

BARRIÈRES DE SÉCURITÉ

POUR LA RETENUE DES POIDS LOURDS

Barrières de niveau H2 ou H3



COLLECTION DU
GUIDE TECHNIQUE GC



Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes



BARRIÈRES de SÉCURITÉ pour la retenue des poids lourds *Barrières de niveau H2 ou H3*



COLLECTION DU
GUIDE TECHNIQUE GC

SEPTEMBRE 1999

Document réalisé et diffusé par le



SERVICE D'ÉTUDES TECHNIQUES DES ROUTES ET AUTOROUTES
Centre des Techniques d'Ouvrages d'Art - Cellule Équipement des ponts
46, avenue Aristide Briand - B.P. 100 - 92223 Bagneux Cedex - FRANCE
Tél. : 01 46 11 31 31 - Télécopieur : 01 46 11 31 69

Le présent fascicule fait partie de la collection du GUIDE TECHNIQUE GC. Cette collection devrait comprendre, à son terme, des fascicules traitant des sujets suivants :

LES DISPOSITIFS DE RETENUE

- CHOIX DU NIVEAU DU DISPOSITIF DE RETENUE

- LES GARDE-CORPS

(publié en Février 1997, sous la référence F 9709)

- LES BARRIÈRES DE SÉCURITÉ POUR LA RETENUE DES VÉHICULES LÉGERS
(BARRIÈRES DE NIVEAU N ET ÉQUIPEMENT DU TPC)

Implantation sur le bord libre d'ouvrage, en TPC (glissière et grille de TPC) sur des murs de soutènement et lors d'aménagement de la sécurité sur les ponts existants

- LES BARRIÈRES DE SÉCURITÉ DE RETENUE DES POIDS LOURDS
(BARRIÈRES DE NIVEAU H2 ET H3)

Implantation sur le bord libre d'ouvrage, sur des murs de soutènement et lors d'aménagement de la sécurité sur les ponts existants

LA PROTECTION CONTRE LA CORROSION DES ÉQUIPEMENTS LATÉRAUX

(Publié en Décembre 1996 sous la référence F 9672)

DÉFINITIONS DES ACTIONS SUR LES LAMPADAIRES, LES PORTIQUES DE SIGNALISATION, LES ÉCRANS ACOUSTIQUES

CORNICHES

(publié en Décembre 1994 sous la référence F 9467)

Cette collection remplace le dossier pilote GC 77. Au fur et à mesure de la publication des fascicules, la partie correspondante du dossier GC 77 est annulée.

REMERCIEMENTS

Ce Guide a été préparé par M. M. Fragnet avec la collaboration de M. Y. Meuric et de M. JP. Gilcart (pour l'illustration et la mise en page) (SETRA/CTOA, Cellule Équipements des Ponts) et de MM. G. Haiun et E. Delahaye (SETRA CTOA) pour tout ce qui concerne les implantations de barrières sur les murs de soutènement, sous la direction de M. C. Binet, chef du CTOA et de M. AL. Millan, chef de la DML du CTOA.

Nous remercions aussi les personnes suivantes pour leurs nombreux et précieux conseils et observations :

MM. A. Chabert (Cete Rhône Alpes), R. Chadourne (Conseil Général 31), JL. Jolin (Architecte), C. Leclerc (DDE 54), Mme R. Marchand (DDE 71), P. Paillusseau (DREIF), G. Pérez (CETE SO-DOA), J. Perrier (IGPC MISOA), M. Thénoz (IGPC MISOA), P. Trouillet (DR R/CA-OA), D. Vulin (DR Équipement),

sans oublier les précédents rédacteurs du dossier pilote GC : MM. Mathieu, Vallantin et Baudrin.

Sauf mention contraire, les documents photographiques proviennent de la photothèque du SETRA/CTOA.

Le suivi technique est assuré par **M. FRAGNET** et **Y. MEURIC** .

Le texte comporte quelques sigles dont la signification est rappelée ci-après :

- ASQUER : Association pour la Qualité des Equipements de la Route
- ASI : Acceleration Severity Index
- BAU : Bande d'Arrêt d'Urgence
- BDD-BDG : Bande Dérasée de Droite, de Gauche
- DR : Dispositif de Retenue
- DSCR : Direction de la Sécurité et de la Circulation Routière
- LIER : Laboratoire INRETS Equipement de la Route (antérieurement ONSER)
- PAQ : Plan d'Assurance de la Qualité
- PL : Poids Lourd
- TPC : Terre Plein Central
- VL : Véhicule Léger



SOMMAIRE

REMERCIEMENTS	3
GÉNÉRALITÉS - PRÉSENTATION	9
CHAPITRE 1 FONCTIONS D'UNE BARRIÈRE DE SÉCURITÉ DE NIVEAU H2-H3	11
1.1 - FONCTION RETENUE DES POIDS LOURDS	11
1.2 - FONCTION ESTHÉTIQUE	11
1.3 - FONCTION SECONDAIRE	12
CHAPITRE 2 CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT	13
2.1 - ARRÊTÉ DU 3 MAI 1978	13
2.2 - LA CIRCULAIRE N° 88.49 DU 9 MAI 1988	13
2.3 - CONCLUSION SUR CES ASPECTS RÉGLEMENTAIRES	14
CHAPITRE 3 LES MODÈLES DE BARRIÈRES DE SÉCURITÉ DE NIVEAU H2-H3	15
3.1 - INTRODUCTION	15
3.2 - LISTE DES BARRIÈRES	15
3.3 - PRÉSENTATION DES MODÈLES	15
3.3.1 - Les barrières BN1-2	15
3.3.2 - Les barrières BN3	16
3.3.3 - Les barrières BN4, BN4-16, TETRA S13 et TETRA S16	17
3.3.4 - Les barrières Bhab	18
3.3.5 - Les barrières BHO et BN5	18
3.3.6 - Les barrières DBA/GBA	19
3.3.7 - Les autres modèles de barrières	20
3.4 - CONCLUSION.....	20
CHAPITRE 4 LES CRITÈRES DE CHOIX	21
4.1 - PRÉSENTATION	21
4.2 - EFFICACITÉ	21
4.3 - ESTHÉTIQUE	22
4.3.1 - Les possibilités d'intervention	22
4.3.2 - Le choix du matériau	22
4.3.3 - Les possibilités offertes par la barrière Bhab	24
4.4 - CONTINUITÉ AVEC LES BARRIÈRES RÉGNANT SUR LES ACCÈS	24
4.5 - MASSE	26
4.6 - ENCOMBREMENT	27
4.7 - FACILITÉ D'ENTRETIEN ET DE RÉPARATION	28
4.8 - ADAPTATION AU TRAFIC PIÉTON	30
4.9 - PROPRIÉTÉS TECHNIQUES PARTICULIÈRES	32
4.9.1 - Effet d'écran	32
4.9.2 - Propriété acoustique des barrières	32
4.10 - FACILITÉ DE MISE EN ŒUVRE	35
4.10.1 - Possibilité d'implantation en courbe	35
4.10.2 - Passage des joints	36

4.11 - COÛT	36
4.11.1 - Le coût du dispositif de retenue (fourniture et pose)	36
4.11.2 - Le coût global	36
4.12 - PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE ET COMMERCIALE ET SOUS-TRAITANCE	37
4.13 - CONCLUSION	38

CHAPITRE 5

DISPOSITIONS TECHNIQUES

5.1 - INTRODUCTION	39
5.2 - DISPOSITIONS VISANT À ÉVITER LE BLOCAGE DU VÉHICULE	39
5.2.1 - Présentation du problème	39
5.2.2 - Traitement de la barrière elle-même	40
5.2.3 - Traitement de la zone de raccordement ouvrage/accès	40
5.2.4 - Traitement de la zone du joint de dilatation	44
5.2.5 - Protection et isolement des obstacles en arrière des barrières	46
5.3 - DISPOSITIONS VISANT À AVOIR UN NIVEAU D'EFFICACITÉ CONFORME	48
5.3.1 - Présentation du problème	48
5.3.2 - Longueur efficace	48
5.3.3 - Transmission correcte des efforts à la zone d'ancrage	51
5.3.4 - Possibilités d'amélioration de l'efficacité	52
5.3.5 - Position par rapport aux trottoirs et aux bordures de trottoirs	55
5.4 - DISPOSITIONS VISANT À ASSURER UNE LIAISON EFFICACE À LA STRUCTURE	56
5.4.1 - Présentation	56
5.4.2 - Efforts à prendre en compte. Exemples de ferrailage	57
5.4.3 - ELS ou ELU?	62
5.4.4 - Les modalités d'ancrage dans la structure	63
5.5 - AMÉLIORATION OU DIVERSIFICATION DU DOMAINE D'EMPLOI	64
5.5.1 - Adaptation au trafic piéton	64
5.5.2 - Écran de retenue d'objet	65
5.5.3 - Implantation de Poste d'Appel d'Urgence (PAU)	65
5.6 - IMPLANTATION DE BARRIÈRES H2-H3 SUR LES MURS DE SOUTÈNEMENT	65
5.6.1 - Présentation générale	65
5.6.2 - Incidence du choix sur le projet	66
5.6.3 - Implantation de barrières H2-H3 sur des murs de type A	67
5.6.4 - Implantation de barrières H2-H3 sur des murs de type B	72
5.6.5 - Conclusion	75
5.7 - CONCLUSION SUR CE CHAPITRE	75

CHAPITRE 6

FABRICATION ET MISE EN ŒUVRE

6.1 - FABRICATION	77
6.2 - MISE EN ŒUVRE	78
6.2.1 - Calculs justificatifs et dessins d'exécution des ouvrages	78
6.2.2 - Mise en œuvre des parties en béton des barrières	78
6.2.3 - Mise en œuvre des parties métalliques	79
6.3 - SÉCURITÉ À LA MISE EN ŒUVRE DES BARRIÈRES	79

CHAPITRE 7

PÉRÉNNITÉ - ENTRETIEN ET RÉPARATION

7.1 - DISPOSITIONS POUR ASSURER UNE PÉRÉNNITÉ NORMALE	81
7.1.1 - Tenue contre la corrosion	81
7.1.2 - État de la zone fusible	82
7.1.3 - État de la zone d'ancrage dans la structure	82
7.2 - OPÉRATIONS DE SURVEILLANCE ET D'ENTRETIEN	83
7.2.1 - Surveillance	83

7.2.2 - Entretien et réparation	83
7.2.3 - Notice d'entretien	85
7.3 - RÉPARATION	85
7.3.1 - Principes généraux	85
7.3.2 - Cas des barrières en béton	85
7.3.3 - Interventions de remise en état des ancrages	85
7.4 - AMÉNAGEMENT DE LA SÉCURITÉ SUR LES PONTS EXISTANTS	87
7.4.1 - Présentation générale	87
7.4.2 - Les ouvrages concernés	88
7.4.3 - Les principes de base	88
7.4.4 - Règles du choix du niveau de sécurité	89
7.4.5 - Solutions possibles	89
7.4.6 - Amélioration de l'efficacité des barrières BN4	91
7.4.7 - Conclusions	91

CHAPITRE 8

AIDE À LA RÉDACTION DES PIÈCES DU MARCHÉ

8.1 - CCTP ET AUTRES PIÈCES DE MARCHÉ	93
8.2 - ATELIERS DE SERRURERIE	93
8.2.1 - Présentation	93
8.2.2 - Liste des ateliers de serrurerie	93

BIBLIOGRAPHIE

ANNEXE A

AUTRES MODÈLES DE BARRIÈRES DE NIVEAU H

A.1 - LA BARRIÈRE LÉGÈRE EN ALLIAGE D'ALUMINIUM	98
A.2 - LA BARRIÈRE PROVENCE B	98
A.3 - LA BARRIÈRE DITE «ESCOTA»	99
A.4 - BARRIÈRE NORMALE EN ALLIAGE D'ALUMINIUM	100
A.5 - BARRIÈRE SÉCURIBEL®	100
A.6 - LE GARDE-CORPS RENFORCÉ	101

ANNEXE B

GUIDE DE POSE DES BARRIÈRES MÉTALLIQUES

(MODÈLES BN4 OU SIMILAIRES)

B.1 - GÉNÉRALITÉS	104
B.2 - CONSEILS POUR L'ÉTABLISSEMENT DU PROJET DE L'OUVRAGE	104
B.2.1 - Nature des aciers en attente	104
B.2.2 - Conception du ferrailage de la structure	105
B.3 - CONSEILS POUR LA POSE DES PIÈCES D'ANCRAGE	111
B.3.1 - Examen du ferrailage en attente	111
B.3.2 - Pose de la pièce d'ancrage	111
B.3.3 - Mise en place des répartiteurs d'ancrage	112
B.4 - RÉGLAGE DES PIÈCES D'ANCRAGE ET DES SUPPORTS	112
B.4.1 - Généralités	112
B.4.2 - Les corniches sont préfabriquées	113
B.4.3 - La corniche est coulée en place	115
B.4.4 - Difficultés spécifiques aux réservations	117
B.4.5 - Maintien provisoire des supports	117
B.4.6 - Maintien provisoire des pièces d'ancrage	118
B.5 - BÉTONNAGE	119
B.5.1 - Qualité du béton	119
B.5.2 - Contrôle du bon bétonnage	119

B.6 - CAS PARTICULIER DES OUVRAGES BIAIS ET/OU À DÉVERS	120
B.7 - ÉTANCHÉITÉ AUTOUR DE LA VISSERIE	120
B.8 - RÉCEPTION	120
B.8.1 - Ferrailage	121
B.8.2 - Pièce d'ancrage	121
B.8.3 - Réglage des supports	121
B.8.4 - Bétonnage de la zone d'ancrage	122
B.8.5 - Qualité des éléments de la barrière	122
B.8.6 - Serrage	122
B.8.7 - Essai	122

ANNEXE C

IMPLANTATION DE BARRIÈRES H2-H3 SUR DES MURS DE TYPE A	123
- SOLUTION DE BHO EN CRÊTE D'UN MUR EN TERRE ARMÉE	124
- DALLE DE FROTTEMENT POUR BN4 (ET BARRIÈRES SIMILAIRES)	126

ANNEXE D

ANCRAGE P DE BARRIÈRE MÉTALLIQUE (MODÈLES BN4 OU SIMILAIRES)	129
D.1 - COMMENTAIRES ET PRÉSENTATION	130
D.1.1 - Caractéristiques de ce mode d'ancrage	130
D.1.2 - Domaine d'application	130
D.1.3 - Ancrage dans la structure	130
D.1.4 - Pose	130
D.1.5 - Coût	131
D.1.6 - Prescriptions diverses. Brevet	131
D.1.7 - Protection contre la corrosion	131
D.2 - DESSINS TYPES	131
D.3 - ÉTAPES DE LA MISE EN PLACE DE L'ANCRAGE	132
D.3.1 - Positionnement des axes des trous	132
D.3.2 - Forage	132
D.3.3 - Mise en place des tubes pvc	133
D.3.4 - Positionnement et réglage de la pièce d'ancrage	133
D.3.5 - Ferrailage complémentaire et bétonnage	133
D.3.6 - Mise en tension	134
D.3.7 - Installation de la barrière	135
D.4 - SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES	135
D.4.1 - Indications générales et description	135
D.4.2 - Qualité des matériaux	135
D.4.3 - Mode d'exécution des travaux	136

ANNEXE E

BHO OU BN5 SUR LONGRINE NON ANCRÉE	143
---	------------

ANNEXE F

ÉCRAN DE RETENUE DE CHARGEMENT SUR BN4 (ET BARRIÈRES SIMILAIRES)	147
---	------------

ANNEXE G

DISPOSITIONS AU PASSAGE DES JOINTS DE DILATATION DES PONTS	155
G.1 - PRÉSENTATION GÉNÉRALE	156
G.2 - JOINTS DANS LES BARRIÈRES DE SÉCURITÉ	156
G.3 - CALAGE DU JOINT	159

Pendant un certain temps, la norme **NF EN 1317 (1 & 2)** va coexister avec la norme **NF P 98.409**, ceci en attendant que soient précisées les conditions de la mise en place de la marque CE encore en discussion.

