il n'est pas fait de distinction entre les deux types de produits (GC et barrières de sécurité) car leur composition et les types de désordres sont similaires.

S'agissant de dispositifs de retenue, leur dégradation peut avoir des conséquences sur la sécurité de l'utilisateur : un garde-corps accidenté dont un élément a disparu ne remplit plus son rôle vis-à-vis de l'utilisateur et il importe donc d'assurer la sécurité dans les plus brefs délais, même de manière provisoire mais efficacement (voir figure 8). Un dispositif de retenue accidenté doit être remplacé le plus rapidement possible ou un DR provisoire doit être mis en place pour continuer d'assurer la retenue des véhicules car, si un accident s'est produit à cet endroit, il est probable que l'on soit en présence d'une zone «accidentogène» et un autre accident, au même point, n'est pas utopique¹.



Figure 8 : mise en sécurité dans l'attente d'une réparation définitive ou d'une réfection complète du garde-corps.
Crédit photo M. Fragnet

De même, la corrosion avancée d'un DRR peut diminuer sa performance de retenue et donc engager la sécurité (voir figures 9 et 10).

La barrière de sécurité ou le garde-corps doit pouvoir retenir un véhicule ou un usager aussi bien le jour de la mise en service que plusieurs années après. Cet important aspect de la sécurité ne peut être obtenu que par la garantie du maintien de l'intégrité du dispositif de retenue.



Figures 9 : corrosion «avancée» d'un garde-corps pouvant diminuer sa résistance. (Crédit photos SETRA/CTOA)

¹ La jurisprudence, constante dans ce domaine, conduit à mettre en cause un gestionnaire pour ne pas avoir respecté cette consigne.

Cette intégrité porte notamment sur la permanence de la géométrie des pièces et sur le maintien du niveau conforme de la zone fusible (cf. § 4.2.3.2). Il importe donc de bien veiller à ce que les dispositions constructives initiales soient maintenues en état et que la corrosion, surtout dans les zones d'ancrage, ne viennent pas altérer ce niveau.



Figure 10 : A gauche, état de corrosion d'une vis fusible de BN4 par rapport à son état neuf, à droite. Crédit photo M. Fragnet

Le cadre de cette surveillance est défini dans l'Instruction pour la Surveillance et l'Entretien des Ouvrages d'Art et conformément aux conseils formulés, pour les dispositifs de retenue, dans le Fascicule 21 «Equipements des ouvrages» de la 2ème partie de l'Instruction et au "Guide de visite" (de Février 83) qui le complète. Si ces textes ne s'appliquent qu'aux ouvrages gérés par l'Etat, les conseils qu'ils contiennent peuvent être utilement repris par les autres gestionnaires de voiries. Les points importants de cette surveillance sont détaillés dans le chapitre 3.2 ci-après.

3.2.1 DÉFAUTS DE GÉOMÉTRIE

Ils peuvent être d'alignement et sont alors souvent, quand ils ne sont pas d'origine (erreur d'implantation, déformation de l'ouvrage à la construction, ...), des symptômes d'un mouvement anormal de la structure.

S'ils sont localisés, ces défauts proviennent le plus souvent des traces de chocs par des véhicules, ce qui n'est pas illogique quand il s'agit de barrières de sécurité !

3.2.2 ALTÉRATION PAR CORROSION OU VIEILLISSEMENT DES MATÉRIAUX

C'est l'une des principales causes à l'origine des opérations d'entretien.

a) Pour les DRR métalliques en acier, la protection contre la corrosion prévue par les textes normatifs ou les annexes techniques aux circulaires d'homologation est systématiquement la galvanisation à chaud conformément à la norme NF EN ISO 1461. Cette protection, dans les conditions d'environnement d'une route ou d'une autoroute, a une durée de vie limitée. L'état de cette protection doit être vérifié avant d'atteindre un niveau d'altération où l'acier commence à être corrodé, mettant ainsi en cause la géométrie de la pièce, donc la capacité de retenue de la barrière.

b) Les effets de la corrosion galvanique

Le mécanisme de ce mode de corrosion est la conséquence d'assemblages de métaux de potentiels électrolytiques différents, situés dans un environnement humide comportant fréquemment des sels de déverglaçage provoquant des phénomènes de corrosion galvanique.

> Dans ce cas, le mode de corrosion prépondérant est celui de la corrosion électrochimique qui résulte simultanément d'une action chimique et d'une action électrique. Si, dans certains cas, de figures, les phénomènes peuvent devenir complexes, les principaux facteurs qui l'induisent sont :

- la présence de métaux différents,
- la jonction électrique de ces métaux,
- la présence d'un électrolyte,
- l'apport d'oxygène.

Dans le cas, par exemple, d'une fixation comportant des boulons galvanisés fixés à des rails d'ancrage en acier inoxydable, la classification galvanique des métaux et alliages dans un électrolyte contenant 3% de chlorure de sodium (simulant l'eau de mer ou une période de salage intense) donne des écarts de potentiels entre le zinc (de la galvanisation) et l'acier inoxydable. Cette différence peut atteindre 800 mV pour un acier inoxydable passif (ce qui est le cas de figure).

Dans ces conditions, le danger d'une corrosion galvanique est réel et le zinc, le métal le plus électronégatif (-760 mV), se trouve en situation d'anode donc d'altération en attendant, dans une seconde phase, la corrosion de l'acier. Le phénomène peut être amplifié quand le courant passe d'une plus petite pièce à une plus grande surface : l'intensité du courant est alors plus forte.

> Dans le domaine des dispositifs de retenue, ces risques sont en principe assez bien maîtrisés du fait de la procédure d'acceptation qui permet de détecter ces problèmes à l'examen des plans préalablement aux essais de type. Cependant, ils existent et on peut citer comme exemple :

- la pose d'une barrière en alliage d'aluminium sur une contre-platine en acier (nu ou galvanisé).
- l'effet galvanique de la petite enveloppe en alliage d'aluminium du procédé Capsigum, ou similaire, sur la visserie, si elle n'est pas déposée.
- la visserie en acier galvanisé de fixation des supports en alliage d'aluminium de la BN1-2 ou de liaison des lisses de la même barrière (pour les lisses en alliage d'aluminium).
- etc.

Une vigilance s'impose et toutes les précautions sont à mettre en place pour éviter l'apparition de ce phénomène qui se développe très rapidement quand les conditions sont réunies.

3.2.3 DÉSORGANISATIONS DES LIAISONS ENTRE LES PARTIES DU DRR

Il s'agit de désordres au niveau des soudures, de la boulonnerie, etc. ou encore de fissures de retrait de soudure, de corrosion locale par suite d'une mauvaise tenue de la protection au droit d'une soudure.

3.2.4 DÉFORMATION LOCALE DE CERTAINES PARTIES DU DRR

Ces déformations ou désordres apparaissent principalement sur les profils en acier formés à froid, fermés ou non par soudures, sous forme de fissuration dans les angles par écrouissage de l'acier.

3.2.5 DÉSORDRES SUR LES LIAISONS À LA STRUCTURE

Notamment au droit des réservations ou des fixations du poteau dans la structure.

a) Etat de la zone fusible des barrières de sécurité

Le bon comportement d'un dispositif de retenue de véhicule est certes conditionné par le respect des spécifications de construction et de montage des éléments constitutifs mais il l'est aussi par le bon état de la zone de liaison avec la structure : trop résistante et l'on risque une rupture de la zone d'ancrage de la structure, trop faible et la barrière a une flèche trop grande diminuant la capacité de retenue.

Cette zone fusible ainsi que l'ancrage dans la structure constituent la clé de voûte du système et il faut s'efforcer de conserver leurs qualités pendant toute la durée de vie du dispositif de retenue. Or c'est une zone extrêmement sensible aux actions de la corrosion et aux modifications intempestives lors des interventions sur les ponts.

Compte tenu de sa position, la corrosion dans la zone d'ancrage est un problème difficile à résoudre ; c'est pourquoi, la norme ou les annexes techniques imposent des dispositions adéquates pour protéger durablement cette partie.

Dans le cas des barrières avec fixation dans la structure par vis/tiges filetées et douilles, la principale solution pour assurer une protection efficace de la zone d'ancrage est le système Capsigum, ou similaire.

b) Etat de la zone d'ancrage dans la structure

Il est bien évident que cette partie en béton armé n'est pas un élément de décoration de l'ouvrage mais doit pouvoir transmettre des efforts à la structure pour permettre au dispositif de retenue de fonctionner. On doit donc vérifier que le béton est d'une composition adaptée à l'environnement, conformément aux normes sur le sujet (pour éviter les effets du gel-dégel et des sels de déverglaçage, notamment) et/ou qu'il a reçu une éventuelle protection à base d'étanchéité par film mince adhérent au support, dont les caractéristiques seront celles spécifiées dans le Fascicule 67, titre I (l'existence d'un avis technique SETRA pour ce contexte est fortement recommandé).

3.2.6 DÉFAUTS D'ÉTANCHÉITÉ OU DE RACCORDEMENT À L'ÉTANCHÉITÉ DE L'OUVRAGE

Par défauts de conception ou d'exécution, notamment des relevés au pied des barrières.

Ce sont ces principaux points qu'il importe de bien examiner lors des opérations de surveillance et d'inspection.

Les moyens dont le responsable de la visite devra avoir à sa disposition sont classiques et font partie de la panoplie normale d'un visiteur de pont : mètre, niveau, marteau, etc.

Pour vérifier l'état de la protection contre la corrosion, il se munira d'appareils de mesure de l'épaisseur de celle-ci. Il s'agit de dispositif mesurant l'épaisseur d'une couche non magnétique sur un support magnétique par mesure d'un entrefer ou par effet de courant de Foucault (Mikrotest®, Elcomètre®, ...).

> Il aura, au préalable à la visite, vérifié :

- que le garde-corps dispose bien d'une note de calcul et du rapport d'essai dynamique.
- pour les dispositifs de retenue de véhicules, l'existence d'une autorisation d'emploi du DR.

L'attention est attirée sur le fait que, compte tenu de l'évolution des textes et des normes, le produit en place était conforme à un document (norme, texte, guide, etc.) au moment de sa mise en œuvre. Il peut donc ne pas être conforme aux textes et prescriptions au jour de la visite. Les différences sont à noter.

Enfin, il est signalé l'existence de possibilités d'essai in situ de garde-corps ou de barrières selon des protocoles spécifiques à chaque produit. Les modalités de ces essais sont à recueillir auprès des services centraux de l'État (par exemple le SETRA) (voir le chapitre 5).

4

Les opérations de réparation. Choix des produits et des matériaux

4.1 Les opérations d'entretien

4.2 Réparation des dispositifs de retenue routiers

4.1.1 GÉNÉRALITÉS

L'Instruction Technique citée au chapitre 2 «Références» distingue l'entretien courant, effectué directement par le gestionnaire de l'ouvrage, et l'entretien spécialisé ou la réparation qui fait l'objet de travaux par une entreprise spécialisée.

En général, l'entretien courant consiste en un nettoyage et le dégagement des saletés pouvant gêner le fonctionnement du DR et mettre en cause sa durabilité. Des opérations ponctuelles de réfection de peinture ou de serrage de visserie peuvent aussi rentrer dans le cadre de l'entretien courant. Concernant la valeur du serrage, on portera attention aux valeurs qui sont données par le fabricant de vis dans leurs abaques et au fait que les valeurs peuvent évoluer dans le temps par fluage. Sauf spécification particulière, les valeurs du couple de serrage données dans les normes de produits ont surtout pour objet de s'assurer que l'écrou a été serré et n'ont pas de raisons fonctionnelles.

La réception d'une barrière de sécurité par le gestionnaire devrait être subordonnée à la fourniture d'une notice d'entretien. Cette notice, conséquence de l'application du décret n° 94.1159 (art. R 238.37 et 39) avec la mise en place du DIUO (Dossier d'Intervention Ultime sur l'Ouvrage), paraît constituer un élément important pour faciliter la tâche du gestionnaire. Elle pourrait contenir les informations du tableau de la figure 11, sans être limitatif.

Description du type de garde-corps et, s'il s'agit d'un modèle standard, ses particularités éventuelles par rapport à ce standard. Modèle de barrière, ses particularités éventuelles par rapport au standard ;
Références des textes (Circulaires d'autorisation, marquage CE, annexe technique, normes, etc.) ;
Rappel de la nature et des caractéristiques des matériaux constitutifs, ainsi que de l'éventuel complément de protection contre la corrosion ;
Points particuliers à surveiller : pièces mobiles, zones d'ancrages, couple de serrage de boulonnerie, évolution de l'épaisseur de zinc, ... ;
Nature des raccordements avec les autres dispositifs de retenue ;
Précaution lors des interventions d'entretien, notamment les points d'ancrage éventuels de harnais anti-chute ;
Emplacement du stockage ou références des moules ou filières spéciaux ;
.....

Figure 11 : Exemple du contenu de la fiche d'entretien d'un dispositif de retenue.

4.1.2 POINTS D'ENTRETIEN COMMUNS À TOUS LES DRR

4.1.2.1 Reprise de la protection contre la corrosion et remise en état de la peinture

Le maintien en bon état de la protection contre la corrosion et de la peinture complémentaire constitue l'une des tâches principales des gestionnaires.

La remise en état d'une protection contre la corrosion ou d'une peinture complémentaire à la galvanisation doit être effectuée conformément au Fascicule 56 du CCTG (cf. chapitre 2 «Références»).

Ces travaux au-dessus de voies circulées avec la nécessité de l'accès des parties en surplomb du vide rendent obligatoire la mise en place de dispositifs de protection et de sécurité du personnel et un bâchage pour éviter les chutes de produits ou de matériels sur les usagers (cf. chapitre 6).

Les reconditionnements ponctuels de la protection contre la corrosion à base de zinc à l'aide de procédé souvent abusivement dénommés «galva à froid» et constitué par une projection d'un «spray» d'une peinture contenant du zinc est d'une efficacité et d'une durabilité notoirement insuffisantes. On doit utiliser des peintures riches en zinc conformes au F56, article 2.2, ou bien un procédé disposant d'une certification ACQPA (ou similaire) ; auquel cas, il faut exiger le certificat (voir art 2.2.4 du F 56 du CCTG). Sinon, en l'absence de certificat, il faut exiger ce qui est indiqué au § 2.2.5 de ce guide. Sur la base de ces informations, qui sont à fournir par le producteur, on pourra apprécier le produit et dire s'il est acceptable pour cette utilisation.

4.1.2.2 Entretien des parties mobiles

a) Pour les garde-corps

Les garde-corps comportent des parties manchonnées : passage du joint de dilatation de la structure, liaison entre panneaux, dilatation différentielle, etc.

Il importe que ces parties conçues pour avoir un certain degré de liberté conservent, durant la vie de l'ouvrage, ce degré de liberté. Les opérations d'entretien viseront donc à faire en sorte que la libre dilatation soit maintenue.

Au droit du joint de chaussée, on vérifiera que la longueur du manchon est en cohérence avec la valeur du souffle du joint de l'ouvrage et que le calage est correct, en fonction de la température de l'ouvrage. Ceci permettra, d'une part, de vérifier qu'une possibilité de dilatation a bien été prévue (les visites de joints de chaussée montrent une très grande fréquence de blocage de dilatation au droit du garde-corps!) et, d'autre part, que le dispositif en place fonctionne correctement, ce qui est un indice intéressant du bon fonctionnement de l'ouvrage.

> L'entretien va donc consister, après avoir constaté l'existence d'un manchon de dilatation, à vérifier:

- s'il fonctionne correctement,
- l'absence d'usure anormale des pièces frottant les unes sur les autres,
- le serrage ou la fixation correcte de ces pièces.

En l'absence d'un manchon, on procédera à la mise en place d'un manchon adapté.

L'entretien portera aussi sur les liaisons entre les panneaux, dont on s'attachera à vérifier la bonne tenue, l'état de protection contre la corrosion, le bon fonctionnement, etc.

b) Pour les DR de véhicule

Il importe que les parties conçues pour avoir un certain degré de liberté au droit du joint de dilatation de la structure conservent, durant la vie de l'ouvrage, ce degré de liberté. Les opérations d'entretien viseront donc à faire en sorte que la libre dilatation soit maintenue.

A ce niveau, on vérifiera que les dispositifs prévus sont en cohérence avec la valeur du souffle du joint de l'ouvrage et que le calage est correct, en fonction de la température de l'ouvrage. Ceci permettra, d'une part, de vérifier qu'une possibilité de dilatation a bien été prévue (les visites des joints de chaussée montrent une très grande fréquence de blocage de dilatation à ce niveau !) et, d'autre part, que le dispositif en place fonctionne normalement, ce qui est un indice intéressant du fonctionnement correct de l'ouvrage.

> L'entretien va donc consister, après avoir constaté l'existence d'un dispositif spécifique, par exemple le Transpec®, à vérifier :

- s'il fonctionne correctement (des traces de mouvement peuvent être relevées lors des visites) (cf. la figure 12),
- l'absence d'usure anormale des pièces frottant les unes sur les autres,
- le serrage ou la fixation correcte de ces pièces.



Figure 12 : exemple de défaut de fonctionnement d'un dispositif de dilatation : les deux lisses supérieures n'ont pas la même ouverture que la lisse inférieure. Crédit photo EGIS Route

4.1.2.3 Procédures en cas d'accident

Il faut procéder, en premier lieu, à la mise en sécurité de la zone par tous moyens adaptés (séparateurs temporaires, barrière Sepia, ou similaire, garde-corps provisoire, etc.) (cf. la figure 8).

On fera une analyse des circonstances de l'accident et du comportement du dispositif de retenue pour en tirer des enseignements pour la partie subsistante ou pour les études de mise en conformité d'un itinéraire.

Enfin, on réalisera, le plus rapidement possible, en fonction des crédits disponibles, les travaux de remise en état.

Les modalités de cette réparation étant spécifiques à chaque produit, il faudra se reporter au paragraphe 4.2 ci-après qui détaille quelques techniques.

4.2.1 PRINCIPES GÉNÉRAUX

4.2.1.1 Propriété industrielle et commerciale

En matière de dispositifs de retenue routiers (garde-corps et barrières de sécurité), il existe deux grandes catégories de produits. En effet, suite à des développements historiques et au rôle de l'Administration, dans les années 60-70, des produits standardisés ont été mis au point ; ainsi, par exemple, les garde-corps définis dans les guides GC (modèles S1 à S7 ou I1 à I5) ou les modèles de barrières définis dans les normes NF P 98-410 à 430 : ils sont donc libres de fabrication et de mise en œuvre par tous serruriers compétents. Par contre, à côté de ces produits que l'on désigne aussi parfois sous le vocable de «génériques», un certain nombre d'entreprises, en s'appuyant sur les orientations fixées par la normalisation Européenne, ont mis au point des barrières de sécurité ou des modèles de garde-corps qui ont, souvent, des termes de propriétés industrielles et commerciales.

L'existence d'une telle propriété industrielle et commerciale fait que les interventions de réparation par un entrepreneur ne peuvent se faire sans avoir à tenir compte de cette situation.

Situation que le gestionnaire doit avoir intégrée dès le début de la décision d'intervention.