Pour le moment donc les produits sont classés par référence à l'une ou l'autre des normes, cependant, dans un souci de simplification, nous avons systématiquement classé en niveau **H2** des modèles de barrières anciennement en niveau **2b** (ou barrière normale) de la norme **NF P 98.409**. Sauf pour les modèles véritablement homologués en **H2** ou **H3**, cette présentation n'a qu'une valeur indicative dans l'attente de la définition des règles d'équivalence qui sont en cours de mise au point. Cependant, il est probable que les plupart des modèles seront à terme classés comme indiqué dans ce document.

Voir le fascicule "Choix du niveau du dispositif de retenue" pour les conditions d'essais et les équivalences.

GÉNÉRALITÉS - PRÉSENTATION

Le fascicule "Choix du niveau du dispositif de retenue" de la collection du guide GC¹ présente les éléments d'appréciation permettant de sélectionner le niveau de sécurité qu'il serait souhaitable d'avoir sur le bord droit du profil en travers d'un pont. Si un niveau de sécurité nécessitant la retenue d'un poids lourd a été envisagé, le présent document (comme son homologue pour les barrières de sécurité de retenue des véhicules légers) se propose de donner les divers éléments techniques, économiques et esthétiques qui permettront au projeteur de choisir et d'implanter le modèle de barrière de sécurité de retenue de poids lourd adapté au contexte de l'ouvrage étudié.

Après avoir rappelé la réglementation propre aux barrières de sécurité, le document donne des éléments de choix basés sur l'esthétique, le niveau d'efficacité, la facilité de réparation et d'entretien, le poids, le traitement du passage des joints de chaussées, la jonction et l'homogénéité avec la section courante aux abords immédiats de l'ouvrage, etc.

Des chapitres spécifiques abordent les diverses questions techniques concernant le non-blocage du véhicule lors du choc, les dispositions à adopter pour avoir un fonctionnement correct du dispositif de retenue et les aspects touchant à l'ancrage dans les structures (aussi bien les ouvrages que les murs de soutènement qui font l'objet d'un chapitre important et entièrement nouveau).

Par rapport au GC 77, la fabrication et la mise en œuvre sont traitées plus complètement et intégrées dans ce fascicule pour constituer ainsi un guide de chantier utile à l'Ingénieur chargé des chantiers. Enfin tout ce qui concerne la durabilité, l'entretien, les techniques de réparation, l'aménagement de la sécurité sur les ponts existants, etc. fait l'objet d'un chapitre nouveau.

Retenir un véhicule d'une masse supérieure ou égale à 10 tonnes, avec un dispositif de retenue fixé sur un pont pose de délicats problèmes que seuls des essais dynamiques dans des conditions bien précises définies dans les normes NF P 98.409 et NF EN 1317 (1 & 2) peuvent permettre de résoudre. C'est pourquoi, sur ouvrages comme sur les accotements en section courante, **seules des barrières de sécurité pour véhicules d'un modèle homologué ayant satisfait aux conditions définies dans les normes précitées sont autorisées sur les autoroutes et les routes ouvertes à la circulation publique** (Cf. Arrêté du 3.05.78, voir § 2.1 ci-après). Ces homologations renvoient :

- soit à des normes descriptives du produit,
- soit à des annexes techniques à la circulaire d'homologation décrivant le produit.

Ces documents constituent donc la spécification technique du modèle de barrière et les pièces du marché doivent y faire référence.

On ne retrouvera donc pas, dans ce fascicule, les spécifications relatives aux principaux modèles de barrières. Par contre, ce guide donnera tous les éléments d'informations pour choisir le modèle le mieux adapté au contexte de l'ouvrage, pour le mettre en œuvre correctement ainsi que tous les compléments qui ne sont pas dans les normes ou les annexes, voire choisir parmi les différentes options de ces documents.

AVERTISSEMENT : l'isolement des piles de pont n'est pas traité dans ce guide. Les dispositions à prévoir sont du domaine de la section courante en considérant la pile comme un obstacle à isoler au même titre que tout obstacle ; la stratégie de l'isolement doit évidemment prendre en considération le risque de l'effondrement de la structure et la tenue de l'obstacle au choc.

1. En préparation à la date de rédaction du présent document.

FONCTIONS D'UNE BARRIÈRE DE SÉCURITÉ DE NIVEAU H2-H3

■ 1.1 - FONCTION RETENUE DES POIDS LOURDS

La fonction de base d'une barrière de sécurité est de maintenir sur la plate-forme un véhicule en perdition. C'est donc un élément primordial de la sécurité des usagers. Si la réglementation, l'Indice de Danger (défini dans le fascicule "choix du niveau du dispositif de retenue") et/ou le contexte de la voie conduit à estimer que le risque de chute d'un poids lourd en contrebas d'un ouvrage peut avoir des conséquences inadmissibles en terme de sécurité ou d'environnement, on prévoira des dispositifs de retenue adaptés à cette fonction. Ce sont les

BARRIÈRES DE SÉCURITÉ DE NIVEAU H.²

Ce choix découlera donc des conclusions suite à l'exploitation du fascicule "Choix du niveau du dispositif de retenue" dans la même collection du guide GC.

Les produits susceptibles d'assurer cette fonction de retenue d'un poids lourd sont peu nombreux, car retenir un véhicule d'un poids supérieur à 3-5 tonnes (et en général supérieur à 10 t) avec un dispositif fixé sur un pont ou une structure similaire, pose d'innombrables problèmes que seuls les essais sur un prototype dans des conditions bien précises définies dans les normes peuvent permettre de résoudre. Le coût de ces essais et de ces études³ est élevé par rapport au marché potentiel⁴ ce qui explique le faible nombre de modèles disponibles dans ce niveau de sécurité.



Figure 1
Fonction retenue de poids lourd.
Instantané d'un choc lors d'un essai en niveau H3.

■ 1.2 - FONCTION ESTHÉTIQUE

Si la barrière est implantée en bord du tablier, au même titre que le garde-corps, elle constitue, avec la corniche, l'un des éléments les plus visibles de l'ouvrage.

Par contre, comme on le verra dans la suite de ce guide, les possibilités de choix et de modifications sur les produits offertes aux concepteurs sont extrêmement limitées, même si les dernières recherches menées par l'Administration ont tenté d'élargir cet éventail pour mieux s'adapter à l'esthétique de l'ouvrage et à son environnement.

2. H pour "haute retenue", Cf. la terminologie de NF EN 1317.2. Ces niveaux correspondent aux niveaux 2a et 2b de la norme NF P 98.409 et aux barrières normales et lourdes de l'Instruction Technique (C 88.49 du 9.5.88).

3. Supérieur à 1,5-2 millions de francs 98.

4. On peut estimer, à la date de rédaction du présent document, à environ 40 à 50 km le marché annuel des barrières de niveau H en France.

Si cette fonction esthétique est indéniable, les contraintes techniques liés au coût de la mise au point des produits et à la nécessaire homologation font que l'aspect esthétique passe au second plan. Cette fonction sera surtout assurée par la peinture ou l'ajout d'éléments décoratifs.

■ 1.3 - FONCTION SECONDAIRE

Outre ces fonctions principales, la barrière peut jouer le rôle :

- de garde-corps sur un ouvrage routier en présence d'un trafic piéton, (sur un ouvrage autoroutier, le respect de la norme XP P 98.405 sur les garde-corps de PI est systématique),
- d'écran acoustique ou de retenue d'objet ou de protection contre le vent latéral.
- etc.



Figure 2
Importance de l'aspect de la barrière BN2 sur l'esthétique de l'ouvrage.



Figure 3
Fonction de garde-corps.

NB : le calage sous le support et le revêtement de trottoir ne sont pas encore réalisés

CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT

Le contexte d'emploi et la définition technique des barrières de sécurité de niveau H sont régis par un contexte réglementaire strict. Les deux principaux textes, au moment de la rédaction de ce guide, sont les suivants.

d'endurance et de fiabilité de longue durée. La durée de vie est vérifiée par des essais routiers ou en site naturel.

En ce qui concerne les barrières de sécurité, les essais sont faits conformément aux normes NF P 98.409 ou, depuis peu, NF EN 1317 (1 & 2).

Il existe, en outre, des procédures de suivi des fabrications et du comportement en service.

■ 2.1 - ARRÊTÉ DU 3 MAI 1978

Il s'agit de l'arrêté relatif aux conditions générales d'homologation des équipements routiers de signalisation, de sécurité et d'exploitation⁵.

Dans son article 1, "Champ d'application", cet arrêté précise : *"En vue d'assurer une qualité homogène des équipements routiers de signalisation, de sécurité et d'exploitation, ne pourront être utilisés sur les autoroutes et les routes ouvertes à la circulation publique que les équipements conformes à un type homologué"*.

Les articles 2 et 18 précisent que les "dispositifs de retenue des véhicules contre les sorties accidentelles de chaussées" entrent dans le champ d'application de cet arrêté.

La procédure d'homologation comprend deux étapes (article 6) :

- la première porte sur :
 - un examen détaillé des plans, dessins, notes de calcul, mode de fabrication, etc,
 - et des essais en laboratoire.
- la seconde consiste à réaliser sur un prototype des séries d'essais destinés à vérifier *a priori* la conformité aux spécifications techniques minimales. Il est aussi prévu des essais

■ 2.2 - LA CIRCULAIRE N° 88.49 DU 9 MAI 1988

Il s'agit de la Circulaire relative à l'agrément⁶ et aux conditions d'emploi des dispositifs de retenue des véhicules contre les sorties accidentelles de chaussée qui regroupe l'ensemble des textes sous forme d'une Instruction Technique..

Ce texte précise, dans son article 3, que :

- *- *il importe de se conformer aux règles définies dans la présente instruction,*
- *l'emploi des dispositifs décrits dans l'Instruction, ..., est autorisé,*
- *l'emploi de dispositifs de retenue non agréés ou la modification des conditions d'emploi de dispositifs agréés, doit faire l'objet d'une autorisation préalable"*

5. Texte 159.0 - JO*27.6.78-708 (78/26)

6. "homologation" serait plus conforme à la terminologie habituelle dans ce domaine puisqu'il s'agit de produits et que le terme agrément s'adresse à des fabricants.

■ 2.3 - CONCLUSION SUR CES ASPECTS RÉGLEMENTAIRES

Les **dispositifs de retenue**, c'est-à-dire pour ce qui concerne l'objet du présent guide : les barrières sur les ponts et ouvrages similaires, **doivent être homologués** pour être implantés sur les voiries ouvertes à la circulation publique.

Seuls les dispositifs de retenue homologués sont autorisés sauf dérogation particulière et spécifique.

Cette homologation est basée sur le (ou les) résultat(s) d'essais de choc selon les conditions de la norme NF P 98.409 ou 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 une norme de produit, soit l'annexe technique à la circulaire d'homologation.

Cette définition porte sur des caractéristiques géométriques, la qualité des soudures, les modalités de fabrication et la qualité des matériaux entrant dans sa composition. L'homologation ne se base, en aucune manière, sur des efforts appliqués à tout ou partie d'une barrière et la justification d'une barrière ne peut être appréhendée, pour le moment, par le calcul, à la différence des garde-corps.

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, on doit demander une homologation qui devra s'appuyer **uniquement** sur des résultats d'essais faits conformément à la norme NF P 98.409 ou NF EN 1317 (1 & 2).

Si l'on prend un cas concret comme la BN4, le support n'est pas défini par une valeur quelconque d'efforts à satisfaire mais par sa géométrie, la qualité de ses soudures et la qualité de l'acier. De même, les boulons d'ancrage sont définis dans la norme XP P 98.421, article 6.3 et figure 27 : "*Les vis fusibles sont en acier FB10 ou FR15 (NF A 35.053), classe 4-6, conformes aux prescriptions des normes NF EN 24014 et NF EN 20898-1 sauf sur leur résistance de rupture qui doit être de 450 ± 50 N/mm².*" Cette prescription ne donne pas de spécifications sur la fonction de la vis elle-même mais précise uniquement la géométrie et la qualité de l'acier entrant dans la composition de la vis.

REMARQUE : une refonte des textes cités dans ce chapitre est actuellement en cours pour tenir compte de l'évolution réglementaire, notamment au niveau européen. Ces nouveaux textes ne modifieront pas l'esprit tel qu'il est présenté ci-dessus mais ils préciseront plus clairement leur application à toutes les voiries.

CHAPITRE

3

LES MODÈLES DE BARRIÈRES DE SÉCURITÉ DE NIVEAU H2-H3

■ 3.1 - INTRODUCTION

La liste des barrières homologuées est évidemment évolutive en fonction des études menées par les fabricants ou l'Administration, les conclusions des applications sur les ouvrages, les données technico-économiques, etc. Le lecteur est donc invité à consulter la liste des barrières homologuées dans le "répertoire des homologations des équipements de la route" mis à jour annuellement⁷.

La liste donnée dans le paragraphe suivant a été établie à la date de Janvier 1999, en fonction de la connaissance à cette date. Seules les barrières spécifiques aux ouvrages d'art ou ayant une utilisation sur les ponts moyennant une adaptation sont citées dans cette liste.

■ 3.2 - LISTE DES BARRIÈRES

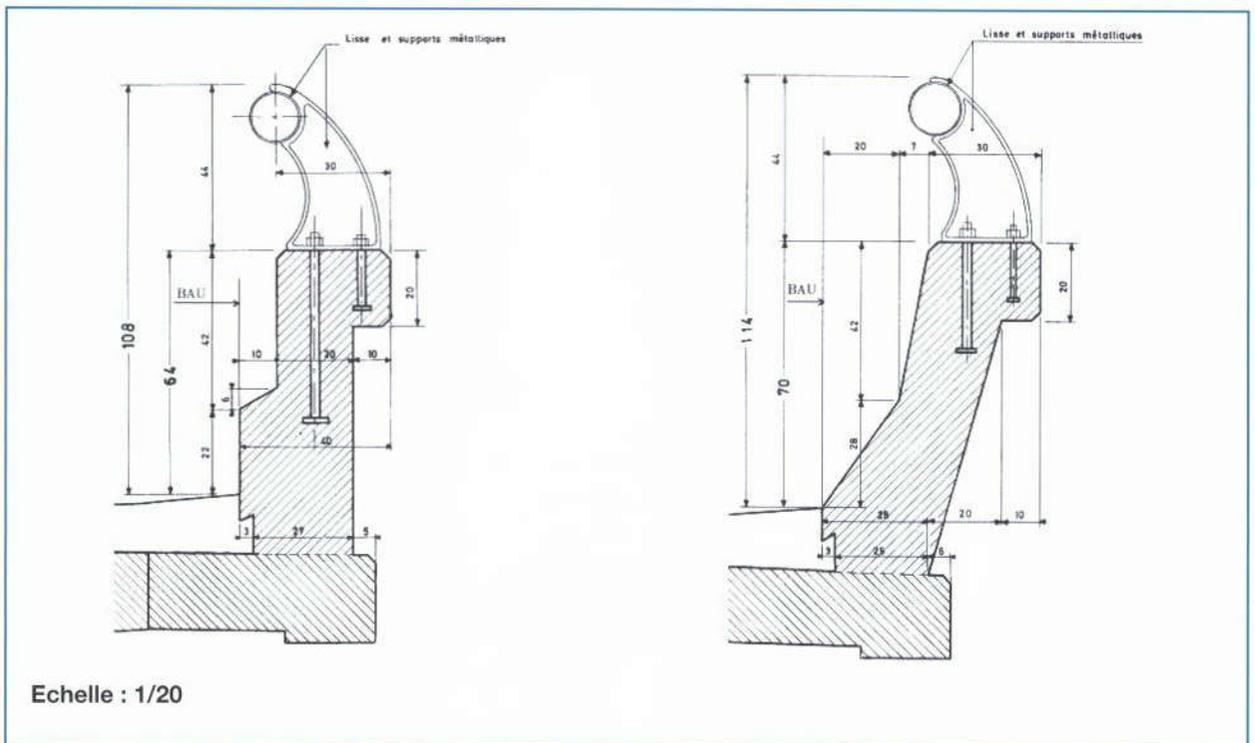
■ 3.3 - PRÉSENTATION DES MODÈLES

■ 3.3.1 - Les barrières BN1-2

Ces deux modèles de barrières parfois appelés muret Californien pour la BN1 et muret General Motors pour la BN2 (en référence à leur application d'origine) sont très semblables tant techniquement que par leur principe de fonctionnement. Les principales différences portent sur la forme du coffrage. On remarquera que le muret BN2 a un profil côté circulation très similaire à celui de la GBA ; ceci provient du fait qu'il a été mis au point par la Société General Motors pour sa piste d'essai dans les années 60 en s'inspirant d'un muret de TPC qui a été importé en France pour constituer le muret DBA ou GBA ; les quelques différences sont imputables à des transformations de cotes anglo-saxonnes en système métrique lors de l'importation!