Par ailleurs, l'existence d'une marque NF et, à court terme, du marquage CE, ne permet pas de faire une intervention de réparation sans avoir tenu compte de ce marquage. C'est-à-dire que les interventions, sur ces produits, ne peuvent se faire sans utiliser les composants définis par le marquage, qui sont la propriété du détenteur de la propriété industrielle et commerciale.

4.2.1.2 Principe sur les non conformités

Les non-conformités d'un ouvrage ne signifient nullement qu'il devient impropre à sa destination ou dangereux pour l'utilisateur.

A cet égard, il faut se garder de l'erreur consistant à confondre normes et réglementation. La norme est d'application volontaire, sauf si un texte juridique (loi, décret, arrêté) en dispose autrement. La réglementation est, quant à elle, par nature, d'application immédiate et générale dans le champ et les délais fixés par elle-même ou les décrets d'application.

En revanche, il incombe à tout gestionnaire de voirie de s'assurer que les voies publiques ouvertes à la circulation peuvent être empruntées par les usagers et **«ne sont pas susceptibles de créer un danger auquel il ne peut être fait face lors des conditions normales»**.

En outre, il existe une obligation du gestionnaire, qui est régulièrement rappelée dans la jurisprudence, de maintenir ses ouvrages dans un état d'entretien qui ne fasse pas courir un risque excessif à l'utilisateur. C'est la notion de l'entretien normal et régulier.

Parmi les différentes situations de non-conformité, il en est une fréquente qui porte sur la hauteur des parapets dans le cas de remise en état d'un pont en maçonnerie avec reconstitution à l'identique². Il est rappelé que la question ne se pose que dans le cas d'une dépose du parapet lors de travaux d'élargissement ou de reprise importante de la structure de l'ouvrage. Si l'on n'intervient pas à ce niveau, il n'existe pas d'obligation de remise en conformité sauf danger évident pour l'utilisateur.

Faute de règles clairement énoncées, il semble possible de s'appuyer sur les textes réglementaires régissant la construction des voies à l'époque où ces ouvrages en maçonnerie constituaient le type courant de pont.

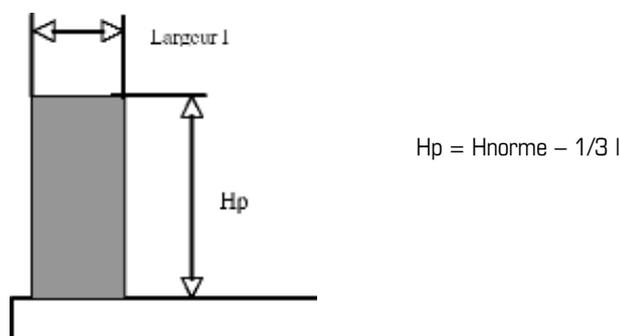


Figure 13 : Définition de la hauteur H_p des parapets

C'est ainsi que la Circulaire A38 du 18/11/42 (Instruction sur les conditions techniques d'aménagement des RN) précisait ce qui suit à l'article 16 : «**Pour les parapets en maçonnerie, la hauteur de 1 m ou 1.1 m indiquée pour les garde-corps pourra être réduite d'une quantité sensiblement égale au tiers de l'épaisseur du parapet**». Un texte de 1958 reprend cette rédaction. Il semble que cette règle utilisée pendant de très nombreuses années n'a pas entraîné un danger particulier pour les usagers piétons, aussi on pourra s'en inspirer lors de la restauration de ponts en maçonnerie, voire l'implantation de muret en béton sur certains ouvrages³.

Dans le cas où cette hauteur n'est pas respectée, la remise en conformité peut consister en l'ajout d'un niveau de pierre de maçonnerie (après dépose de la pierre de couronnement) ou la pose d'une main courante sur le dessus de la pierre de couronnement du parapet.

4.2.1.3 Changement des parties accidentées des barrières de sécurité

Pour ce qui concerne les barrières, il existe un autre principe de base qui est que toutes les parties accidentées doivent être changées.

² La norme XP P 98-405 ne concerne pas les parapets, ni les murets.

³ D'autant que les normes bâtiment donnent une diminution de la hauteur du même ordre de grandeur.

En effet, ni la Commission de normalisation en charge des DRR, ni le SETRA, malgré de nombreuses sollicitations et discussions, n'ont donné suite à des demandes de réutilisation des profilés déformés suite à un choc. Il a été considéré que les éléments accidentés ont dépassé leur limite élastique et n'ont donc plus leurs caractéristiques performanciennes d'origine.

4.2.1.4 Montage

Le montage doit être fait conformément aux normes ou aux documents d'autorisation d'emploi, ce qui suppose que ces documents sont en possession du gestionnaire (travaux en régie) ou du responsable travaux de l'entreprise (travaux sur commande). Le dossier d'ouvrage doit être mis à jour de l'information relative à ces travaux et des éventuelles difficultés rencontrées ainsi que des adaptations.

4.2.2 INTERVENTION SUR LES GARDE-CORPS

4.2.2.1 Questions relatives au changement d'une partie d'un garde-corps

> **Lors d'un accident ayant endommagé une partie du linéaire d'un garde-corps, on est souvent amené à se poser deux questions :**

- est-ce que le niveau de sécurité pour les véhicules est suffisant sur l'ouvrage eu égard à la survenue d'accident ?

Le gestionnaire doit se poser la question et il peut engager une étude afin de voir si la mise en place d'un dispositif de retenue d'un niveau N ou H ne serait pas envisageable. Ceci va permettre de vérifier la faisabilité de l'aménagement et de chiffrer son impact financier.

Cette opération sort cependant du cadre strict de la réparation (voir le § 4.2.4 ci-après).

- le garde-corps accidenté est-il conforme aux normes actuelles ?

On doit se poser cette question pour décider d'une réparation ponctuelle ou d'une remise en conformité sur le linéaire total. Dans le cas d'un garde-corps non conforme et si le linéaire à reprendre représente plus du tiers du total en place, on peut considérer comme opportun de reprendre l'ensemble du garde-corps pour une remise en conformité.

Il est ici précisé que c'est une indication et non une obligation et que chaque situation est à apprécier en fonction du contexte (importance de la non-conformité, coût de l'opération, ...).

4.2.2.2 Changement d'un panneau

Dans le cas d'une réparation ponctuelle ou d'un changement d'un panneau, le serrurier intervenant devra vérifier s'il est en face d'un modèle standard ou fabriqué à partir d'éléments courants du commerce.

Il est conseillé de se méfier du "standard" et de procéder à une vérification des cotes sur place, avant toute cotation de prix. On peut, cependant, admettre de légères modifications de cotes ou de profilés si cela peut diminuer le coût de fourniture sans nuire à la résistance ni à l'aspect d'ensemble.

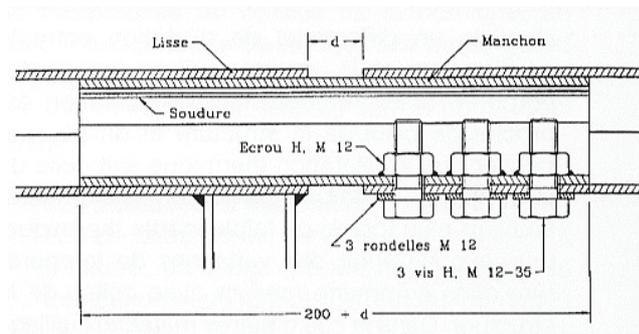


Figure 14 : Exemple de manchonnage démontable identique à celui utilisé au droit du joint de dilatation du tablier
Extrait de la figure 29 du guide GC «Garde-corps »

Dans le cas de certains garde-corps en alliage d'aluminium dont les formes tarabiscotées demandées par un architecte ne sont plus fabriquées, il est alors souvent possible de passer par d'autres solutions comme le pliage de tôle. Ainsi, par exemple, la réparation d'un garde-corps, suite à un accident, nécessitait la reconstitution de moules ou de formes dans un matériau onéreux (le cuivre en l'occurrence), qui faisait que le coût du mètre linéaire de garde-corps réparé ressortait à 10 fois celui d'un garde-corps de luxe!

Cette opération de changement de panneau nécessite la dépose des manchons de continuité des lisses (et/ou main courante) qui sont souvent des étreints du tube ou des morceaux de tubes soudés. La reconstitution de ce manchonnage nécessite de reprendre le dispositif comme indiqué sur la figure 14.

4.2.2.3 Réparation des profils fermés

Si le garde-corps a été mal conçu, il arrive que l'eau puisse pénétrer à l'intérieur de certains profilés ou tubes constituant le garde-corps sans possibilité d'évacuation. Si le volume d'eau devient important, en cas de gel, l'expansion provoque la déformation, voire l'éclatement du profilé (figure. 15).

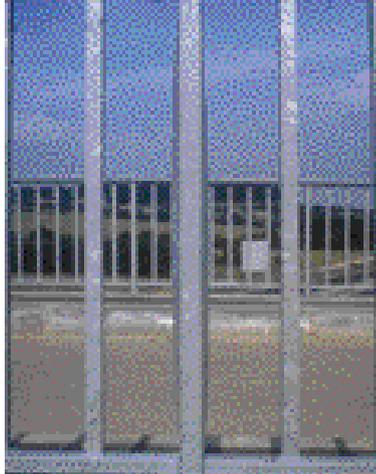


Figure 15 : déformation d'un profilé creux par le gel de l'eau y ayant pénétré. Crédit photo SETRA/CTOA

Cette eau peut pénétrer par un évent ménagé pour assurer la libre circulation des fluides lors de la galvanisation, par une soudure non continue ou non parfaitement étanche, etc.

Les opérations de remises en état seront fonction du degré de dégradation du profilé.

a) le garde-corps ne porte pas de traces de détérioration mais sa conception rend possible l'apparition du phénomène.

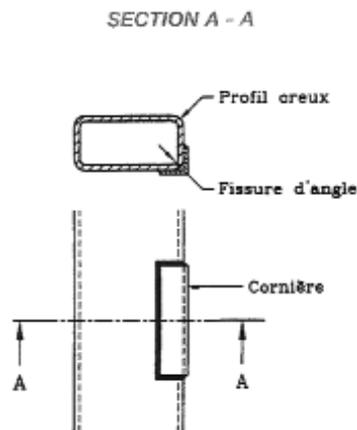
Prévoir un percement systématique en pied du support ou du barreau concerné **avec un reconditionnement de la zone de l'acier mise à nu par une peinture riche en zinc** (voir fascicule "protection contre la corrosion"). Ensuite, remplir, si nécessaire, par un coulis de ciment par exemple, le support jusqu'au niveau du trou (sans obturer le trou!) (figure 16).



Figure 16 : trou de drainage dans la partie inférieure d'un profilé creux. Crédit photo M .Fragnet

b) Le garde-corps présente un désordre d'ampleur limitée.

- reconstituer le cordon de soudure continu et étanche là où c'est nécessaire,
- réaliser le percement décrit précédemment,
- redonner au profilé sa forme initiale à l'aide d'un petit vérin de formage,
- souder les lèvres fissurées,
- apporter un renfort par une cornière ou une tôle pliée soudée,
- reprendre l'ensemble de la protection contre la corrosion (figure 17).

**Figure 17: principe de la réparation.**

Extrait d'un article traitant de l'effet du gel sur les profilés creux retenant de l'eau et paru dans la revue "Construction Métallique", n° 352, 10/81.

c) le garde-corps est très abîmé

Si la détérioration paraît remettre en cause la résistance du garde-corps, donc sa fonction de sécurité des usagers, il convient de prendre la décision de le déposer et de le remplacer.

4.2.2.4 Réparation ponctuelle de parties de garde-corps

Suite à un accident ou pour d'autres raisons, on peut être amené à reprendre une partie de ce garde-corps in situ en réalisant des réparations partielles, par exemple en renforçant les pièces par soudures sur chantier. Il est très important que ces soudures soient effectuées en respectant les règles de l'art et les normes afférentes dans ce domaine (voir le guide n°1 de la famille FAME, notamment les indications relatives au soudage). Pour l'avoir négligé lors de la reprise d'un garde-corps après un accident, le donneur d'ordre et l'exécutant ont vu leur responsabilité engagée lorsqu'un nouvel accident sur ce garde-corps a eu de graves conséquences. Ceci est également valable pour toute intervention in situ sur un garde-corps autre qu'en acier.

4.2.2.5 Remise en état des scellements ou des fixations dans la structure

a) Scellements dans des réservations

Les désordres nécessitant des interventions d'entretien sont principalement liés à la qualité de fabrication et de mise en oeuvre du béton de scellement dans la réservation.

Ces bétons présentent fréquemment des détériorations liées à une mauvaise tenue aux cycles de gel-dégel et aux sels de déverglaçage.

La réparation consistera à les déposer pour les remplacer par des matériaux adaptés.

Un autre type de désordre est l'arrachement total du béton de la réservation comme un bouchon. Ceci est la conséquence d'un mode de coffrage des réservations normalement déconseillé (voir guide GC, fascicule «garde-corps», § 4.1.2, alinéa 3).

De même que précédemment, la réparation consiste à reprendre ces réservations avec traitement de la reprise de bétonnage et choix de matériaux de scellement adaptés (voir Guide STRRES FABEM 1 «reprise des bétons dégradés» dont les références sont données au chapitre 2).

b) Scellements par tiges d'ancrage

Les désordres sont consécutifs, soit à une corrosion diminuant de manière importante la résistance de l'ancrage, soit à une rupture. Les réparations consistent en un carottage concentrique au droit de l'ancrage et scellement d'une tige neuve par un produit de scellement conforme à la norme NF EN 1504-6 (et inscrit, pour le moment, à la marque NF pour ce type d'utilisation).

4.2.3 AMÉNAGEMENT DE LA SÉCURITÉ SUR LES PONTS EXISTANTS

La mise en œuvre d'une barrière de sécurité sur un ouvrage en service déjà construit nécessite une analyse particulière de la sécurité et de l'adéquation de la structure avec les dispositions d'ancrage du dispositif de retenue adapté au niveau de sécurité envisagé sur l'ouvrage. Il s'agit d'une étude spécifique qui n'est plus de la réparation mais un projet qui doit être confié à un bureau d'études spécialisé dans le cadre d'un appel d'offres.

Ce type d'intervention très particulière sort du cadre de ce document qui se limite aux réparations d'un DRR existant et non à la mise en œuvre d'un DRR nouveau ou d'un niveau de performance plus élevé que celui existant sur l'ouvrage. Les guides GC (pour les barrières de niveau N et pour les barrières de niveau H) précisent la démarche dans le § 7.4 de chacun de ces guides. Voir chapitre 2 «références».

4.2.4 RÉPARATION DES BARRIÈRES DE SÉCURITÉ

4.2.4.1 Considérations juridiques

(sur la base d'une conférence de Maître Sagalovitsch⁴ lors des Rencontres Nationales sur la Sécurité du 14.10.2003)

Pour appliquer le régime de responsabilité administrative il faut que :

- La victime justifie d'un préjudice.
- La victime établit un lien de causalité entre les dommages causés et l'absence ou la défectuosité du dispositif de retenue.

Ex : « Considérant que, dans les circonstances de l'espèce, l'absence de glissière de sécurité à l'entrée de l'ouvrage, alors surtout que cette absence durait depuis plus d'une semaine et aurait été la cause de plusieurs accidents et malgré la signalisation mise en place, constituait, compte tenu de la particularité de l'ouvrage public dont s'agit et du danger grave qui en résultait, un défaut d'entretien normal qui a eu pour effet d'aggraver considérablement les conséquences de l'accident ; que par suite, le Ministre des transports n'est pas fondé à demander que l'Etat soit exonéré de toute responsabilité. »

Une autre situation est qu'il existe bien un dispositif de retenue mais il est défectueux (dispositif de retenue dont l'extrémité n'était ni arrondie, ni munie d'un dispositif de protection et une glissière de sécurité non fixée au sol). Dans les deux affaires, le défaut d'entretien normal de l'ouvrage a été retenu.

Dans une affaire, la glissière de sécurité était défectueuse car 127 boulons n'avaient pas été fixés complètement, seuls les boulons centraux étaient mis en place dans les règles de l'art, les autres n'ayant pas été serrés à fond.

Il y a eu condamnation de l'employé de la société chargée des travaux à une peine de 4 mois d'emprisonnement avec sursis.

Sur les textes, il convient de noter que la méconnaissance de la circulaire du 21 mai 1988 et des Guides du SETRA ne peut être regardée comme un manquement à une obligation particulière de prudence ou de sécurité prévue par la loi ou le règlement, car ils n'ont pas de valeur réglementaire. Toutefois, il n'est pas à exclure, compte tenu d'un arrêt important rendu par la Chambre Criminelle de la Cour de Cassation le 15 octobre 2002 (Bulletin n°186, pourvoi n°01-83351), que le non-respect de ces textes puisse être constitutif d'une faute caractérisée exposant autrui au risque d'une particulière gravité que le maître d'ouvrage ne pouvait ignorer. Par conséquent, dans la mesure où la circulaire n° 88-21 du 21 mars 1988, ainsi que les Guides du SETRA, sont effectivement appliqués, leur méconnaissance pourrait être constitutive d'une faute caractérisée au sens de la loi FAUCHON.

⁴ Avocat au cabinet SCP SARTORIO - LONGUEUE - SAGALOVITSCH & Associés.

4.2.4.2 Généralités

Les dispositifs de retenue étant par fonction chargés de retenir les véhicules qui sortent de la route, les réparations à la suite d'un choc sont une conséquence logique de leur utilisation et le dispositif a été étudié pour, notamment, faciliter ce genre d'intervention. Celle-ci consiste en général en un échange standard des éléments abîmés et leur remplacement par des éléments neufs. On sera vigilant sur les déformations, par traction, des trous oblongs de fixation qui doivent conduire à leur dépose sans reprise ni refaçonnage.

Une situation particulière peut apparaître lorsque les éléments actuellement fabriqués ne sont pas strictement identiques aux composants du DRR en place. Ceci tient à l'évolution des textes ou des normes et à celle des connaissances techniques ou encore des techniques de fabrication. Ainsi, par exemple, les lisses de barrières GS de type B ne sont plus fabriquées, ou les lisses de BN4 ne sont pas exactement de même géométrie, ou les tubes creux constitutifs du garde-corps SB sont de géométrie légèrement différente ...

L'entreprise définira, en liaison avec le client, les dispositions acceptables de liaisons entre des profilés de formes différentes, éventuellement après avoir obtenu l'autorisation de mise en œuvre de la part des autorités compétentes (en principe le ministère en charge des infrastructures). Il est conseillé de consulter le service spécialisé du SETRA afin de s'assurer que l'orientation est valable techniquement.

Au niveau de la liaison avec la structure, il est un principe général pour tout dispositif de retenue de véhicule qui est de **disposer d'une zone fusible facilement accessible pour faciliter les interventions de réparation**, mais aussi pour limiter à un niveau acceptable les efforts transmis à la structure.



Figure 18-1 : La zone fusible d'une barrière de niveau N. Crédit photo SETRA/CTOA



Figure 18-2 : rupture du hourdis de cet ouvrage faute d'avoir mis en place les ancrages fusibles de la BN4 lors d'une réparation. Crédit photo SETRA/CTOA

Il est donc important de bien ménager cette zone fusible et de lui conserver, durant la vie de la barrière, son niveau d'efficacité (voir la figure 18-1 pour le cas d'une barrière GS et les figures 10 et 18-2 pour les vis d'ancrage fusibles de la BN4).