NOM	Niveau d'efficacité	Matériau constitutif	Circulaire d'homologation ou texte de référence	Propriété Industrielle et commerciale	Figure	Observation
BN1-2	H2	Béton armé + métal	C 88.49 du 9.05.88 XP P 98.422		4	
BN3	H2	Béton précontraint	C 88.49 du 9.05.88		5	Voir commentaires au § 3.3.2
BN4	H2	Acier	C88.49 du 9.05.88 XP P 98.421		6a	
BND	H2	Acier	C 88.49 du 9.05.88 NF P 98.420		8	
BN5	H2	Acier	XP P 98.424		9	
TETRA S10	H2	Acier	C 99.64 du 16.09.99	Sté Lyonnaise d'Équipement Routier	6c	
GBA/GBA	H2	Béton non armé	C 88.49 du 9.05.88 NF P 98.430		10	
BN1-16	H3	Acier	C 95-68 du 28-07-95		6b	
TETRA S16	H3	Acier	C 99.64 du 16.09.99	Sté Lyonnaise d'Équipement Routier	6d	
Bndp	H3	Acier	C 98-09 du 06-01-98		7b	

7. Ce répertoire est accessible sur TELETEL (36.15-code d'accès : DTCS)



Echelle : 1/20

Figure 4
coupes transversales courantes d'une BN1 et d'une BN2.
(Pour le détail des cotes, voir la norme XP P 98.422)

Ils sont constitués d'une base (le muret) en béton armé coulé en place, surmontée d'une lisse métallique fixée sur des supports métalliques (figures 2 & 4). C'est l'ensemble base en béton armé et lisse sur supports qui constitue la barrière de sécurité homologuée. Aucune modification de la face avant et de la partie métallique n'est admise.

Ces barrières sont du **type rigide et fonctionnent par encastrement linéaire dans la structure**. Cet encastrement est obtenu par un ferrailage de liaison dont la composition et la géométrie sont définies dans la norme du produit.

■ 3.3.2 - La barrière BN3

Ce modèle en éléments préfabriqués en béton réunis par précontrainte et **fonctionnant par inertie** est cité ici pour mémoire. Compte tenu de son coût et de conditions d'emploi et d'exploitation contraignantes, ce modèle de barrière n'est plus développé. Cependant cela ne signifie pas que les ouvrages actuellement équipés avec une BN3 soient d'un niveau de sécurité insuffisant ou ne soient pas conformes. Moyennant un entretien judicieux, ce dispositif de retenue peut continuer à remplir sa mission⁸, d'autant que le niveau de sécurité est entre H2 et H3.



Figure 5
Vue d'une barrière BN3 lors de l'opération de mise en tension du câble de précontrainte qui doit assurer la liaison de l'ensemble des blocs en béton armé préfabriqué.

8. Sur l'entretien, prendre éventuellement contact avec les gestionnaires du guide.

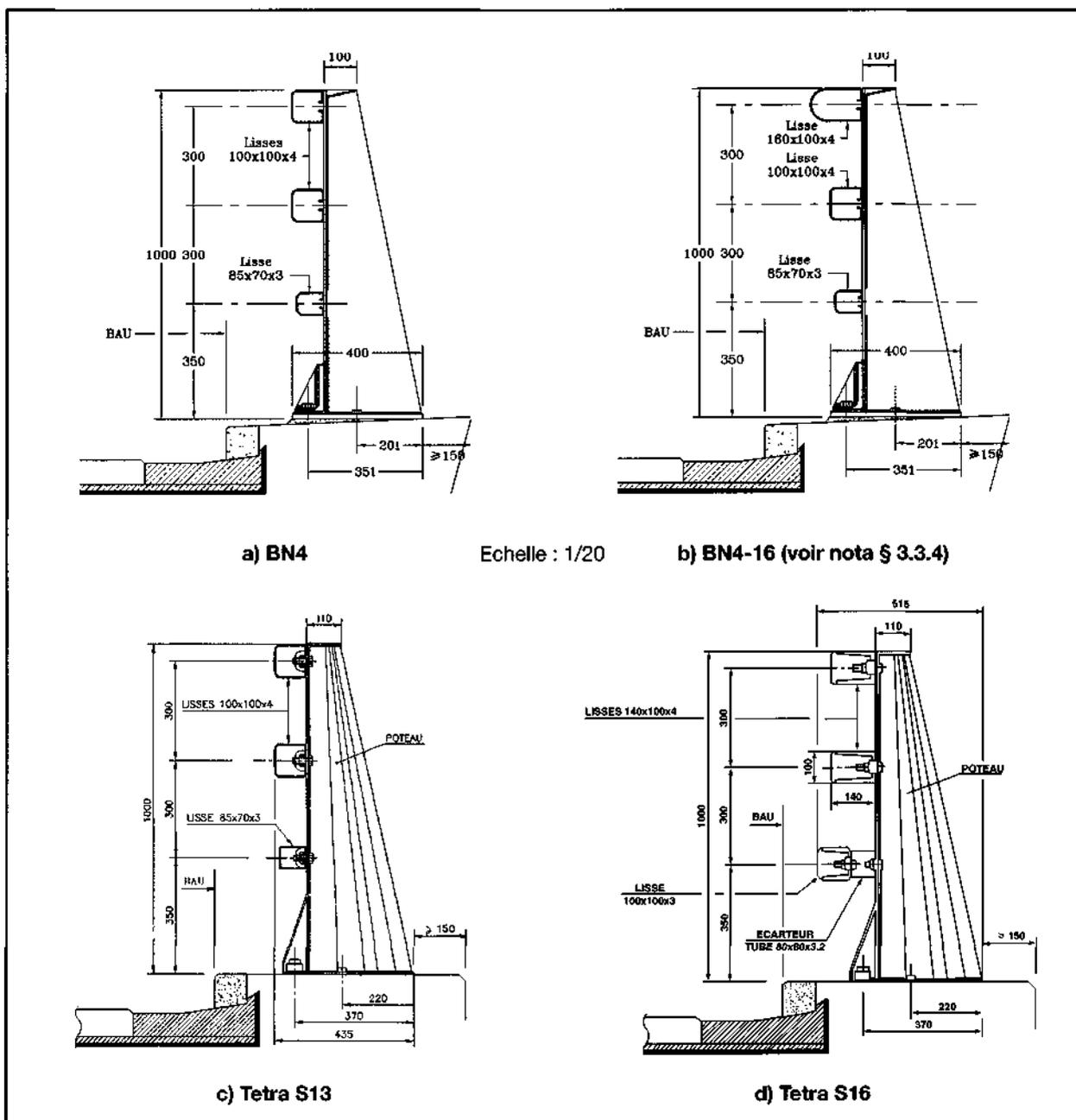


Figure 6
Coupes transversales courantes

NB : pour la définition de la largeur chargeable, on partira du nu des lisses (Cf. Guide du projeteur)

■ 3.3.3 - Les barrières BN4, BN4-16, TETRA S13 et TETRA S16

Il s'agit de barrières de sécurité en acier à lisses horizontales en tubes ouverts, fixées sur des supports en tôle d'acier découpés et soudés (figures 3 & 6). Ces supports sont liés à la structure par des vis fusibles serrées dans des pièces d'ancrage insérées dans le béton.

Ces modèles sont de type "souple" et fonctionnent par encastrement ponctuel.

La barrière BN4, dont les autres modèles s'inspirent, a été mis au point par l'Administration au début des années 1970 et a été figée dans sa forme générale en 1977. Les autres modèles, plus récents, sont le résultat d'études de l'Administration ou d'entreprise.

économique que la BHO que l'Administration a mis au point la barrière BN5.

Ces barrières comportent des éléments horizontaux, à base d'éléments de glissement, de profilés spéciaux (UAP 150 et Oméga pour la BHO) ou de lisses en tubes ouverts de même type que pour les barrières décrites au §.3.3.3 (pour la BN5). Ces éléments sont fixés sur des supports qui, en remplacement des C125+U100 battus dans le sol en section courante, sont des supports C140 sur platine (Cf. norme NF P 98.420, articles 6.1, 8.1 et 8.6.2).

Ces modèles de barrière sont de type très "souple" et fonctionnent par encastrement ponctuel.

NOTA : D'une façon générale, on remplace le support C125+U100 de la section courante par un support C140 tel que décrit ci-dessus.

■ 3.3.6 - La barrière DBA/GBA

La barrière DBA (**D**ouble **B**éton **A**dhérent) ou GBA (**G**lissière **B**éton **A**dhérent) est un muret en béton coulé en place en coffrage glissant. La barrière DBA est un dispositif de retenue de

section courante initialement mis au point pour équiper les TPC étroits de certaines chaussées (les premières applications en France ont été le TPC des ponts utilisés en bidirectionnel en phase provisoire).

Son domaine d'emploi a été ensuite étendu avec la GBA pour une utilisation sur l'accotement des voies routières. Il est alors identique à celui de la BHO/BN5.

Avec la même géométrie, ce dispositif de retenue peut être considéré de niveau de sécurité N2 ou H2. Dans le présent fascicule, il est considéré de niveau H2 si l'on respecte, notamment, les points suivants : longueur d'efficacité (conforme aux valeurs du tableau de la figure 42), capot normal au droit du passage des joints de chaussées⁹, zone à protéger en arrière (conforme aux valeurs du tableau de la figure 41), etc.

Sa géométrie (hauteur insuffisante au regard de la spécification des hauteurs de garde-corps de service) et son mode d'ancrage ("adhérence") font que ce dispositif, au même titre que les barrières BHO et BN5, ne doit pas être implanté en rive d'un tablier. C'est donc **une barrière de profil en travers.**

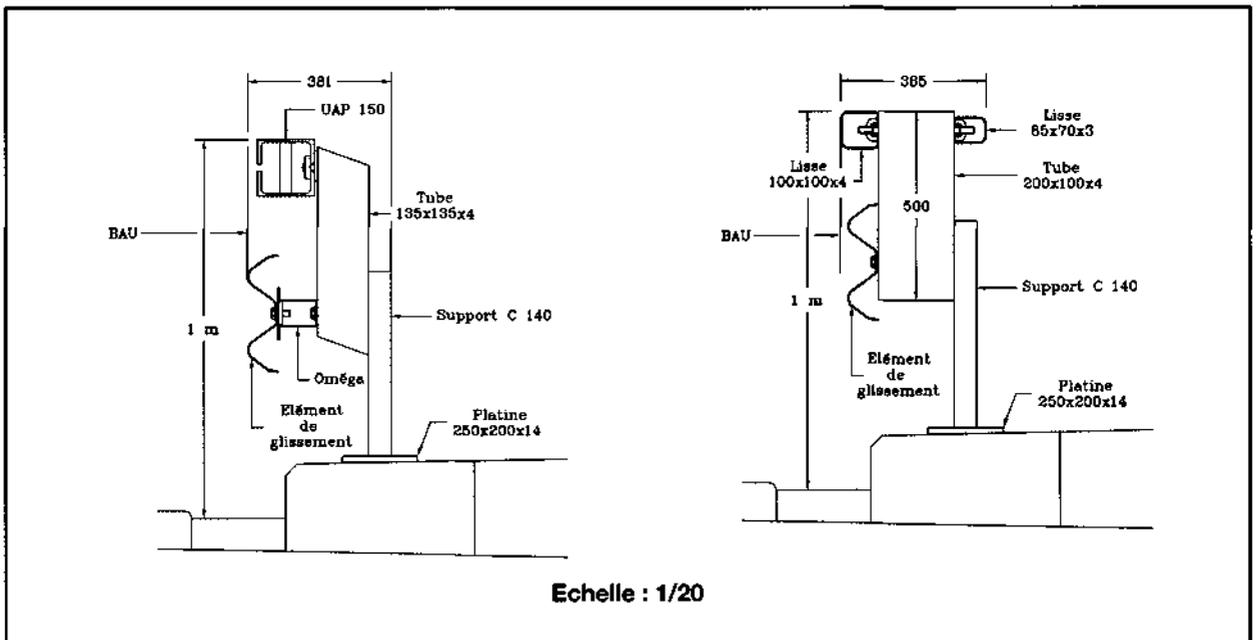


Figure 8
Coupe transversale courante d'une BHO.

Figure 9
Coupe transversale courante d'une BN5.

9. Franchissement du car lors d'un essai H2 sur un capot "simplifié" : essai ONSER 515 du 13/01/81.

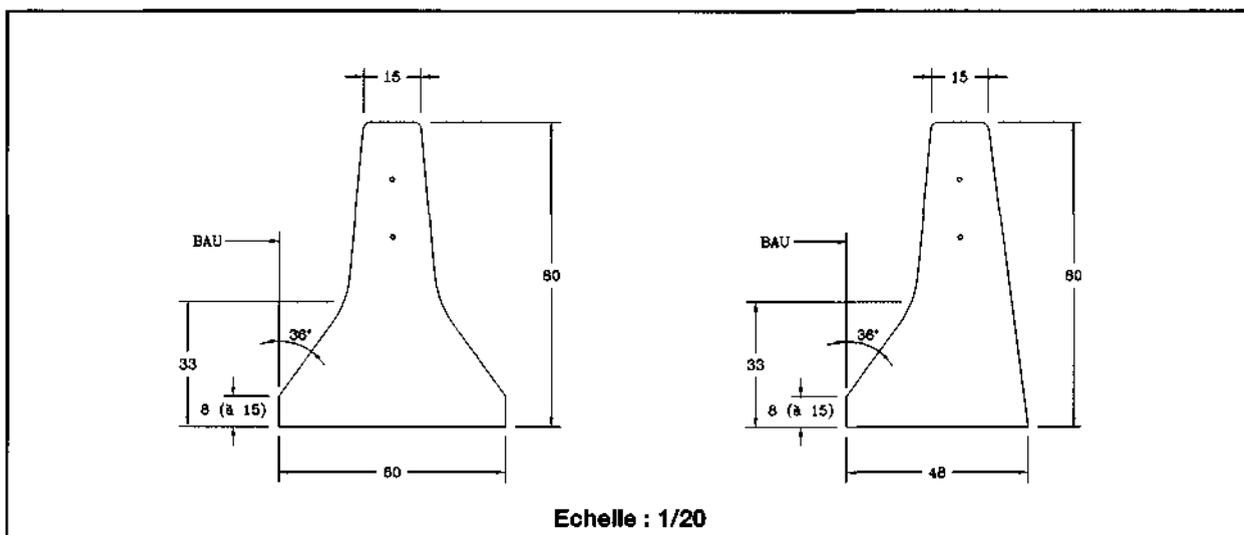


Figure 10
Coupes transversales types d'une DBA et d'une GBA

Elle est du type "rigide" et fonctionne par "adhérence".

Une courte présentation en est faite en annexe A avec, éventuellement, les raisons de leur perte d'intérêt.

■ 3.3.7 - Les autres modèles de barrières

À côté de ces modèles de barrières qui représentent, à ce jour, la presque totalité des produits fabriqués et posés, il existe un parc de l'existant. Ce parc est le résultat du souci d'améliorer la sécurité sur les ouvrages qui a conduit des services de l'Équipement, des Organismes ou des Entreprises à étudier et à mettre au point des dispositifs de retenue. Ainsi depuis le début des études sur les barrières de sécurité (vers 1970), un certain nombre de produits mis au point ont fait l'objet d'applications plus ou moins nombreuses. Les lois du marché ont joué leur rôle et ont conduit à marginaliser certains produits.

Les produits actuellement en place sur des ouvrages ne sont pas obligatoirement non conformes aux normes de performances et aux spécifications actuelles ; aussi il a paru utile de les présenter pour que les gestionnaires puissent définir leur attitude vis-à-vis de ces produits.

■ 3.4 - CONCLUSION

On dispose donc d'une panoplie de dispositifs de retenue certes limitée mais composée de modèles à conception, à matériaux et à principes de fonctionnement suffisamment variés pour satisfaire une majorité de cas d'emploi.

Par ailleurs, l'arrivée du modèle Bhab devrait permettre une plus grande liberté d'expression pour concilier la recherche de l'esthétique avec la nécessité de la sécurité.

LES CRITÈRES DE CHOIX

■ 4.1 - PRÉSENTATION

Chaque modèle de barrière H2-H3 a ses avantages et ses inconvénients. Au stade du projet, le Maître d'Œuvre ne doit pas faire un choix *a priori*, basé sur des habitudes mais en recherchant la solution la mieux adaptée au contexte. On n'équipe pas un pont de 10 m de long comme un viaduc, un franchissement de zone de captage des eaux comme celui d'un ruisseau, un ouvrage à proximité d'un site protégé comme l'ouvrage lambda, etc.

Dans le présent chapitre, on définit un certain nombre de critères : efficacité, esthétique, liaison avec les accès, poids, encombrement, facilité d'entretien, adaptation au trafic piéton, etc. avec les solutions les mieux adaptées en fonction des priorités définies pour un projet donné. Un parcours rapide de ce chapitre est essentiel au démarrage d'une étude.

■ 4.2 - EFFICACITÉ

Les barrières de sécurité décrites dans les chapitres 3.3.1 à 3.3.6 sont homologuées. Ceci signifie qu'elles satisfont aux spécifications des normes de performance (NF P 98.409 ou NF EN 1317.2¹⁰). Cependant, cette satisfaction est parfois un minimum pour certains produits alors que l'on dispose d'un large coefficient de sécurité en efficacité pour d'autres.

Cette efficacité est supposée obtenue pour un dispositif exactement conforme au référentiel du produit qui est présenté dans l'un des deux documents suivants :

- la norme de produit,

- l'annexe technique à la circulaire d'homologation.

Par ailleurs, certaines homologations ont été faites dans le cadre de la normalisation française alors que les conditions d'essais ont été celles de la future normalisation EN pour être immédiatement opérationnel au moment de l'application de ces normes. Notamment, la normalisation française n'a pas le niveau de retenue H3 (poids lourds de 16 t) et passe directement de la barrière normale (Niveau H2) à la barrière lourde (Niveau H4) ; ceci explique que certains produits ont été homologués en niveau "barrière normale"(ou H2) conformément à la norme NF P 98.409, alors que les essais ont été faits en niveau H3 conformément à la norme NF EN 1317.2 mais avant sa publication.

Il faut donc bien vérifier l'efficacité effective du produit utilisé et ne pas se limiter au seul texte d'homologation.

D'autre part, certains modèles anciens ont été essayés selon des conditions parfois légèrement différentes de celles des normes actuelles. En cas de doute, il est conseillé de prendre contact avec les gestionnaires de ce guide.

Parmi les barrières de niveau H, les modèles BN1 et BN2, utilisés depuis 1967 sont homologuées sans avoir subi des essais conformément aux spécifications. La Commission qui, à l'époque, avait en charge le suivi des dispositifs de retenue (le Groupe d'Etudes des Glissières) avait décidé de déroger pour les motifs suivants :

a) Il était urgent, en 1967, de diffuser des solutions sans attendre les résultats d'essais dont le coût aurait, du reste, été très élevé (construction d'un about de tablier avec son muret, essais proprement dits, etc.) ;

10. Les essais en niveau H sont toujours complétés par un essai avec un petit véhicule de niveau "N" et la spécification exige une valeur de l'indice ASI ≤ 1.4 .

b) Les dispositifs directement inspirés de barrières utilisées aux États Unis avaient fait, dans ce pays, l'objet de nombreux essais dont les résultats ont paru transposables pour notre pays ;

c) Depuis les premières installations, le comportement lors d'accidents réels a confirmé l'efficacité du dispositif. Ainsi, par exemple, un semi-remorque de 25-28 t, heurtant le muret à une vitesse d'environ 60 km/h sous un angle estimé à environ 15° a été parfaitement retenu. D'autres accidents sont venus confirmer ce résultat.

d) Enfin et surtout, les essais d'homologation faits sur le muret béton DBA ou GBA dont la forme du profil avant est celle de la BN2 peuvent valablement être extrapolés au cas des murets BN2.

La Commission de l'époque était consciente du précédent posé par ce cas de figure mais elle a jugé préférable de consacrer les crédits disponibles à l'étude de nouveaux dispositifs. Avec le recul de l'exploitation de ces barrières depuis 30 ans, il ne semble pas que les informations recueillies soient de nature à remettre en cause cette décision¹¹.

■ 4.3 - ESTHÉTIQUE

■ 4.3.1 - Les possibilités d'intervention

De par leur situation en bord de tablier, les barrières vont marquer fortement, comme les garde-corps, l'esthétique de l'ouvrage. Cependant, il est important de retenir que les **MODIFICATIONS** que l'on peut apporter sur les barrières de sécurité **SONT**, sauf cas particulier, **STRICTEMENT LIMITÉES**.

Leur esthétique a d'abord été fixée par leur fonction et le dessin, lors de leur mise au point, n'a pas fait l'objet d'une quelconque "amélioration" par un architecte. De toutes façons, ces "améliorations" auraient très vite été considérées comme inadaptées au cas de l'ouvrage en étude.

■ 4.3.2 - Le choix du matériau

Le matériau : béton ou métal ou mixte, constitue un choix fondamental du parti esthétique. Il est cependant souligné que le choix du matériau n'est pas uniquement d'ordre esthétique (voir les chapitres suivants).

a) Si l'on s'oriente vers le **métal**, on notera que l'on ne peut jouer que sur l'aspect par la peinture ou en ajoutant des panneaux entre les supports fixés en arrière des lisses ; le dessin de ces panneaux est alors fortement influencé par la forme de la barrière déjà bien typée. Ces d'éléments limitent les possibilités d'interventions sur l'esthétique.

Ces éléments soit de décoration, soit pour satisfaire à la réglementation en présence de piétons, doivent être solidement attachés à la barrière. En aucun cas, ils ne doivent être à l'origine de projections à la suite d'un choc sur la barrière (dans les conditions d'essais des normes NF P 98.409 ou NF EN 1317.2) et pouvant mettre en cause la sécurité des usagers en contrebas. (Voir le § 4.8 pour le détail des solutions).

En ce qui concerne les éléments de décoration, à l'exception de la Bhab qui comporte des parties spéciales de fixation, ils seront fixés par des dispositifs similaires à ceux des écrans de retenue de chargement (Cf. Annexe F). En cas de doute, on n'hésitera pas à prévoir une liaison des différents éléments constitutifs par un câble pour assurer un maintien provisoire après destruction des fixations afin d'éviter des projections pouvant mettre en danger la sécurité des tiers sur les voies franchies.

b) Dans le cas des murets **béton**, il faut distinguer l'aspect côté circulation de celui côté extérieur.

α) Côté circulation

On peut craindre un effet de "mur" surtout si la BDD est relativement étroite. La présence de ce mur projette le regard à l'horizon ; la hauteur du muret et la transparence entre les supports garantissent une visibilité latérale (Cf. *figure 11*) qui est un compromis entre ce qui peut être

11. Il a parfois été constaté des désorganisations de béton au droit des ancrages, mais ceci est la conséquence d'ancrage non conforme aux spécifications. Ce n'est pas particulier à ces barrières et ce type de désordre (Cf. *Fig 70*) a aussi été observé avec des barrières métalliques!

voulu : ouvrage de grande hauteur risquant de donner une sensation de vertige à certains conducteurs, et ce qui serait gênant (voire frustrant) : franchissement d'un site pittoresque ou agréable.

β) Côté extérieur

L'aspect "bandeau béton" peut être diversement apprécié, cependant, à condition de respecter la hauteur et la géométrie de la zone d'ancrage, il existe de grandes possibilités d'habillage de ce bandeau pour assurer son intégration dans l'ouvrage. *Les figures 2 et 12* donnent quelques exemples de solutions qui, si elles sont bien exécutées, donnent un certain cachet aux ouvrages ainsi équipés.

Figure 11
Angle de visibilité latérale avec une barrière en béton type BN1-2 (cotes en mètres)
(Le dessin est fait dans le cas d'une BN1 mais on peut facilement le transposer au cas d'une GBA)

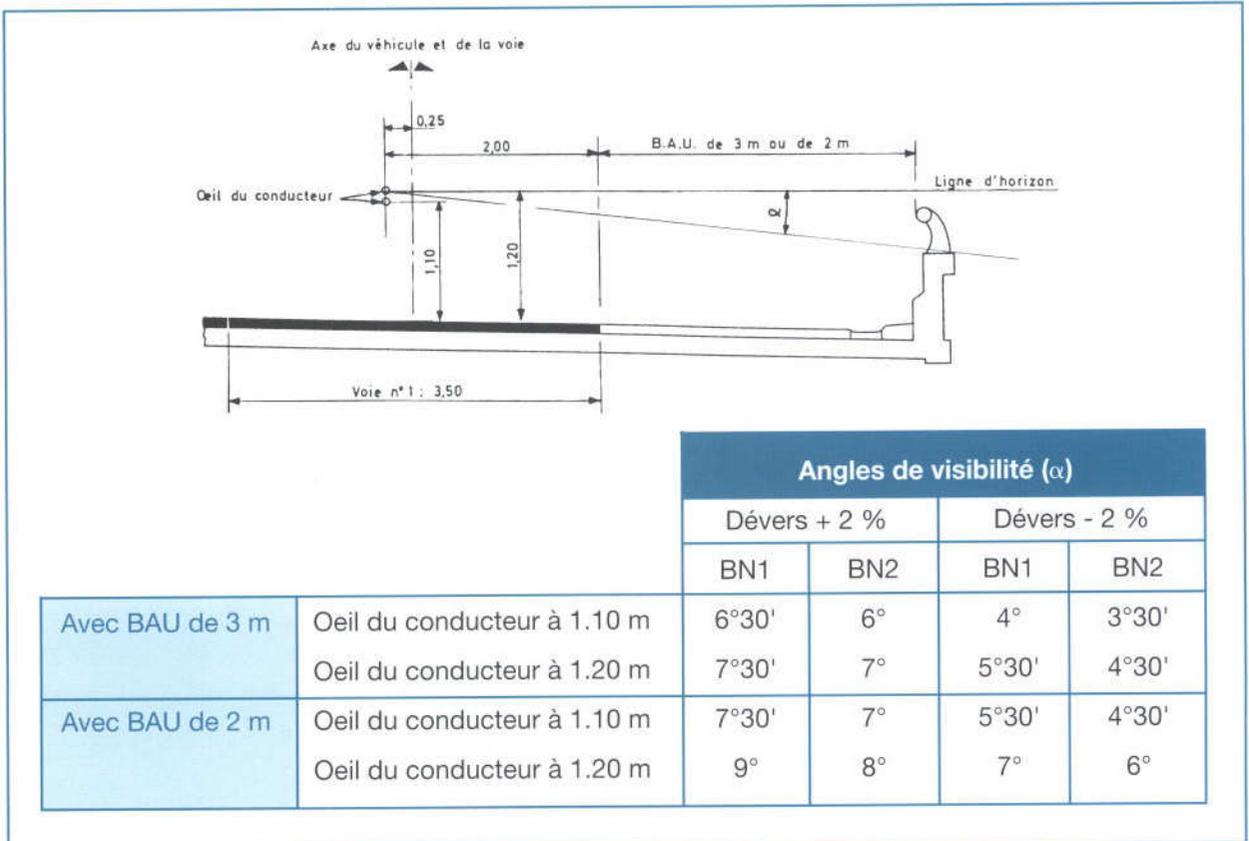


Figure 12
Un exemple de parement par l'ajout d'une peau extérieure sur une barrière BN2.

NB : ce parement viendra toujours en sus par rapport à l'épaisseur définie dans la norme et sur la figure 4.

■ 4.3.3 - Les possibilités offertes par la barrière Bhab

Conscient des difficultés rencontrées par les architectes pour intégrer les barrières de sécurité de bord de tablier dans l'esthétique générale des ponts, une recherche a été menée sur ce sujet en liaison avec un groupe d'architectes spécialistes des ouvrages d'art, de fabricants et de projeteurs. Ce groupe a défini les grandes lignes du dispositif qui devrait mieux tenir compte de la variété des situations et donner aux architectes une plus grande marge de manœuvre pour procéder à tous les aménagements possibles sans nuire à l'aspect sécurité. Il a bien été admis que l'objectif n'était pas de mettre au point un nouveau modèle de barrière qui sera immuable pendant 15/20 ans.

Par ailleurs, il a été envisagé d'avoir un produit qui prenne mieux en considération la présence de piétons. En effet, le groupe a estimé que les solutions actuelles sont assez illogiques sur ce point :

- la BN4 privilégie le glissement par ses lisses horizontales mais, ayant été étudiée au départ, pour être posée sur des ponts autoroutiers, donc "sans piétons", elle nécessite l'ajout d'éléments spéciaux pour satisfaire à la réglementation ;
- Le GCR ("garde-corps renforcé" anciennement dénommé BNBV, Cf. Annexe A, § 6) qui est souvent le produit proposé sur les voiries supportant un fort trafic piéton, est bien

adapté aux piétons mais la sécurité des VL n'est pas bien assurée, ce qui explique que ce produit ne soit pas homologué.

À la suite de ces considérations, l'étude a conduit à la mise au point d'un nouveau modèle de barrière de niveau H3 : la Bhab qui comporte une partie sécurité constituée par une ossature de base non modifiable. Sur cette ossature, on ajoutera des éléments permettant de satisfaire à la réglementation piéton ou à d'autres objectifs (esthétique surtout). Cf. § 3.3.4 et figure 7.