Si ce principe a bien été mis en place (ce qui est plus fréquent sur des installations récentes que sur celles datant des années 60-70), ces opérations ne posent pas de problèmes particuliers et peuvent être étendues au remplacement de parties corrodées ou usées pour diverses raisons.

Dans le cas d'une situation (ouvrage ancien, conception défectueuse, erreur d'exécution, ...) dans laquelle la fixation de la barrière a été réalisée sans introduire une zone fusible, la conception de la réparation (notamment si, lors du choc, cette absence de « fusible » a eu des conséquences tant sur le fonctionnement de la barrière que sur la structure) doit reprendre les principes d'un ancrage avec fusible. Ceci nécessite une étude particulière, voire une remise à plat de tout l'ensemble du dispositif de retenue.

Par contre, la **réparation doit conserver ce niveau fusible** sous peine de conduire à un défaut de fonctionnement de la barrière ou à un désordre grave dans la structure. Dans ce cas de figure, la réparation ne serait plus limitée au seul dispositif de retenue mais porterait sur la structure.

Il faut aussi noter que les barrières métalliques présentent plus de facilité de reprise que les barrières en béton qui, bien que moins souvent abîmées suite à un choc, peuvent présenter plus de difficultés de réparation.

4.2.4.3 Réparation des barrières de sécurité en béton

Dans le cas des barrières en béton, ces interventions sont effectuées sur la base des guides de réparation des parties en béton de pont (voir Guide STRRES FABEM 1 « reprise des bétons dégradés » dont les références sont données au chapitre 2).

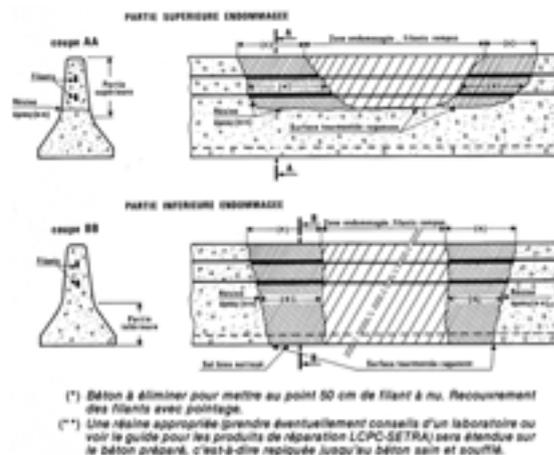


Figure 19 : principe de réparation d'une barrière GBA/DBA

A noter que la réparation de la DBA-GBA est traitée dans l'Instruction DR, fascicule 3, Annexe 2, § 7, représentée dans la figure 19.

Par contre, compte tenu du profil de ces barrières, les reprises d'ancrages des supports de lisses sont délicates à effectuer au marteau-piqueur, qui risque de provoquer un ébranlement préjudiciable du béton. Il est hautement recommandé de démolir le béton pour récupérer la zone d'ancrage des tiges filetées par hydrodémolition (en prenant les précautions d'usage pour ce type d'opération : pas de lignes électrifiées en dessous, pas de trafic, récupération de l'eau, etc.). Toutes reprises d'ancrages par des dispositifs d'ancrages non conformes à la norme peuvent conduire à un affaiblissement de la tenue au choc, donc à des comportements non prévus du véhicule en cas d'accident. La responsabilité tant du donneur d'ordre que de l'exécutant peut être recherchée.

4.2.4.4 Réparation des barrières de sécurité métalliques

a) Rehaussement d'ancrage

Il est possible d'envisager de tels rehaussements. Ces travaux nécessitent des précautions pour éviter des déboires ou des défauts de fonctionnement.

> Il faut éviter de rehausser en rallongeant les vis fusibles dans des gaines en PVC. Ceci présente les inconvénients suivants :

- Cela nécessite la fourniture de vis fusibles de longueur différente de celle de la norme. Or ces vis sont d'une qualité bien précise et non-conforme à la norme de boulonnerie sur certaines caractéristiques mécaniques. Il y a risque de mettre en place des vis non adaptées à la fonction (et surtout non-conformes à la norme). Par ailleurs, quand bien même on obtiendrait des fournitures conformes, lors des interventions en réparation, la fourniture de vis très spéciales n'est pas assurée et ne sera probablement pas faite.
- En second lieu, on observe un comportement particulier au niveau des vis fusibles car leur allongement se fait dans une partie libre du tube PVC. De ce fait, en poussant sur le support, ces tiges travaillent plus en flexion, ce qui ne donne pas le même niveau de rupture dans les vis fusibles.

Pour éviter ce phénomène, il faut que les vis soient vissées dans des douilles «rallonges».

Le principe du montage serait donc le suivant (voir figure 20) :

- mettre des tiges filetées de diamètre approprié dans les douilles en place (repère 1),
- visser des douilles "rallonges" ($\varnothing 32$) de la longueur nécessaire pour reprendre la hauteur du calage (repère 3). Ceci permet d'assurer une parfaite continuité du pas de vis,
- souder ces douilles sur la platine de la pièce d'ancrage. Eventuellement, prévoir une pièce de liaison entre ces douilles pour bien les entretoiser,

- mettre en place le support en le fixant avec des vis de BN4 ayant la même géométrie et la même nuance d'acier (repère 2),
- bétonner le calage en ajoutant un ferrailage complémentaire lié, si nécessaire, à la longrine de la BN4.

Dans ce dispositif, le transfert des efforts est toujours fait directement dans les douilles d'ancrage normalisées et la présence de la douille juste en dessous du niveau de l'amorce de rupture de la vis ne modifie pas le comportement du fonctionnement de cette dernière.

La disposition décrite dans ce qui précède conduit à n'envisager cette solution que pour des calages de hauteur supérieure à 10-12 cm.

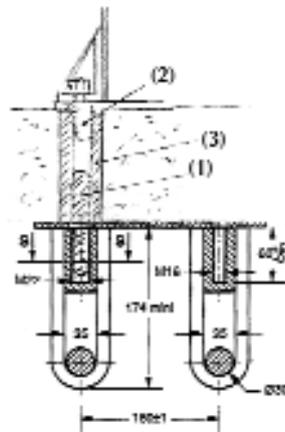


Figure 20 : Principe de rehausse d'un ancrage de BN4

- 1 : Tige filetée $\varnothing 22$ ou 16
- 2 : Vis d'ancrage standard de la BN4
- 3 : Douille de rehausse

Dans le cas de recalage de plus faible hauteur, moins de 30 mm, on peut envisager une solution consistant à reprendre le principe de l'insert décrit au § b ci-après (voir figure 21).

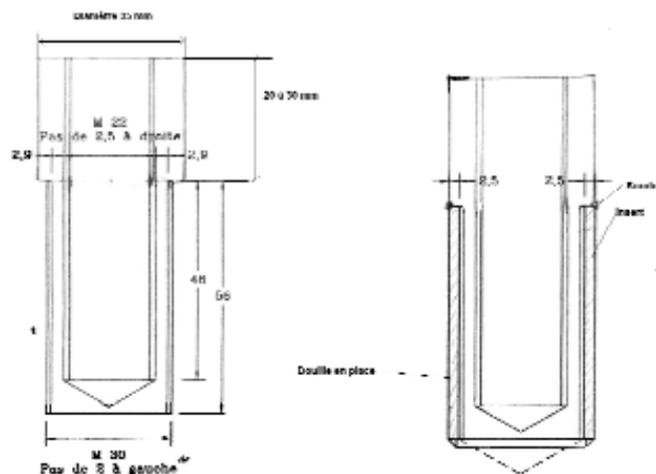


Figure 21 : principe de rehausse de faible hauteur avec insert à double filetage dans douille en place taraudée (voir figure 22 pour l'insert de départ) - Document SETRA.

b) Interventions de remise en état des ancrages d'une barrière BN4

La prise de conscience de l'importance de la pérennité des pièces d'ancrage des barrières (BN4 ou similaire) et les précautions pour améliorer cette durabilité étant relativement récente, il est probable qu'il existe tout un parc de barrières dont la visserie est dans un état tel qu'elle n'est plus apte à assurer une fonction efficace de reprise des efforts à la valeur prescrite (voir la figure 10). Ceci nécessite donc d'importants travaux de remise à niveau.

Pour la barrière métallique de modèle BN4 ou similaire, le fusible est constitué par des vis à amorce de rupture (HM 22-80 à l'avant et HM 16-60 à l'arrière). Il importe que ces vis, compte tenu de leur fonction, ne soient pas attaquées par la corrosion. C'est pourquoi la norme (pour la BN4) ou les annexes techniques (pour les autres produits) imposent des dispositions adéquates de protection contre la corrosion (procédé Capsigum® ou similaire). Pour le parc de barrières dont l'état de la visserie risque de n'être plus apte à assurer une fixation correcte, il est conseillé de procéder à la réparation de l'ancrage in situ, sans modifier les ancrages d'origine, ni les dimensions de la boulonnerie d'ancrage de la barrière.

Normalement, après un choc sur la barrière, l'amorce de rupture des vis joue son rôle et il est alors possible d'intervenir en déposant la partie de vis rompue (par perçage à un diamètre plus petit, taraudage et utilisation d'un pas à gauche) et de la remplacer par une vis neuve en adoptant la disposition prévue par la norme XP P 98-421 (art. 6.4) pour assurer l'étanchéité à l'eau autour du filetage et de la zone fusible constituée par l'amorce de rupture (procédé Capsigum® ou similaire).

Si la corrosion affecte cette partie de l'ancrage (notamment les filets de la douille), celle-ci aura une résistance à l'arrachement insuffisante voire nulle et ne sera surtout plus à même de recevoir une nouvelle visserie (voir la figure 10).