■ 4.4 - CONTINUITÉ AVEC LES BARRIÈRES RÉGNANT SUR LES ACCÈS

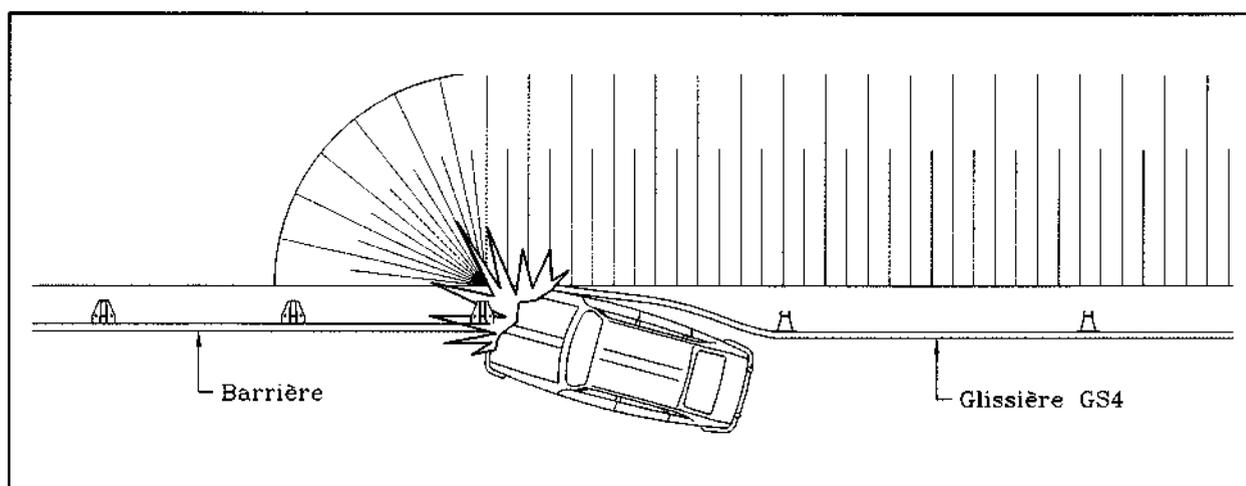
Un dispositif de retenue, pour être efficace, ne doit pas avoir de début ni de fin.

Plus concrètement, cela signifie que les barrières doivent se terminer dans des zones sans risques ou que ces "terminaux" soient eux-mêmes sans danger. Cf. Figure 13.

Cette continuité se traite selon deux aspects :

- La barrière sur le pont doit être **en continuité** avec une barrière sur les accès ; ceci afin d'assurer un ancrage correct du dispositif de retenue sur les accès s'il est d'un niveau d'efficacité inférieur à celui sur l'ouvrage et, surtout, "d'isoler" l'extrémité de la barrière implantée sur l'ouvrage.

Figure 13
Danger pour un VL de l'extrémité d'une barrière de pont



- La barrière sur le pont doit être prolongée par une barrière identique ou d'un niveau équivalent sur les accès pour avoir la **longueur efficace**.

Ces aspects de continuité et de longueur efficace vont influencer sur le choix du modèle à implanter sur le pont ; le premier moins que le second cependant.

a) La continuité

Pour assurer cette continuité, on doit donc raccorder la barrière sur ouvrage avec celle sur

les accès. Ces dispositions ont en principe été testées et sont homologuées ; elles sont présentées soit dans les normes, soit dans les annexes techniques. Certains cas de figures très particuliers, donc très rares, sont décrits dans des documents diffusés à la demande par le SETRA (prendre contact avec les gestionnaires).

Pour faciliter la recherche, le tableau de la figure 14 donne les références des documents où sont décrits les principales dispositions de raccordements entre barrière sur pont et celle sur les accès.

Figure 14
Liaisons entre dispositifs de retenue

	GI, A ou B	GBA ou DBA	BN5	BH0	BN1-BN2	BN4	BN4 16	BIAB
GI, A ou B	NF P 98-411, § 3.2.3 - Profil A: fig. 4a - Profil B: fig. 4b	NF P 98-433, § 4.2 Circ. 88.49, fasc. 3	XP P 98-424, § 6.3.1	NF P 98-420, § 7.1 Circ. 88.49, fasc. 2	XP P 98-422, Sur la fig 14 ou 15 appliquer NF P 98-433, § 4.2, Circ. 88.49, fasc. 3	XP P 98-421, § 5.6	Annexe technique à la circulaire N° 95.68 du 28/7/95, § 3.6	Annexe technique à la circulaire N° 98.09 du 06.01.98 § 3.7
GBA ou DBA	NF P 98-433, § 4.2 Circ. 88.49, fasc. 3	NF P 98-433, § 4.3.1.1 Circ. 88.49, fasc. 3	XP P 98-424 § 6.3.2	NF P 98-433 § 4.2.3	XP P 98-422 Fig 14 ou 15	XP P 98-421, § 5.7	Annexe technique à la circulaire N° 95.68 du 28/7/95, § 3.7	Annexe technique à la circulaire N° 98.09 du 06.01.98 § 3.8
BN5	XP P 98-424, § 6.3.1	XP P 98-424 § 6.3.2	XP P 98-424, § 5.5.1 et 5.5.3	Cas non prévu car barrière de même domaine d'emploi	XP P 98-422, Sur la fig 14 ou 15 appliquer XP P 98-424 § 6.3.2			
BH0	NF P 98-420, § 7.1 Circ. 88.49, fasc. 2	NF P 98-433, § 4.2.3	Cas non prévu car barrière de même domaine d'emploi	Plan SETRA pour le passage du joint de dilatation	XP P 98-422, Sur la fig 14 ou 15 appliquer NF P 98-433, § 4.2.3	NF P 98-420, § 7.2	Annexe technique à la circulaire N° 95.68 du 28/7/95, § 3.8	Annexe technique à la circulaire N° 98.09 du 06.01.98 § 3.6
BN1 ou BN2	XP P 98-422, Sur la fig 14 ou 15 appliquer NF P 98-433, § 4.2, Circ. 88.49, fasc. 3	XP P 98-422 Fig 14 ou 15	XP P 98-422 Sur la fig 14 ou 15 appliquer XP P 98-424 § 6.3.2	XP P 98-422, Sur la fig 14 ou 15 appliquer NF P 98-433, § 4.2.3	XP P 98-422, § 6.4	XP P 98-422, Sur la fig 14 ou 15 appliquer une configuration de liaison reprenant les principes GBA ou DBA/BN4 (XP P 98-421, § 5.7)		
BN4	XP P 98-421, § 5.6	XP P 98-421, § 5.7		NF P 98-420, § 7.2	XP P 98-422, Sur la fig 14 ou 15 appliquer une configuration de liaison reprenant les principes GBA ou DBA/BN4 (XP P 98-421, § 5.7)	XP P 98-421, § 5.4		
BN4-16	Annexe technique à la circulaire N° 95.68 du 28/7/95, § 3.6	Annexe technique à la circulaire N° 95.68 du 28/7/95, § 3.7		Annexe technique à la circulaire N° 95.68 du 28/7/95, § 3.8			Annexe technique à la circulaire N° 95.68 du 28/7/95, § 3.10	
BIAB	Annexe technique à la circulaire N° 98.09 du 06.01.98, § 3.7	Annexe technique à la circulaire N° 98.09 du 06.01.98, § 3.8		Annexe technique à la circulaire N° 98.09 du 06.01.98, § 3.6				Annexe technique à la circulaire N° 98.09 du 06.01.98, § 3.9

NB : - Les cases grisées sont les dispositions décrites dans les normes ou les annexes techniques des circulaires d'homologation, les cases blanches correspondent à des cas non prévus ou très rares.
- Les liaisons entre le modèle TETRA et les autres barrières sont traitées dans l'annexe technique à la circulaire d'homologation (citée dans le tableau du § 3.2).
- Dans le cas d'un raccordement entre une barrière bois sur accès avec une BN4, on conseille de réaliser un raccordement avec une barrière GS (par la pièce spéciale définie dans l'annexe technique du produit) au delà du poteau n° 8 du dispositif de raccordement.

b) La longueur efficace

Le chapitre 5.3.2 traite plus longuement de cet aspect (qui n'est qu'une conséquence des **longueurs d'ancrage**) en l'explicitant par des exemples.

On se reportera à ce chapitre en soulignant que cette question de la longueur efficace est un critère de choix important entre les différents modèles, ce qui peut influencer sur le profil en travers de l'ouvrage.

La règle est que l'on ne doit pas traiter un projet uniquement sous l'angle du profil en travers mais aussi et surtout suivant le profil en long. Une barrière ne doit pas régner uniquement sur le pont mais, pour assurer une efficacité satisfaisante, avoir une longueur minimale et être installée sur l'ensemble de la zone à protéger : les chutes de camions peuvent provenir aussi bien du pont que de ses abords immédiats. Ils peuvent même être plus dangereux dans le cas de contournement de l'origine de file par l'arrière.

■ 4.5 - MASSE

Il faut distinguer la masse du dispositif lui-même et celui du dispositif dans son environnement.

Pour le dispositif lui-même, on trouvera, dans le tableau de la *figure 15*, un récapitulatif du poids des principales barrières citées au § 3.2.

À cette masse, il faut ajouter celle des parties de la structure complémentaires à l'utilisation du modèle considéré.

Par exemple, avec les barrières type BN4, BN4-16 et similaires, il faut considérer la masse de la longrine d'ancrage et de la corniche. Pour la corniche, on distinguera le cas des ouvrages :

- avec une corniche béton ou métallique,
- et ceux avec une corniche caniveau béton ou métallique,

La BN1-2 assure aussi la fonction de corniche. A noter qu'il est peu astucieux de combiner ce type de barrière avec une corniche caniveau compte tenu des énormes difficultés de passage des avaloirs dans le muret, de l'aspect esthétique qui en découle et des difficultés d'accès pour l'entretien (*fig. 16*). Il convient de revoir le choix du modèle

Pour les barrières dites "de profil en travers" (BHO, GBA, BN5 ou similaires), il faut, outre les éventuelles zones d'ancrage dans la structure, ajouter la masse des garde-corps et des parties situées entre le nu côté circulation de la barrière et le nu extérieur (voir le profil représenté sur la photo de la *figure 18*).

Figure 15
les masses des barrières de sécurité

Modèle	Masse (kg/ml)	Observations
BN5	50	Hors zone d'ancrage
TETRA S13	60	Hors zone d'ancrage
BN4	65	Hors zone d'ancrage
BN4-16	70	Hors zone d'ancrage
TETRA S16	70	Hors zone d'ancrage
BHAB	86	Hors zone d'ancrage
BHO	100	Hors zone d'ancrage
BN2	605	Pour une géométrie conforme à la fig.1 de la norme XP P 98-422
GBA	605	Pour un talon de 15 cm et une densité du béton frais de 2.4.
BN1	620	Pour une géométrie conforme à la fig.1 de la norme XP P 98-422
DBA	665	Pour un talon de 15 cm et une densité du béton frais de 2.4.



Figure 16
Le mariage d'une corniche caniveau avec une barrière à ancrage linéaire n'est pas aisé et constitue une incompatibilité. L'entretien n'en sera pas facilité.

Il convient d'éviter de projeter ce type d'aménagement.

À titre d'information, on trouvera, ci-après, un classement en fonction de la masse basé sur une simulation de différents cas de figure.

Figure 17
Tableau présentant une simulation de la masse des barrières "en situation".

Masse en kg au m/l	BN2	BN4 ou similaire		BHO	GBA
Barrière	605 (BN1 = 620)	65		100 (BN5 = 50)	620
Longrine d'ancrage	-	415	480	pris en compte dans le trottoir	-
Corniche béton	-	200	-	260	260
Corniche métal	-	-	20	-	-
Garde-corps (S8)	-	-		25	25
Trottoir	-	-		660	550
Largeur de structure*	190	350		760	820
Classement	795 (BN1 = 810)	1030	915	1805 (BN5 = 1755)	2225

* Hypothèse d'une dalle en encorbellement de 25 cm d'épaisseur.

Avertissement : il s'agit d'une simulation qui ne prend pas en compte divers aménagements ou "habillages" particuliers.

■ 4.6 - ENCOMBREMENT

Celui-ci est à considérer sous les trois aspects suivants :

- l'encombrement de la barrière elle-même tel qu'il est défini dans les normes ou les annexes techniques,

- l'encombrement de la zone d'ancrage ou du massif d'ancrage pour pouvoir ancrer correctement ce dispositif de retenue et transmettre les efforts à la structure sans perturber le fonctionnement de la barrière,

- l'espace nécessaire au fonctionnement correct de la barrière. Cette information est donnée dans le § 5.2.5 et la *figure 41*.

D'une façon générale, les barrières dites de "profil en travers" (§ 3.3.5 & 3.3.6) seront plus "pénalisantes" en encombrement car, outre leur propre largeur, elles doivent être complétées par un trottoir (ou un passage de service) limité par un garde-corps.

Le tableau de la *figure 17* présente une synthèse de ces divers éléments liés à la masse, donc à l'encombrement, pour les principales barrières de niveau H citées au § 3.2. Les dispositions présentées sont celles pour lesquelles la barrière a été étudiée et est homologuée. Toute autre disposition est particulière et doit donc faire l'objet d'une autorisation d'emploi conformément aux prescriptions de l'article 3 de la C 88.49. C'est le cas d'une barrière dite "de profil en travers" que l'on planterait en bord libre de tablier.



Figure 18
Les barrières "souples" nécessitent des surlargeurs pour assurer un fonctionnement satisfaisant du dispositif de retenue. Sauf si ces surlargeurs peuvent être utiles à une circulation piétonne ou pour l'implantation d'équipements, elles augmentent d'autant le coût du dispositif de retenue.

Par ailleurs, ces zones qui peuvent être accessibles à du personnel chargé de l'entretien ou à des usagers doivent **obligatoirement** être limitées par un garde-corps de service ou normal.

4.7 - FACILITÉ D'ENTRETIEN ET DE RÉPARATION

Le principe général pour tout dispositif de retenue 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.

Il est évidemment important de bien ménager cette zone fusible et de lui conserver, durant toute la vie de la barrière, son efficacité. Voir le chapitre 7, § 7.3 sur les techniques de réparation.

Pour les barrières métalliques de type BN4 (BN4-16, Tetra ou similaire) ce niveau fusible est constitué par des vis à amorce de rupture définies sur la *figure 27* de la norme XP P 98.421. Cf. *figure 19*.

Pour les barrières métalliques de type BHO (BN5 et similaire), le niveau fusible est assuré par le pliage du support sur la platine (Cf. *figure 20*)

Dans ces deux cas, les réparations vont se limiter à des opérations de menuiserie métallique : desserrage et dépose de visserie et remplacement des parties métalliques détériorées.

Il est déconseillé de réutiliser des éléments ayant subi directement un choc.

Les barrières type BN1-2 ont un niveau de rupture théorique situé à l'encastrement muret-structure tel que défini sur la *figure 7* de la norme XP P 98.422. En cas de choc provoquant une rupture à ce niveau, la réparation va consister à démolir de joint à joint la barrière détériorée en dégageant les aciers du hourdis¹². On bétonne ensuite le nouveau muret.

En ce qui concerne les parties métalliques (des barrières BN1-2 ou entièrement métalliques), le niveau de rupture est à la base du support au-dessus de la zone d'ancrage, ce qui limite la réparation à un simple échange de pièces après dépose des fixations dans la pièce d'ancrage.

Il s'agit de travaux importants, coûteux et délicats mais qui ne se sont jamais avérés

¹². L'hydrodémolition peut s'avérer une technique très intéressante pour ce genre d'opération, Cf. *Fig 21*.

nécessaires. En effet lors des accidents portés à notre connaissance, les dégâts ont toujours été limités à la lisse et aux supports qui sont faciles à changer (comme cela a été le cas sur la *fig. 22*). À noter que dans certains cas, les dégâts ont été plus importants et ont provoqué la rupture du hourdis mais ceci est à mettre au compte d'une erreur de fixation avec une zone fusible dont le dimensionnement dépassait la capacité de résistance du hourdis.



Figure 19
Rupture des vis fusibles après un choc sur un support de BN4.



Figure 20
Support sur platine - Principe du pliage du support pour absorber de l'énergie et constituer un niveau fusible.

Figure 22
Les conséquences de ce heurt sur une BN1 ont été limitées aux supports qui seront à changer.



Figure 21
Reprise d'un bord de tablier comportant une BN1 par hydrodémolition, ici dans le cadre d'un réaménagement du profil en travers.



(Photo Cofiroute)

■ 4.8 - ADAPTATION AU TRAFIC PIÉTON

La présence d'un trafic de piétons doit être examiné sous les trois aspects suivants :

a) la largeur affectée à ce trafic.

Cette largeur est fonction du volume du trafic de piétons et est définie dans les Instructions Techniques correspondantes. En présence de ce trafic piéton, on réalise un trottoir qui n'a que peu d'influence sur l'efficacité du DR et le comportement du véhicule.

Ce dernier aspect est développé au § 5.3.5.

b) La continuité et la protection éventuelle de ces usagers

En d'autres termes, est-ce que ces usagers disposent d'une piste piéton spécialement aménagée et qui leur est affectée? Est-ce que ces usagers sont devant ou derrière un DR qui les isole du trafic automobile?

Selon les réponses que l'on donnera à ces deux questions, on aura des barrières PL en bord de tablier avec des piétons devant ces dispositifs isolés ou non par des barrières VL du trafic automobile ou des barrières PL de profil en travers devant un trottoir pour piéton limité en bord libre par un garde-corps.

Il s'agit donc d'un aspect important qui va influencer sur le choix du DR.

c) Les adaptations éventuelles de la barrière pour respecter les règles géométriques du garde-corps.

Dans le cas de piétons circulant devant une barrière de niveau H (cas de la *figure 3*), les barrières doivent respecter les prescriptions géométriques du § 5.1.2 de la norme XP P 98.405. Ces prescriptions portent sur la hauteur (art. 5.1.2.1) et sur le remplissage entre les barreaux ou les lisses (art. 5.1.2.2).

D'une façon générale, les produits actuels constituant les barrières de bord de tablier (BN1-2, BN4, Tetra, etc.) respectent les prescriptions de hauteur. La prescription relative au remplissage est respectée *de facto* pour les BN1-2 mais nécessite des adaptations pour les barrières métalliques de bord de tablier. La *figure 23* donne quelques exemples de solutions de barreaudage de remplissage pour une BN4 (ou une BN4-16). On pourra s'en inspirer pour les autres modèles de barrières¹³. Il existe diverses solutions pour traiter ce problème, voir le guide "garde-corps", notamment son § 4.4.3.1. Signalons que certaines d'entre-elles font l'objet de propriétés industrielles et commerciales.

L'impossibilité de respect de ces règles en présence de trafic piéton est l'une des raisons pour laquelle les barrières "de profil en travers" ne sont pas admises en bord de tablier.



Figure 23a
Exemple de "remplissage" entre lisses de BN4 pour satisfaire aux spécifications géométriques de la norme XP P 98.405.

13. Pour plus d'informations sur les prescriptions relatives aux garde-corps, voir le fascicule "garde-corps" dans la même collection du guide GC.

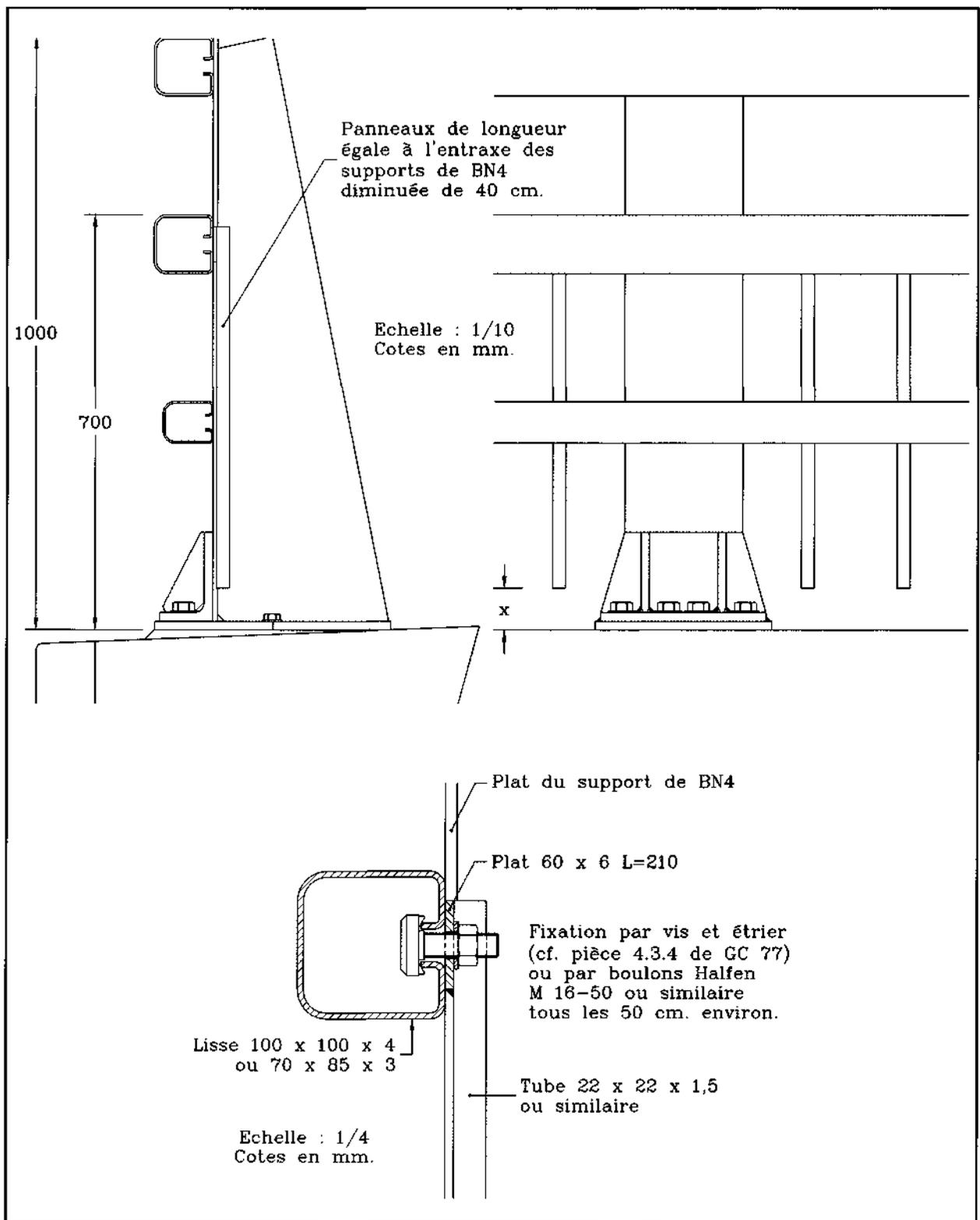


Figure 23 b : Exemples de solutions pour des panneaux de remplissage de BN4

Détermination de la valeur de x (en cm) :

a) pas de sous-lisse inférieure $x = 7 \frac{\sqrt{196 - e^2}}{2}$ où e est l'espacement entre barreaux

b) il y a une sous-lisse inférieure $x \leq 14$

■ 4.9 - PROPRIÉTÉS TECHNIQUES PARTICULIÈRES

■ 4.9.1 - Effet d'écran

Cette propriété est principalement l'apanage des BN 1-BN 2. La géométrie de la partie béton de ces murets peut s'avérer utile sur certains ouvrages : la formation d'une cuvette permettant la rétention de solides ou de liquides, une protection climatique et le rôle d'écran antibruit.

La présence d'une cuvette est plus spécialement appréciée quand l'ouvrage surplombe des zones sensibles (zone de captage d'eaux par exemple) ou pour éviter la chute de menus objets (enjolveurs, bouteilles, pierres, etc.) ; Pour les autres modèles de barrières, la prévention contre ces chutes d'objets ne peut se résoudre que par la mise en place de disposition supplémentaire (adjonction de grillage par exemple).

Le muret plein crée un écran paravent, ce qui peut être intéressant dans une vallée ventée et, en hiver, atténue l'effet évaporateur du vent, retardant ainsi l'apparition du verglas.

■ 4.9.2 - Propriété acoustique des barrières

La propriété acoustique de certains modèles de barrières de niveau H n'est pas à négliger.

En effet, couramment, pour assurer la fonction acoustique, on prévoit la mise en place d'écrans spécifiques et la combinaison d'un écran acoustique avec les exigences de sécurité est toujours un exercice difficile : l'écran doit-il recevoir une protection contre les chocs de véhicules? À quelle distance de l'écran doit-on implanter la barrière de sécurité pour lui permettre de fonctionner correctement? Comment tenir compte des risques de heurt des parties hautes de l'écran par des éléments de caisse de véhicules ou de leur chargement? (Cf. § 5.2.5). Sans oublier que l'implantation d'un écran peut limiter la visibilité sur un pont en courbe (la vérification est à faire).

Cette préoccupation liée au choix des largeurs est importante sur un ouvrage compte tenu de son coût au m².

Pour traiter ce problème de la combinaison d'écran acoustique et de barrière de sécurité de niveau H, on examinera les différentes solutions envisageables :

■ 4.9.2.1 - Écran acoustique derrière une barrière

La disposition avec un **écran acoustique classique derrière une barrière** (Cf. *Figures 24, 25 & 28*) est celle qui répond le mieux aux exigences énoncées ci-avant tout en étant très satisfaisante en terme de comportement pour le DR, mais elle a l'inconvénient d'être coûteuse en espace et en ancrage.

Cependant cela reste et doit rester la solution de base sur un ouvrage neuf, d'autant que, bien souvent, il s'agit d'ouvrages urbains et que l'on a souvent besoin de prévoir de l'espace derrière la barrière pour placer les équipements tels que les canalisations, l'évacuation des eaux de ruissellement, le téléphone, l'éclairage, la signalisation, etc.

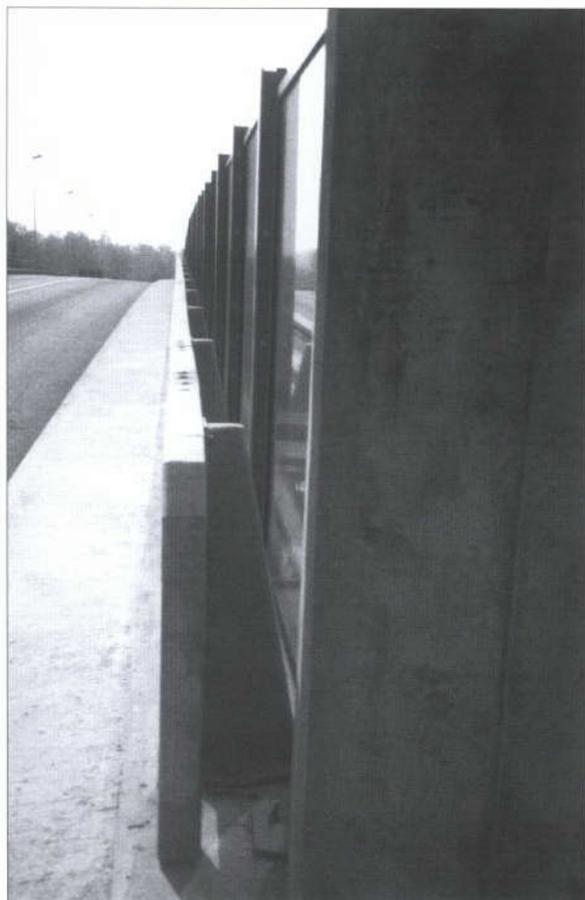


Figure 24
Écran acoustique en arrière de la BN4.

Lors d'un choc par un poids lourd heurtant la barrière, pour éviter le heurt de l'écran par les parties hautes du véhicule, il est conseillé d'écarter le plus possible l'écran par rapport à la face avant de la barrière. Voir le § 5.2.5 et la figure 41 sur les dispositions conseillées.

■ 4.9.2.2 - Les barrières double fonction sécurité/écran acoustique

Ce sont des barrières comme l'écran Sécuribel®. (Cf. Annexe A, § 5).

Le faible nombre de produits de ce type, leur esthétique et leur efficacité en tant qu'écran acoustique limitent leur emploi à quelques cas spécifiques. Il y a peut-être matière à réfléchir, au niveau des entreprises sur la recherche de produits plus performants mais le coût de la mise au point de barrières allié à la complexité de la technique d'écran acoustique freine sérieusement ce développement et le produit Sécuribel®, risque de rester l'unique représentant de cette solution.

■ 4.9.2.3 - Utiliser la configuration de la barrière comme élément d'écran

De ce point de vue, les murets BN1-2 ont une certaine efficacité en tant qu'écran acoustique (ce raisonnement resterait aussi valable pour la GBA-DBA). Ceci est la conclusion des mesures faites en site réel, dont les résultats, illustrés sur la figure 26, peuvent être résumés comme suit :

"L'atténuation apportée par ces murets, en comparaison avec des résultats sur maquette, avec source ponctuelle, sans muret, est au maximum de 6 à 7 dB dans la "zone d'ombre", à proximité des voies de circulation. Par effet de diffraction, cette atténuation diminue à mesure que l'on s'éloigne de l'autoroute.

"Quand la source n'est plus ponctuelle, mais infinie comme dans le cas réel d'un trafic, cette atténuation est de 4 dB au maximum dans la zone d'ombre.

"On peut considérer que seul un habitat de type pavillonnaire (rez-de-chaussée + 1 ét.) peut bénéficier de cette atténuation dans la limite de 40 m du bord de l'autoroute et pour un ouvrage de gabarit normal".

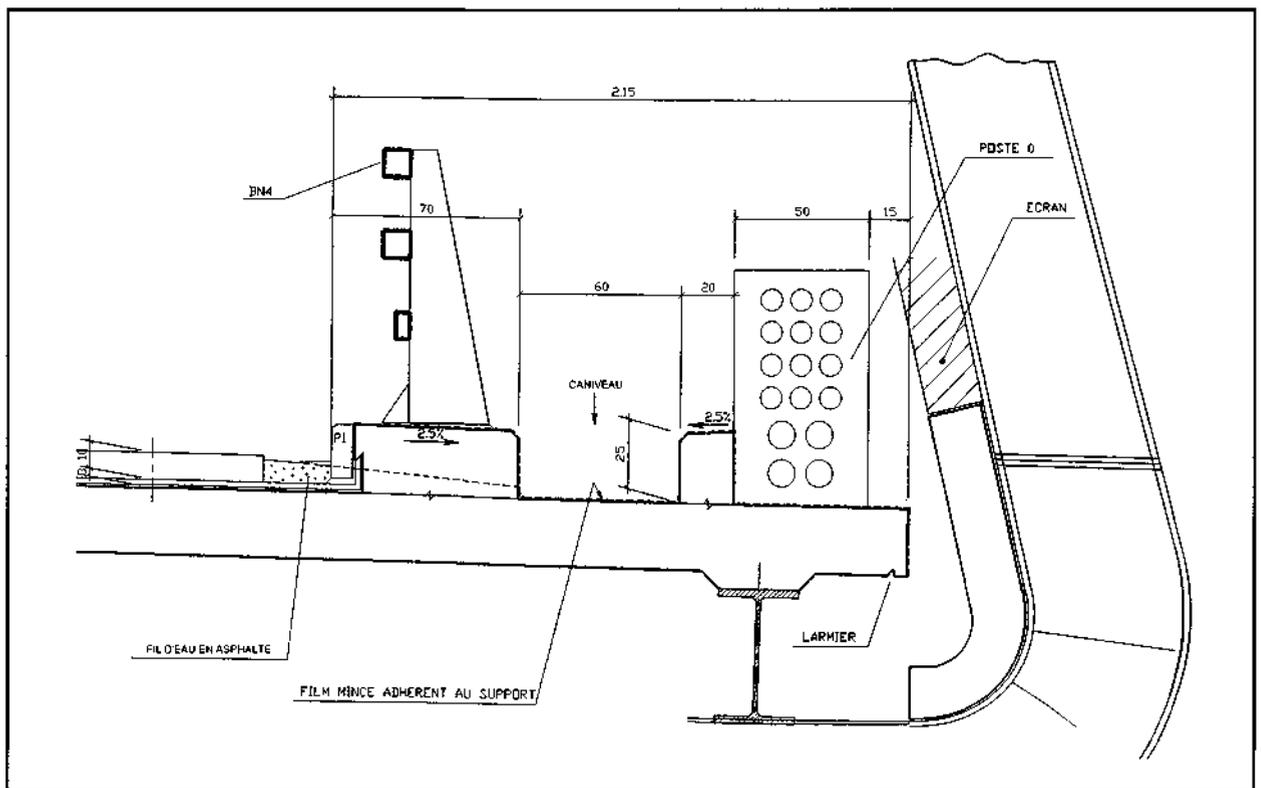


Figure 25
Exemple d'un profil en travers avec un écran éloigné de la barrière.
Ce choix a été dicté par la nécessité d'implanter des équipements sur cet ouvrage urbain.