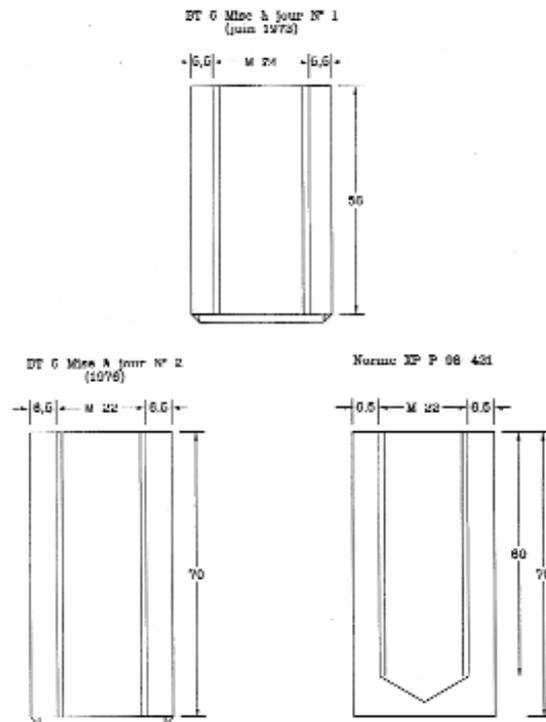


Figure 22 : Les différents types de douilles d'ancrage de BN4. - Document SETRA.

La solution de réparation qui consiste à procéder à un reprise du taraudage sur place à un diamètre plus grand et d'utiliser des vis à ce nouveau diamètre supérieur tout en conservant la même dimension d'amorce de rupture de la norme⁵ n'est pas acceptable, car la vis présente alors une fragilité plus grande par effet d'entaille et se rompt à un effort plus faible, diminuant ainsi la capacité de retenue de la barrière.

Il importe donc de reconstituer un filetage permettant l'utilisation de la visserie d'ancrage prévue par la norme en faisant appel à une solution par douille à double filetage.

> Les essais qui ont été faits ont montré que, sous réserve de respecter une forme de douille parfaitement définie, cette solution est relativement facile à exécuter même si elle nécessite quelques précautions :

- En effet, une fois l'outillage de réalisation de l'alésage en place, l'exécution d'un taraudage n'entraîne pas de complications et s'intègre bien dans le planning d'exécution.
- Il suppose une seule compétence qui est celle d'un bon mécanicien, ce qui est assez facile à apprécier.
- Elle ne présente pas d'aléas météo ou de risque suite à des venues d'eau pendant le chantier.

> Reste à préciser la douille de réparation. On trouvera sur la figure 22 les différents types de douilles d'ancrage de BN4 que l'on peut rencontrer sur site du fait de l'évolution du produit depuis 1970 :

- La douille type définie dans le Bulletin Technique n°6 (mise à jour n°1 de juin 1973). On notera que sa longueur n'est que de 56 mm, ce qui expliquerait les venues d'eau parfois observées suite à des percements trop profonds sur les ouvrages objets de l'expérimentation.
- La douille définie dans la mise à jour n°2 du BT 6 (de 1976, a priori) et reprise dans le GC 77.
- La douille définie dans la norme XP P 98-421.

La figure 23 présente la douille à insérer qui est proposée.

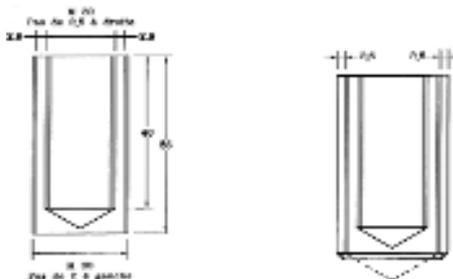


Figure 23 : à gauche, définition de l'insert à double filetage, à droite, l'insert en place. Document SETRA.

⁵ La technique d'insert collé, un moment validée en laboratoire et essayée sur site, a été abandonnée, car elle était trop sensible aux conditions de chantier et ne donnait pas un coefficient de sécurité suffisant.

Sa longueur est de 46 mm, ce qui permet de l'insérer dans la douille de 56 mm sans déboucher.

Cette longueur de taraudage apparaît suffisante pour le vissage des vis. Pour les vis avant, la profondeur de vissage est de 42 mm environ ; pour la vis arrière, la profondeur de vissage est de 47 mm mais la douille n'ayant pas de fond, il est possible de serrer à fond avec une légère sortie de la vis en fond de douille.

Cet insert comporte un taraudage extérieur de M30 au pas de 2 à gauche sur une hauteur de 43 mm pour faire en sorte que l'insert soit bien vissé à fond et vienne en butée sur le fond du trou sans risquer de se bloquer sur un filetage de fond de trou mal exécuté.

La matière restant de part et d'autre de la douille en place est de 2,5 mm, ce qui nécessite un parfait centrage du percement et donc une procédure de contrôle vérifiant TOUS les centrages avant percement, ce avec une précision de quelques dixièmes de mm.

> La réalisation de la réparation comprend la série des opérations suivantes :

- Dépose des vis en place (avec l'aide éventuelle d'un dégrippant).
- Alésage des douilles à $\varnothing 28 (\pm 0,1)$ mm. Un trépied est nécessaire pour assurer le parfait centrage et la perpendicularité de l'alésage. Ce trépied peut être fixé par ventouse ou en utilisant certaines fixations de la barrière (les fixations par chevilles dans le béton sont à éviter).
- Exécution du taraudage.
- Mise en place de l'insert (cf. schéma de la figure 23) jusqu'à affleurement avec la face inférieure de la contre-platine avec une légère induction de colle époxydique (pour éviter un desserrage intempestif et assurer une étanchéité contre les venues d'eau dans ce filetage). Cet insert peut être fabriqué par un serrurier convenablement équipé suivant les cotes exactes définies sur la figure 23.
- Remise en place de l'ancrage. Le délai de disponibilité de l'ancrage est immédiat.
- On termine par la mise en place d'une étanchéité autour de la visserie (pour éviter le retour des désordres !).

c) Reprise d'ancrage de barrières par tiges scellées

Cas des barrières de niveau N de type GS sur platine ou similaire ou de niveau H (modèle BHO ou BN5).

Nota : les réparations à base de cheville auto-foreuse ou à expansion sont à proscrire car elles ne mobilisent pas une profondeur suffisante de béton et sont d'une durabilité aléatoire. Seules des réparations avec des tiges d'ancrages scellées dans des trous forés avec un mortier de scellement (de préférence à base de liant hydraulique), conforme à la marque NF pour cette catégorie d'utilisation, sont conseillées.

La disposition type, lorsque l'on veut réaliser des ancrages pour ces barrières à ancrage par tiges filetées ou vis dans des douilles, consiste à réaliser un forage à l'aide d'un outil de roto-percussion ou mieux, par forage à la profondeur requise et de sceller une tige filetée à l'aide d'un produit de scellement (voir, en particulier, le document FD P 18-823). Cette disposition est définie sur la figure 24.

Concernant la réparation d'ancrage de type GP pour les barrières GS sur ouvrage, qui était la disposition type des guides GC de 1967, voire 1977 (on peut en retrouver sur d'anciens ouvrages), il est conseillé de les déposer et de les remplacer par des fixations sur longrine non ancrées ou par des dispositifs en béton de type MVL ou GBA en fonction du contexte.

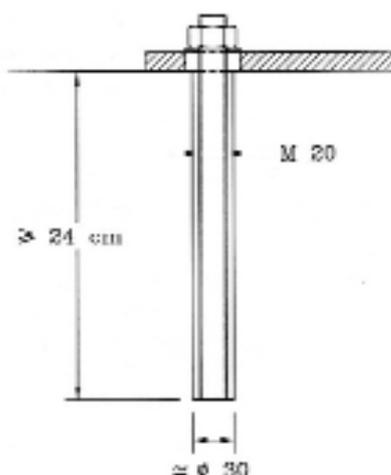


Figure 24 : Exemple d'une reprise d'ancrage de barrière par platine par tige scellée. Copie de la figure 75 du guide GC-H. Document SETRA.

d) Réparation des bétons autour des ancrages des barrières de sécurité métalliques

Normalement, pour un ancrage de barrière conforme aux dispositions types (cf. guide technique GC, notamment), la zone de béton autour de l'ancrage d'une barrière métallique ne doit pas faire l'objet de désordre. En effet, la zone fusible est, le plus souvent, définie au-dessus de la zone d'ancrage afin de limiter les interventions de réparations à des travaux de serrurerie. Mais ceci est un principe qui peut être pris en défaut dans la réalité pour diverses raisons : défaut au niveau de la qualité des vis fusibles de BN4, mauvaise qualité du béton, défaut de conception En outre, pour les ancrages de BHO ou de BN5 sur des longrines non ancrées, les essais ont montré que cette longrine pouvait subir des désordres lors du choc. Il convient donc de la reprendre en vérifiant, avant de procéder au coulage de la nouvelle longrine, que la chape d'étanchéité de l'ouvrage, en principe continue sous la longrine, n'a pas subi de désordres. Dans le cas contraire, une réparation sera effectuée en appliquant les conseils donnés dans le guide N° 2 de la famille «Equipements».



Figure 25 : exemple de désordres autour d'une zone d'ancrage par suite d'emploi de vis fusibles non adaptées. Crédit photo DDE 48

> Une fois le diagnostic effectué, deux cas de figures peuvent se rencontrer :

- a) La zone d'ancrage est conforme et le désordre est lié à une cause externe au béton et au ferrailage. Le béton sera démoli par hydrodémolition et reconstitué avec la pièce d'ancrage. Les indications du guide STRRES FABEM 1 « reprise des bétons dégradés » (cf. références au chapitre 2), annexe 4, seront à appliquer.

Cette opération de démolition est hautement préférable par le procédé de l'hydrodémolition car elle évite toute détérioration des ferrailages. Par contre, les précautions inhérentes au procédé sont à prévoir : pas de travail au-dessus de ligne électriques, faire attention aux projections, etc.



Figure 26 : Au cours d'un choc, la longrine non ancrée peut, notamment pour les longrines sous barrières de niveau H (portant des BHO ou des BN5), être soit déplacée, soit cassée. Crédit photo SETRA/CTOA

- b) La zone d'ancrage n'est pas conforme, par exemple par suite d'un défaut au niveau du positionnement des aciers : soit on reconstitue le ferrailage type, soit on exécute un ancrage de barrière selon les indications de l'annexe D «Ancrage P de barrières métalliques modèle BN4 ou similaire» du Guide GC «Les barrières de sécurité de retenue des poids lourds».
- c) L'intervention porte sur une longrine non ancrée (voir figure 26). Celle-ci est démolie et déposée sur la zone fissurée ou cassée ou déplacée et une nouvelle longrine est exécutée.

Les reprises entre ancien et nouveau béton seront exécutées en suivant les conseils donnés dans le guide STRRES FABEM 1 «reprise des bétons dégradés» (dont les références sont données au chapitre 2).

4.2.5**AMÉNAGEMENT DE LA SÉCURITÉ
SUR LES PONTS EXISTANTS**

La mise en œuvre d'une barrière de sécurité sur un ouvrage en service nécessite une analyse particulière de la sécurité et de l'adéquation de la structure avec les dispositions d'ancrage du dispositif de retenue adapté au niveau de sécurité envisagé sur l'ouvrage. Il s'agit d'une étude spécifique qui n'est plus de la réparation mais un projet qui doit être confié à un bureau d'études spécialisé dans le cadre d'un appel d'offres. Elle sort du cadre de ce document.

Les guides GC (pour les barrières de niveau N et pour les barrières de niveau H) précisent la démarche dans le § 7.4 de chacun de ces guides (voir chapitre 2 «références»).

5

Essais et contrôles

En matière de DRR on ne fait pas d'essai de performance sur le produit mis en place. En effet, le but d'un DRR étant de retenir un VL, le seul essai valable consisterait à réaliser un essai de retenue d'un véhicule dans les conditions définies par la norme, ce qui est techniquement et économiquement impossible. On s'attache donc à vérifier que le produit mis en place est exactement conforme et identique (en dimension et en caractéristique mécaniques des composants) au produit qui a subi l'essai de type initial. De même, on vérifiera que la mise en oeuvre est celle définie dans la documentation technique de l'entreprise.

> Dans ce contexte, on distinguera les trois situations suivantes :

a) Cas de remplacement à l'identique d'éléments de dispositifs de retenue,

Les contrôles seront ceux applicables à une mise en œuvre sur un ouvrage neuf. En particulier, on vérifiera la présence du marquage (NF ou CE selon les circonstances et les produits), les caractéristiques dimensionnelles des pièces approvisionnées, la présence de toute la boulonnerie de fixation et sa conformité avec les documents d'entreprises et les certificats (d'homologations ou de marquage), l'absence de blessures de la protection contre la corrosion (principalement la galvanisation) ; sinon les remises en état seront effectuées conformément aux prescriptions en la matière (voir le Fascicule 56 du CCTG, etc.).

b) Cas d'un DRR non conforme (en tout ou partie) et ne bénéficiant pas de marque NF ou du marquage CE.

Les contrôles porteront sur la vérification de la conformité aux plans et dessins approuvés lors de la signature du marché ou pendant l'exécution du chantier.

c) Réparation de zone(s) d'ancrage de DRR.

La reprise d'ancrage, en particulier de BN4 (mais ceci reste valable pour toute reprise d'ancrage de DRR), peut nécessiter une vérification de la validité de la réparation. Comme un essai de type n'est pas possible (cf. ci-dessus au début de ce chapitre), une solution a été mise au point, qui consiste en la réalisation d'essai de poussée au vérin sur les supports ancrés dans la zone réparée. On réalise alors une comparaison de la courbe effort-déformation obtenue sur la zone testée avec celle réalisée sur un ancrage conforme.

La procédure, qui est décrite dans une note du SETRA («évaluation de la résistance d'un poteau de BN4 et de son ancrage dans un ouvrage par un essai statique non destructif », en date du 24.07.91, modifiée le 20.02.92), fait appel à un matériel spécifique et l'essai est réalisé par un laboratoire spécialisé (voir figure 27).

Compte tenu de son coût et de la difficulté de mise en œuvre ainsi que de la disponibilité du personnel spécialiste, cet essai doit rester limité à des cas spécifiques où la sécurité est un enjeu important.



Figure 27 : Essai statique en cours sur un support de BN4 en vue de la vérification d'une réparation d'ancrage
Crédit photo SETRA/CTOA

La validation de réparation d'ancrage de barrière GS est aussi envisageable à l'aide d'un vérin. Il est conseillé, avant de lancer la réalisation de l'essai, de prendre contact avec un laboratoire spécialisé comme le LIER⁶ qui sera à même de donner les précautions d'exécution et conseiller un laboratoire d'essai.

En ce qui concerne les contrôles portant sur les éventuels produits de réparation utilisés au cours de ces travaux, les indications qui sont dans les guides FABEM N° 1 et 7⁷ (voir chapitre 2, pour les références), sont à appliquer en les adaptant au contexte du chantier de DRR.

⁶ LIER Laboratoire INRETS Equipement Routier. D 29 Route de Crémieu BP 352 69125 Lyon St Exupéry Aéroport. tél: 04.72.48.37.30
fax: 04.72.48.37.37

⁷ Le guide STRES FABEM 7 « Armatures passives additionnelles » est en cours de rédaction au moment de la mise parution du présent document.

6

Hygiène et sécurité

Par principe et dans la plupart des cas, les réparations de DRR se feront sous trafic. De par leur position en limite de chaussée et sur le bord libre d'un tablier, les interventions vont donc se faire avec un risque, d'une part, de chute et, d'autre part, de surplomber des zones circulées.

L'entrepreneur doit s'assurer du respect de la législation du travail en matière d'hygiène et de sécurité.

> Le code du travail impose une coordination des travaux dans les deux cas suivants :

- intervention pour travaux d'une entreprise dite extérieure dans l'établissement d'une autre entreprise dite utilisatrice. C'est le chef de l'entreprise utilisatrice qui assure la coordination générale ;
- chantier temporaire ou mobile où interviennent au moins deux entreprises. Un coordonnateur de sécurité et de protection de la santé (coordonnateur SPS) est requis sur le chantier.

> Le coordonnateur SPS est au moins de niveau 2 si les travaux effectués peuvent être qualifiés de dangereux :

- utilisation de substances extrêmement ou facilement inflammables, toxiques ou nocives ;
- risques de chutes de plus de 3 m de hauteur (ce qui est quasi systématiquement le cas des chantiers de réparation de DRR) ;
- travaux en milieu confiné ;
- etc.

> Préalablement à l'établissement de son PPSPS, l'entreprise intervenant aura procédé à une reconnaissance des lieux avant son intervention. Cela lui permettra de préciser les dispositions prévues aux différents stades d'interventions sur le DRR. On signalera, plus particulièrement :

- le balisage et la signalisation du chantier,
- les dispositions pour éviter la chute de matériaux sur la chaussée inférieure,
- les systèmes de maintien temporaire des garde-corps provisoires,
- les modalités d'interventions pour la dépose des parties en place afin d'éviter que de trop grandes longueurs ne soient sans DRR (ne faire les interventions que support par support),
- les protections du chantier par des DRR provisoires (systèmes homologués conformes au niveau T défini dans la norme NF EN 1317-2 et à XP P 98-453),
- etc.



Figure 28 : exemple de protection contre la chute du personnel et d'objets sur la voirie inférieure et reprise du garde-corps par module court. Crédit photo SETRA/CTOA

Le présent texte ne traite que des dispositions à mettre en oeuvre pour assurer la protection des personnes lors de la réalisation des travaux. Il ne traite pas des installations de chantier ni des moyens d'accès (échafaudages, nacelles automotrices...) même si ces points sont évoqués dans le présent document [se reporter, d'une part, au GUIDE GÉNÉRAL (GUIDE N°0) (en cours de révision à la date de publication de ce document), qui traite du chantier de réparation dans son ensemble et des textes de référence à connaître et, d'autre part, au guide FAEQ 1].

Il est rappelé que, dans le cadre d'autres opérations que celles relatives à l'entretien ou la réparation des DRR, les interventions sur les ouvrages doivent assurer la sécurité du personnel au droit des garde-corps. Dans ces circonstances, les dispositifs doivent respecter le Code du travail. Pour tenir compte de ces exigences spécifiques, en cas de travaux sur un pont, la norme XP P 98-405 propose d'incorporer, en permanence, des dispositions permettant de respecter des prescriptions relatives aux garde-corps de sécurité (possibilité d'ajout d'une plinthe en pied du garde-corps, par ex.).

7

Gestion des déchets

Les composants des DRR sont, dans la majorité des cas, en acier et, sauf cas très spécifiques, ils sont recyclés dans les filières de traitement adapté par les entreprises de la sidérurgie.

Il n'y a donc pas de gestion particulière des déchets.

Les déchets d'emballage de protection (bois, feillard et film en plastique) font l'objet d'un traitement sélectif en usine selon leur nature. Les déchets de béton armé sont mis en décharge ou recyclés comme granulats de remblai.

Dispositifs de retenue et garde-corps

8

PAQ

La nature de ces travaux de réparations sur les DRR (ou les garde-corps) et leur diversité rendent difficile l'élaboration d'un PAQ qui puisse être adapté à chaque situation.

On rappellera l'importance qu'une opération de réparation d'un DRR, même de courte durée et de faible coût, fasse l'objet **d'une procédure et d'un cadre de document de suivi principal**.