■ 4.9.2.4 - Fixer un écran sur la barrière

Cette disposition a été testée avec un écran de 3 m de haut sur une BN4 selon le principe représenté *figure 27*.

L'essai a été fait en niveau H2 mais on peut raisonnablement estimer que l'ajout d'un écran est envisageable sur les barrières de niveau H3 de même architecture que la BN4.

On notera aussi qu'il est possible d'adjoindre aux murets BN1-2 des écrans acoustiques en rehausse du soubassement béton améliorant ainsi l'efficacité acoustique sous réserve de vérifier la stabilité du muret sous les actions climatiques (vent notamment) sans remettre en cause le dimensionnement de la zone d'ancrage du muret pour les chocs de véhicules (on notera que le ferrailage d'ancrage n'est pas symétrique et qu'il peut donc y avoir des directions de forces délicates à équilibrer dans la zone d'ancrage¹⁴.

Cette solution doit rester réservée aux cas où l'implantation d'écran acoustique sur un ouvrage existant comportant soit une BN1-2, soit une barrière type BN4 ou similaire est souhaitée.

Dans le cas de GBA-DBA disposé dans le profil en travers on peut envisager d'utiliser une longrine de base assurant la stabilité de l'écran et dont la face avant possède la forme standard de la GBA. Cette assise est correctement armée¹⁵.

■ 4.10 - FACILITÉ DE MISE EN ŒUVRE

■ 4.10.1 - Possibilité d'implantation en courbe

On distinguera les **rayons de courbure admissibles** sans opérations particulières des rayons nécessitant un cintrage en atelier des lisses. En dessous de certaines valeurs de rayon, ceux-ci ne correspondent d'ailleurs plus à ceux des tracés routiers et concernent des points particuliers : carrefours, par ex. Pour ces cas, il faut s'orienter vers une découpe/reconstitution par polygonale des lisses. On notera que les

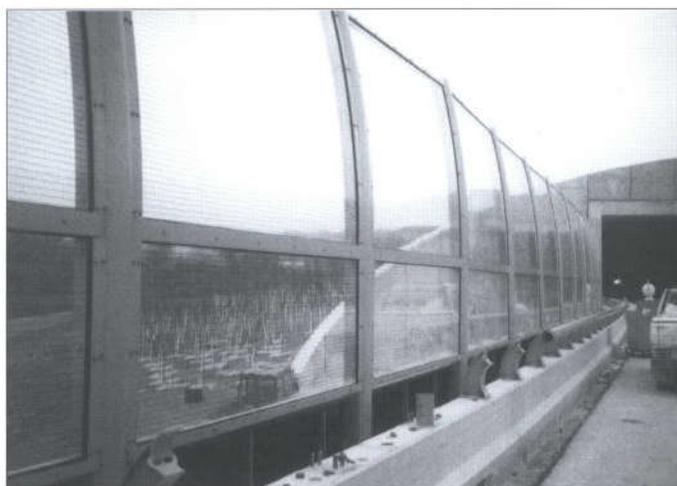


Figure 28
Écran acoustique derrière une BN1.

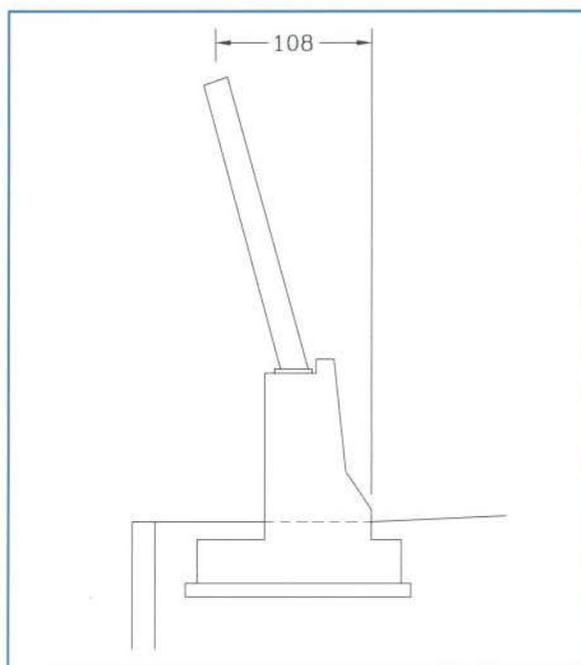


Figure 29
Écran fixé sur une assise en béton dont la face avant est profilée en forme de DBA (Cotes en cm).

applications dans des courbes à très faibles rayons ne correspondent plus au domaine d'emploi habituel et peuvent constituer des zones dangereuses.

Le tableau de la *figure 30* donne, pour les principaux modèles de barrières, les différents rayons de courbures admissibles.

14. Cette vérification est évidemment à faire avec tous les modèles de barrières.

15. Bien qu'un brevet ait été déposé, il ne porte pas sur le principe consistant à avoir un écran acoustique sur un socle en béton armé. Par contre certaines particularités faisant actuellement

l'objet d'une revendication, il importe que la Maîtrise d'Œuvre ne se trouve pas en position d'imposer une solution brevetée. Pour cela, le marché ne doit pas spécifier le mode de réalisation dudit socle.

Cette précaution étant prise, cette disposition peut être intéressante à connaître pour ses aspects économique, esthétique et technique.

Modèles de barrières	Type de lisse	rayons de courbure admissibles sans opérations particulières	rayons de courbure nécessitant un cintrage en atelier	rayons de courbure nécessitant des travaux particuliers
BN4 BN4-16 TETRA S13 Bhab BN5	100 x 100 x 4 70 x 85 x 3 et 100 x 100 x 3	R > 120 m	50 < R < 120 m	R < 50 m
BN4-16 - Bhab	160 x 100 x 4	R > 130 m	Etudes particulière.	R < 130 m
TETRA S16	140 x 100 x 4	R > 130 m	60 < R < 130 m	R < 60 m
BHO	UAP 150 et Oméga	R > 150 m	25 < R < 150 m	R < 25 m
BN1-2		R > 250 m	50 < R < 250 m.	R < 50 m

Figure 30
Rayons de courbure admissibles en fonction des lisses

■ 4.10.2 - Passage des joints

Ce problème particulier est traité dans le chapitre 5.2.4 et l'annexe G du présent guide. Il peut constituer un critère de choix car le traitement de cette zone est plus aisé (donc moins coûteux) avec certains modèles qu'avec d'autres.

■ 4.11 - COÛT

Les critères de choix basés sur le coût sont toujours délicats à manier dans le domaine des barrières de sécurité (comme dans bien d'autres!). Dans le cas présent, il faut distinguer le coût du dispositif lui-même (fourniture et pose) du supplément de coût sur la structure qui résulte de la présence du dispositif. Les éléments présentés au § 4.5 peuvent aussi servir de base à un classement selon le coût "réel".

■ 4.11.1 - Le coût du dispositif de retenue (fourniture et pose)

De ce point de vue, les barrières métalliques sont moins coûteuses que les barrières en béton armé liées à la structure (le cas de la DBA/GBA est un peu différent compte tenu de son mode

de mise en œuvre et de l'absence de travaux spécifiques du fait de sa pose directement sur un enrobé d'ouvrage). Sur la base des informations en notre possession, les barrières en béton ne comportant pas de coffrages extérieurs compliqués et/ou coûteux sont environ 1.5 à 1.8 fois plus chères que les barrières métalliques. Les variations de coût que l'on pourra observer entre ces dernières vont résulter de la quantité d'acier utilisé, de l'existence d'une standardisation ou de complications de fabrication. Une BHO est un peu plus coûteuse qu'une BN4, alors que la BN5, qui comporte moins d'acier et est d'une fabrication plus aisée que la BN4 se retrouve avec un coût plus élevé que cette dernière du fait de l'absence d'une fabrication en grande série standardisée.

■ 4.11.2 - Le coût global

Un modèle de barrière implanté sur un ouvrage va induire un supplément de coût de la façon suivante :

a) son encombrement proprement dit sur la base du § 4.6.

b) la place nécessaire pour son fonctionnement (Cf. § 4.6 & 5.2.5).

c) son poids (Cf. § 4.5) auquel on ajoutera le poids global de l'ensemble *in situ* allant de nu intérieur du dispositif au nu extérieur de la corniche.

d) le surcoût de ferrailage pour transmettre à la structure les efforts induits en cas de choc.

Le tableau de la *figure 31* présente un essai de classement des principaux modèles de barrières en fonction des différents critères et l'on peut voir qu'aucun modèle ne semble se détacher nettement.

Notamment, contrairement à une idée fort répandue, les barrières BN1-2 ne sont pas aussi "pénalisantes" que la BN4, surtout si on fait jouer à la BN1-2 le rôle de corniche, comme cela est prévu et que, à l'opposé, on utilise une corniche en béton derrière une BN4. C'était la principale conclusion d'une étude comparative confiée à un bureau d'études. L'avantage est cependant moins déterminant avec une BN4 combinée à une corniche métallique.

4.12 - PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE ET COMMERCIALE ET SOUS-TRAITANCE

4.12.1 - La propriété industrielle et commerciale est un critère de choix qui ne doit pas être négligé et on s'efforcera de tenir compte des conseils donnés dans l'annexe 3, chapitre 1, du fascicule "garde-corps" de la même collection.

Nous attirons l'attention sur le fait que le choix d'un dispositif de retenue ayant une propriété industrielle et commerciale ne doit pas être fait au stade de la consultation mais il doit résulter d'une proposition d'entreprise et doit alors porter sur des **dispositifs de retenue techniquement équivalents**.

Cependant, ce choix vers des dispositifs soumis à une protection industrielle ou commerciale engage l'avenir lors des interventions de réparation consécutives à des accidents sur ces barrières : seule l'entreprise détenant le brevet ou le modèle déposé est à même de faire les réparations (sauf accord de licence), ce qui empêche toute mise en concurrence pour la fourniture et la pose des parties en réparation.

Modèles de barrières	Encombrement du DR	Espace pour le fonctionnement	Poids		Coût d'ancrage
			du DR	Global	
BN1-2	***	***	*	***	**
BN4 ou similaire	**	**	***	* (1) ** (2)	*
BHO ou BN5	***	*	***	*	***
DBA/GBA	***	***	*	*	**
Ehab	**	**	***	* (1) ** (2)	**

*** Favorable ** Peu favorable * Défavorable

(1) Avec corniche en béton

(2) Avec corniche métallique

Figure 31
Tableau comparatif des différents modèles de barrières en terme de coût global

C'est pour ces raisons que nous avons signalé dans les paragraphes qui précèdent (notamment le tableau du § 3.2) l'existence de ces propriétés industrielles et commerciales. Elles peuvent porter sur :

a) des parties de dispositifs

C'était le cas, par exemple, de la fixation des lisses de BN1-2 sur les supports où il existait une variante brevetée maintenant dans le domaine public. La décision de l'emploi du dispositif de détail est laissée à l'initiative de l'entrepreneur (application du second alinéa de l'article 6.1 du CCAG).

b) l'ensemble du dispositif

Dans le cas où la décision du choix est le fait du Maître d'Ouvrage, c'est le premier alinéa de l'article 6.1 du CCAG qui sera à appliquer. C'est donc au Maître d'Ouvrage (et au Maître d'Œuvre) de prendre les contacts nécessaires avec le détenteur de la propriété pour obtenir les autorisations nécessaires (celles-ci pouvant parfois conduire à une facturation particulière).

- **4.12.2 - En ce qui concerne l'application de la loi sur la sous-traitance, nous conseillons de suivre les conseils du chapitre 2.2 de l'annexe 3**

du fascicule "garde-corps" dans la même collection du guide GC. Les barrières de sécurité étant des produits standardisés et leur application au contexte d'un ouvrage ne nécessitant pas, en général, d'adaptation particulière, on peut considérer que, sauf précision contraire dans le CCAP, la fourniture seule ne peut pas être considérée comme un acte de sous-traitance en l'état actuel de la jurisprudence.

Il s'agit là d'un principe général que l'on aura à appliquer avec discernement en fonction des modèles de barrières et du contexte.

■ 4.13 - CONCLUSION

On ne doit pas limiter son choix de modèle à un produit unique. Chaque modèle a ses avantages et ses inconvénients qui le rendent plus ou moins bien adapté au contexte particulier d'un ouvrage.

Il faut bien analyser ces critères de choix (au demeurant peu nombreux) et faire alors appel au modèle le plus satisfaisant au regard de ces critères.

DISPOSITIONS TECHNIQUES

■ 5.1 - INTRODUCTION

Lors des essais de type (NF P 98.409 ou NF EN 1317.2), une barrière de sécurité doit satisfaire aux performances requises sur la base de critères que l'on doit retrouver sur le dispositif installé sur le pont. Lors des essais de type on vérifie que le **dispositif de retenue** :

- **est efficace**, c'est-à-dire retient le véhicule correspondant au niveau de retenue visé ;
- **ne provoque pas de blocage** des véhicules¹⁶ qui pourrait donner lieu à des décélérations graves pour les occupants ;
- **est correctement ancré** dans la structure. Ceci tant pour l'efficacité du dispositif que pour la tenue de la structure, ce qui explique les nombreuses précautions à prendre au niveau de la définition des efforts à prendre en compte.

Ces critères d'acceptation en vue de l'homologation sont aussi valables pour le dispositif implanté sur l'ouvrage dans l'environnement et dans le contexte des autres équipements d'un pont.

Les dispositions techniques accompagnant le dispositif de retenue "en situation" devront donc satisfaire aussi à ces critères. Leur plus ou moins bon respect va bien évidemment conditionner le niveau effectif de performance obtenu sur l'ouvrage par rapport au niveau que le dispositif est théoriquement capable de donner au vu des résultats des essais de performance.

Le présent chapitre se propose de donner les principales dispositions qui seront à considérer dans ce contexte.

16. Il est souligné que les essais en niveau H doivent être complétés par un essai avec un petit véhicule.

■ 5.2 - DISPOSITIONS VISANT À ÉVITER LE BLOCAGE DU VÉHICULE

■ 5.2.1 - Présentation du problème

Les barrières sont étudiées pour que le véhicule puisse "glisser"¹⁷ sur lui sans heurt. En effet, lors d'un choc sur une barrière, la déformation simultanée de la barrière et du véhicule va absorber de l'énergie, ralentir la course dudit véhicule perpendiculairement au plan de la barrière et, surtout, le **REDIRIGER**, car c'est là le but principal d'une barrière de sécurité. Longitudinalement, l'absorption d'énergie se fait aussi par déformation du véhicule et du dispositif de retenue mais surtout par frottement le long de la barrière.