> Il est rappelé que le marché fixe en s'inspirant des dispositions du présent guide :

- les stipulations (prescriptions de moyens et spécifications de produits) à respecter ainsi que la consistance des essais et contrôles. Ces obligations sont reprises dans **les procédures et les cadres des documents de suivi** ;
- ce qui relève des contrôles interne, extérieur voire externe ;
- un cadre de PAQ avec la liste minimale des procédures et des cadres de documents de suivi à fournir ;
- le calendrier et les conditions de présentation au maître d'œuvre des différents documents constituant le SOPAQ et le PAQ au fur et à mesure du déroulement de l'opération chantier (de la remise des offres à la signature du marché et de la période de préparation des travaux à leur réception).

La présente fiche donne un schéma général pouvant servir de cadre à la rédaction d'un Plan d'Assurance de la Qualité (PAQ).

REPARATION DE DRR OU DE GARDE-CORPS Points sensibles, critiques et d'arrêts						
Rep	Description des phases d'exécution	Intervention du contrôle interne			Intervention du contrôle externe à l'entreprise (1)	Intervention du contrôle extérieur (2)
		Points sensibles (3)	Points critiques (4)	Points d'arrêts (5)		
1	PAQ, pendant le période de préparation des travaux : mise au point du document d'organisation générale et établissement des documents suivants : • les procédures d'exécution ; • les cadres des documents de suivi		Oui			Oui
2	PAQ avant toute réalisation d'une opération : mise au point des procédures d'exécution et des cadres des documents de suivi correspondants		Oui	Oui		Oui
3	PAQ pendant la réalisation d'une opération : respect des procédures, renseignement des documents de suivi et information du maître d'œuvre (6)		Oui			Oui
4	Choix des produits et des matériels					
	La consultation fixe le dispositif de retenue ou le modèle de garde-corps et les caractéristiques à respecter voire une technique d'exécution - L'entrepreneur entérine la ou les solutions (7)					
5	Contrôle et réception des produits					
	Transport, réception et stockage		Oui	Oui		Oui
	Essais d'identification rapide et/ou contrôle des caractères normalisés		Oui	Oui		Oui
6	Relevé contradictoire de l'état des lieux		Oui			Oui
7	Contrôles d'exécution d'une opération de réparation					
	Préparation de la zone de réparation		Oui			Oui
	Préparation de l'opération		Oui			Oui
	Préparation des produits		Oui			Oui
	Lever du point d'arrêt avant travaux		Oui	Oui		Oui
	Réalisation de l'opération de réparation		Oui			Oui
	Après réalisation de l'opération		Oui	Oui		Oui
8	Réception des travaux					
	Remise des résultats des essais		Oui			Oui
	PAQ : remise au maître d'œuvre de l'ensemble des documents originaux constituant le PAQ		Oui	Oui		Oui
	Vérifications diverses					Oui

LÉGENDE :

- (1) Il s'agit d'une surveillance et d'une assistance au contrôle interne effectuée par un représentant de l'entreprise indépendant de la direction du chantier. Il doit être prévu au marché.
- (2) Il s'agit du maître d'œuvre du client (voire du client) ou d'un organisme habilité par lui (laboratoire ou bureau d'études).
- (3) un point sensible est un point de l'exécution qui doit particulièrement retenir l'attention. Dans le présent tableau, l'ensemble des points sensibles n'a pas été développé.
- (4) un point critique est un point de l'exécution qui nécessite une matérialisation du contrôle interne sur un document de suivi d'exécution ainsi qu'une information préalable du contrôle extérieur pour que ce dernier puisse effectuer son contrôle s'il le juge nécessaire. L'intervention du contrôle extérieur n'est pas indispensable à la poursuite de l'exécution.
- (5) un point d'arrêt est un point critique pour lequel un accord formel du maître d'œuvre (ou d'un organisme habilité par lui) est nécessaire à la poursuite de l'exécution. Les délais de préavis et les délais de réponse du maître d'œuvre sont fixés dans le marché ainsi que les dispositions à prendre à l'issue du délai de réponse en l'absence de réaction du maître d'œuvre (situation très anormale). Les points d'arrêt doivent être prévus au marché.
- (6) le marché peut prévoir qu'un double (photocopie) des documents de suivi renseignés soit remis au maître d'œuvre au fur et à mesure du déroulement des travaux (une facilité pour le contrôle extérieur). Il est rappelé que l'ensemble des documents originaux constituant le PAQ doit être remis au maître d'œuvre au moment de la réception des travaux.
- (7) ce point recouvre les périodes de préparation du projet, de consultation des entreprises, de jugement des offres, de mise au point et de signature du marché.

INDEX

A	
ancrage P.....	37
ancrages.....	14, 24, 28, 37, 40, 41, 42, 43, 45, 46, 47, 50, 51
B	
barrières de sécurité.....	2, 3, 8, 10, 13, 15, 18, 20, 22, 24, 31, 32, 38, 40, 41, 46, 47
C	
corrosion.....	2, 3, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 28, 29, 35, 36, 37, 43, 50
D	
dilatation.....	29, 30, 34
E	
énergie cinétique.....	10
essai de poussée.....	50
F	
fusible.....	21, 24, 39, 40, 41, 43, 46, 47
G	
garde-corps.....	4, 8, 14, 29, 31, 32, 34, 35, 54
gel 24, 34, 35, 36, 37	
H	
hydrodémolition.....	41, 47
M	
marché.....	14, 16, 50, 60, 61
NF EN 1317.....	4, 8, 13, 15, 16, 18, 54
niveau H.....	4, 13, 37, 45, 47, 48
niveau N.....	4, 13, 18, 34, 37, 39, 45, 48
P	
parapet(s).....	32, 92
propriété industrielle et commerciale.....	3, 31
R	
rehausse.....	42
rehaussement.....	41
responsabilité.....	5, 14, 15, 36, 38, 41
T	
taraudage.....	43, 44, 45
tiges scellées.....	45
X	
XP P 98-405.....	11, 12, 14, 18, 32, 55

- Figure 1 : le maintien sur l'ouvrage de ce poids lourd aurait été souhaitable pour la sécurité de la circulation des trains !
- Figure 2 : rôle du garde-corps
- Figure 3 : rôle d'un DRR
- Figure 4 : norme XP P 98-405. Résumé des principales prescriptions
- Figure 5 : les niveaux de sécurité selon NF EN 1317-2
- Figure 6 : exemple de GC sur une passerelle dans un domaine de bâtiment
- Figure 7 : exemple de GC dans un contexte de génie civil
- Figure 8 : mise en sécurité dans l'attente d'une réparation définitive ou d'une réfection complète du garde-corps
- Figures 9 : corrosion «avancée» d'un garde-corps pouvant diminuer sa résistance
- Figure 10 : à gauche, état de corrosion d'une vis fusible de BN4 par rapport à son état neuf, à droite
- Figure 12 : exemple de défaut de fonctionnement d'un dispositif de dilatation : les deux lisses supérieures n'ont pas la même ouverture que la lisse inférieure
- Figure 13 : définition de la hauteur H_p des parapets
- Figure 14 : exemple de manchonnage démontable identique à celui utilisé au droit du joint de dilatation du tablier
- Figure 15 : déformation d'un profilé creux par le gel de l'eau y ayant pénétré.
- Figure 16 : trou de drainage dans la partie inférieure d'un profilé creux
- Figure 17 : principe de la réparation
- Figure 18-1 : la zone fusible d'une barrière de niveau N
- Figure 18-2 : rupture du hourdis de cet ouvrage faute d'avoir mis en place les ancrages fusibles de la BN4 lors d'une réparation
- Figure 19 : principe de réparation d'une barrière GBA/DBA
- Figure 20 : principe de rehausse d'un ancrage de BN4
- Figure 21 : principe de rehausse de faible hauteur avec insert à double filetage dans douille en place taraudée
- Figure 22 : les différents types de douilles d'ancrage de BN4
- Figure 23 : à gauche, définition de l'insert à double filetage, à droite, l'insert en place
- Figure 24 : Exemple d'une reprise d'ancrage de barrière par platine par tige scellée
- Figure 25 : exemple de désordres autour d'une zone d'ancrage par suite d'emploi de vis fusibles non adaptées
- Figure 26 : au cours d'un choc, la longrine non ancrée peut, notamment pour les longrines sous barrières de niveau H (portant des BHO ou des BN5), être soit déplacée, soit cassée
- Figure 27 : essai statique en cours sur un support de BN4 en vu de la vérification d'une réparation d'ancrage
- Figure 28 : exemple de protection contre la chute du personnel et d'objets sur la voirie inférieure et reprise du garde-corps par module court



Le comité de pilotage de la famille EQUIPEMENTS [FAEQ] était composé de :

Christian TRIDON , président du STRRES	
Bernard FARGEOT , président d'honneur du STRRES	
Hubert LABONNE , vice-président d'honneur du STRRES	
Didier CHABOT	COFEX ILE-DE-FRANCE
Gil CHARTIER	RCA
Gérard COLLE	COFEX LITTORAL
Jean-Pierre GADRET	SOLETANCHE BACHY
Christian TOURNEUR	FREYSSINET

Le GUIDE GENERALITES SUR LES EQUIPEMENTS [FAEQ 1]
a été rédigé par :

Michel FRAGNET

L'auteur et le comité de pilotage remercient pour leur aide et leurs précieux conseils :

F. PERO	SETRA/CTOA
Y. MEURIC	SETRA/CTOA
G. MARCHAL	RCA
JY. GOUIFFES	ROUSSEAU EQUIPEMENT
P. RICARD	AXIMUM
D. VULIN	DR EQUIPEMENT

Ce document a été réalisé avec le concours
de la Fédération Nationale des Travaux Publics (FNTP).