Cette absorption d'énergie conduit donc à des décélérations surtout dans les deux directions du plan. Ces décélérations doivent rester dans des limites tolérables pour un corps humain (retenu par une ceinture de sécurité pour les chocs avec VL). Elles sont quantifiées par un indice : l'indice ASI qui est défini dans les normes NF P 98.409 et NF EN 1337.2. Les valeurs de cet indice vont servir à caractériser les différents dispositifs de retenue. Même si cela n'est basé que sur une appréciation subjective et peut sensiblement varier selon les circonstances de l'accident, les spécialistes s'accordent à estimer que pour une valeur de l'indice ASI de :

- 0.7 à 1, les conséquences pour les occupants ceinturés du véhicule seront limitées,
- 1 à 1.4, ces conséquences peuvent être graves,
- au delà de 1.4, le risque est majeur.

17. D'où le nom de "glissière de sécurité" donnée aux premières barrières de retenue de véhicule léger.

La conception de la barrière est évidemment faite pour obtenir la meilleure valeur d'indice ASI ; il est donc important que **l'installation sur l'ouvrage ne soit pas à l'origine de blocage lors du contact du véhicule sur la barrière** ou ses équipements annexes provoquant un indice ASI d'une valeur supérieure à ce que l'on a constaté lors des essais de type.

Dans le cas des barrières H2-H3, ce problème du blocage concerne principalement le choc par des véhicules légers. C'est pourquoi l'homologation selon la norme NF P 98.409 demande que l'on fasse un essai avec une berline de 1250 kg à 80 km/h sous 20° (la valeur de l'indice ASI doit alors être inférieure à 1,1) et selon la norme NF EN 1337.2 avec un petit véhicule de 900 kg à 100 km/h sous 20° (la valeur de l'indice ASI doit alors être inférieure à 1,4).

Or, il faut savoir que le blocage d'un véhicule sur une barrière peut être provoqué par un détail apparemment anodin : un élément en relief par rapport au nu des lisses, un écartement trop grand entre le sol et la première lisse par où une roue peut passer et venir heurter un poteau¹⁸, un retour de trottoir, etc.



Figure 32
Blocage d'un VL sur une zone de raccordement GS/BN4

Les principales dispositions pour éviter ce risque de blocage sont décrites dans ce qui suit. On s'inspirera des principes ainsi définis pour traiter chaque cas particulier rencontré.

■ 5.2.2 - Traitement de la barrière elle-même

La barrière en partie courante a satisfait aux tests d'homologation et sa conception a été faite notamment pour éviter tout risque de blocage.

La barrière implantée sur l'ouvrage doit être conforme au dispositif homologué et il est fortement déconseillé d'y adjoindre des compléments qui pourraient venir perturber le comportement d'un véhicule lors d'un heurt sur le dispositif.

Ceci peut concerner, à titre d'exemples de modifications parfois observées bien que déconseillées :

- la modification de la position des lisses pour des raisons esthétiques,
- l'ajout de "décorations" ou de guirlandes lumineuses fixées sur la face avant des lisses avec des dispositifs en relief par rapport au nu de ces lisses.
- la modification de l'espacement des supports hors des fourchettes spécifiées,
- etc.

Cette situation est cependant rare et les modifications portant sur la partie courante restent exceptionnelles et sont généralement correctement traitées.

■ 5.2.3 - Traitement de la zone de raccordement ouvrage/accès

■ 5.2.3.1 - Généralités

NOTA : Le cas des raccordements de DR sur les ponts intégrés à un carrefour giratoire dénivelé est très délicat. Ces carrefours, notamment pour la liaison entre DR, nécessite des aménagements spécifiques qui seront abordés dans le fascicule "Les barrières de sécurité pour la retenue des VL". D'ores et déjà, il faut relever que ce type de carrefour est à éviter au profit de la disposition avec deux giratoires en extrémité d'un pont (voir les Instructions techniques spécifiques à ce type d'aménagement).

¹⁸. Ce qui explique la présence quasi systématique de guide roue dans certaines zones (liaison BN4/GS, GSO, ...) sur des dispositifs rigides pour un VL.

C'est certainement dans cette zone que l'on rencontrera le plus d'aménagements susceptibles d'être à l'origine d'un blocage souvent par défaut de conception et aussi du fait de la complexité technique dans cette partie d'ouvrage : présence de la culée, de murs de soutènement, jonction avec le remblai d'accès, évacuation des eaux, passage de concessionnaires, etc. Bien souvent des considérations esthétiques viennent encore ajouter à la difficulté.

Parmi les principaux points que l'on peut recenser dans cette zone, on peut citer les suivants :

■ 5.2.3.2 - Aménagement des retours de trottoir ou des abouts de corniche

Très souvent (trop?) les trottoirs sur l'ouvrage sont arrêtés dès la fin de l'ouvrage et la bordure de trottoir forme un retour à angle droit vers la corniche.

On devra donc aménager cette zone par des plans inclinés permettant un passage progressif d'un niveau à un autre sans risque de blocage des roues sur une paroi verticale.

C'est ce qui explique l'importance de la doucine représentée sur les plans types de raccordement BN4/glissière : Le blocage d'un VL sur la zone de raccordement glissière/BN4 illustré par la *figure 32* a été en grande partie provoqué par l'absence de l'aménagement de la partie verticale du retour de la corniche.

Dans le même esprit, on éloignera de la zone de transition les descentes d'eau sur remblai pour les positionner sur une section courante afin de ne pas perturber le comportement du véhicule lors du choc (*figure 33*).



Disposition déconseillée.

Figure 33

Aménagement conseillé avec déplacement de l'avaloir.



■ 5.2.3.3 - Isolement des abouts de barrière

L'idéal est qu'un dispositif de retenue n'ait ni début ni fin ou, s'il y en a, que cela soit déporté dans une zone sans risque pour l'utilisateur (Cf. § 4.4). Cependant, il arrive souvent que pour diverses raisons la barrière ne soit pas reliée à un autre dispositif de retenue et se termine brutalement :

- aménagement esthétique d'un about d'ouvrage avec un muret en béton armé dans lequel vient finir une barrière métallique,
- présence d'aménagement au sol empêchant la mise en place d'une barrière sur les accès,
- etc.



Figure 34a
Un exemple d'aménagement peu satisfaisant d'about de barrière (voir la figure 36 pour une solution admissible)

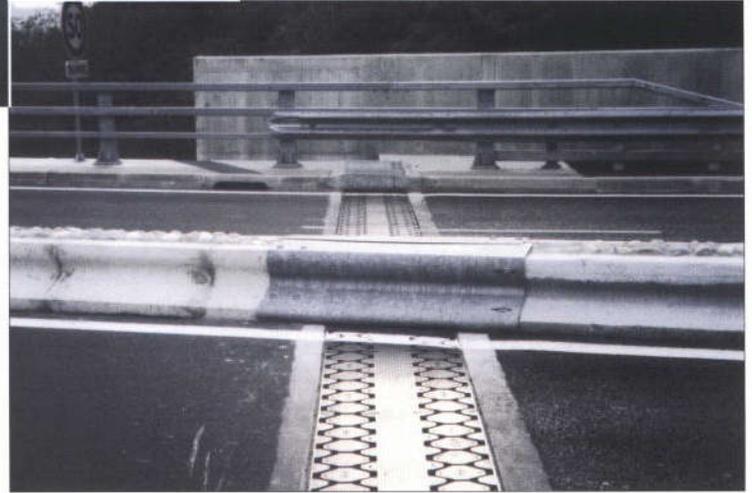


Figure 34 b
L'aménagement de l'about de tablier est indépendant du dispositif de liaison GS-BN4

Ces abouts constituent alors un obstacle ponctuel présentant un danger de blocage pour l'utilisateur. Pour cela on doit l'aménager en considérant deux cas de figures :

- soit la barrière sur le pont est **raccordée à un autre dispositif de retenue** selon des dispositions homologuées et définies dans les normes ou les annexes techniques (Cf. § 4.4 et le tableau de la figure 14 sur les raccordements à d'autres barrières),
- soit l'extrémité de la barrière est considérée comme un **obstacle ponctuel et elle doit être isolée** conformément aux normes (NF P 98.413, notamment). Cet isolement est assez simple si l'on a une combinaison C2 : glissière devant un trottoir limité par un garde-corps ; il est plus délicat si le DR en section courante est dans l'alignement de la barrière sur le pont. La figure 36 donne une disposition envisageable si la barrière se termine dans un muret en béton, étant noté que ceci ne règle pas le risque de blocage dans le sens barrière niveau H vers le muret.

5.2.3.4 - Risque en présence de désalignement de barrière

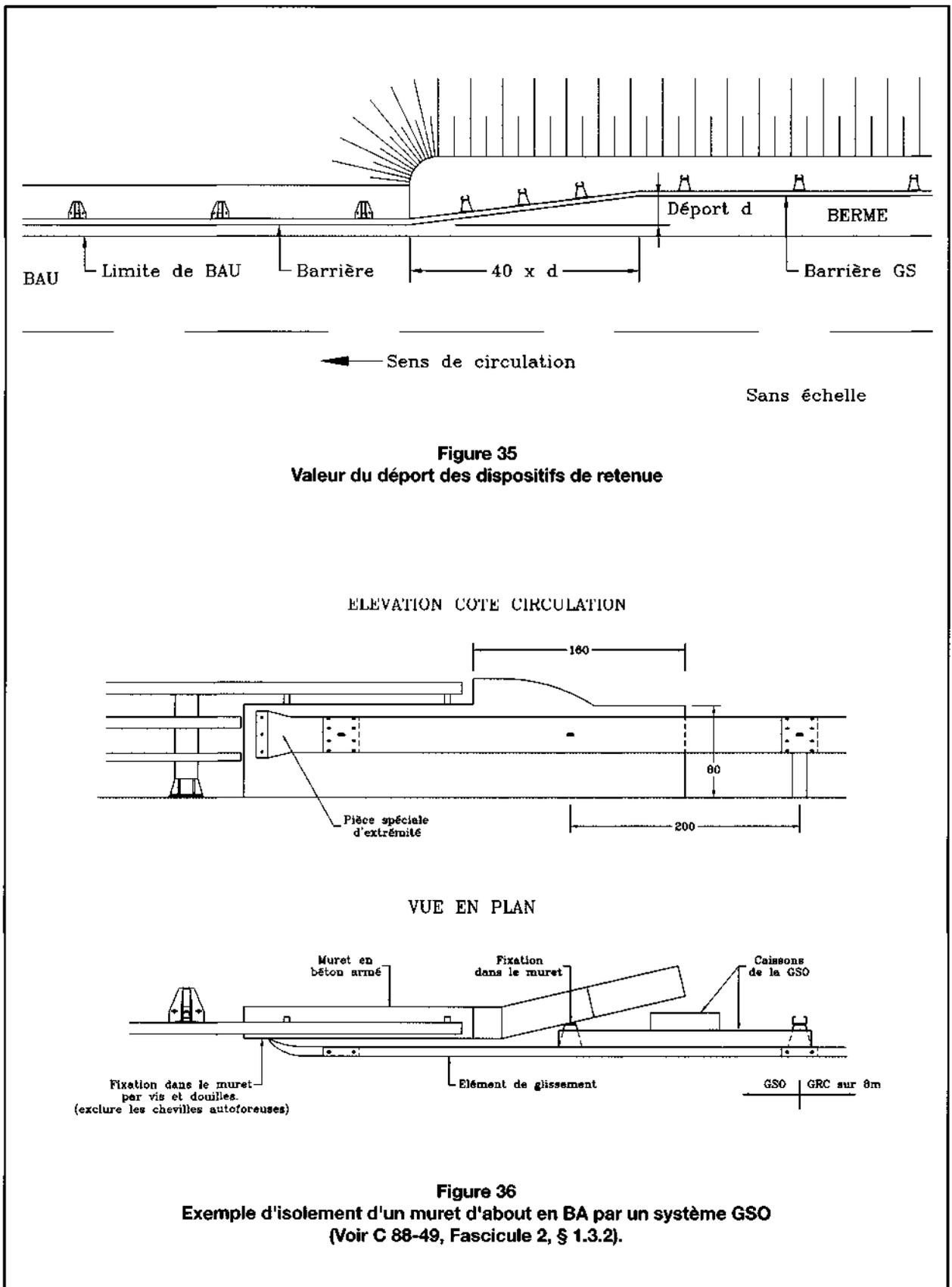
Dans cette zone d'approche à l'ouvrage, encore plus qu'en section courante, on s'efforcera de respecter la règle de désalignement des dispositifs de retenue dans la zone qui leur est affectée (berme ou séparateur central)¹⁹ qui est fixée à :

$$40 \times d$$

où d est la valeur du déport.

Cette valeur a été fixée de telle sorte qu'elle n'induit pas une augmentation sensible de l'angle d'impact du véhicule sur le dispositif pour obtenir un meilleur glissement en évitant un blocage (Cf. C 88-49, fascicule 2, § 4.2.2).

¹⁹. Cette règle est différente de la règle des variations de profil en travers ou de largeur de partie du profil en travers présentée dans les Instructions sur l'Aménagement des routes et autoroutes.



■ 5.2.3.5 - Implantation correcte du dispositif de raccordement

Le raccordement entre deux dispositifs de retenue est toujours un problème difficile à résoudre pour diverses raisons dont les principales sont les suivantes :

- différences de fonctionnement des dispositifs ("souples"/"rigides"),
- différences de géométrie (passage de la forme d'une GBA à celle d'une BN4, par ex.),
- passage d'un dispositif pour retenir un véhicule léger à un dispositif prévu pour retenir un PL mais en traitant la zone de raccordement en niveau VL,
- problèmes de matériaux (béton/acier),
- traitement de la dilatation au droit du joint de chaussée,
- exigences esthétiques,
- etc.

Lors des études de mise au point de ces dispositions, on s'efforce de tenir compte de ces divers paramètres mais le coût des essais et les difficultés amènent souvent à un compromis qui présente donc les avantages mais aussi les inconvénients d'un compromis!

Ceci étant, un raccordement a fait l'objet d'une étude et chaque détails résulte d'un choix raisonné et justifié par des raisons de fabrication, de montage ou plus souvent au vu des comportements lors des essais.

Il importe donc de bien respecter les dispositions préconisées. Bien souvent, s'en écarter, comporte un risque de mauvais comportement du véhicule *in situ*.

C'est le cas de la doucine citée en 5.2.3.2 ci-dessus et trop souvent oubliée (car elle doit être mise en œuvre par un autre corps de métier que le poseur du raccordement!). C'est aussi la distance entre le dernier poteau de la barrière et le début du dispositif sur les accès (cas de la

cote de 0.75 m à 1 m entre le dernier poteau de la BN4 et l'about de la GBA), etc.

■ 5.2.4 - Traitement de la zone du joint de dilatation

Le passage de la zone du joint de chaussée est un point délicat pour le fonctionnement d'une barrière de sécurité, car il faut assurer deux fonctions contradictoires :

- la libre dilatation des éléments de barrière,
- la continuité mécanique de transmission des efforts en cas de choc.

En effet, l'efficacité des barrières de sécurité des ponts comportant des lisses (comme les BN4) est obtenue en grande partie par les lisses qui fonctionnent comme une "lanière" dont la déformation permet d'absorber de l'énergie; mais cette déformation doit rester limitée si l'on veut éviter la formation de "poches" empêchant le véhicule de ressortir du dispositif pouvant conduire à son blocage sur un élément de la barrière ou un support ; pour limiter cette déformation, on doit assurer un ancrage des "lanières" aux extrémités. Il s'agit là d'un principe de fonctionnement maintenant bien connu de la plupart des dispositifs de retenue.

Sur les ponts, au droit des joints de chaussée, la continuité des lisses n'est pas possible si l'on veut avoir une libre dilatation du tablier et, depuis longtemps, on met en place des manchons de dilatation comportant des trous ovalisés dont les dimensions correspondent au souffle attendu de l'ouvrage. Quand on est dans des gammes de souffle de moins de 10 cm, la mobilisation de l'ancrage est très vite obtenue et l'efficacité de la barrière n'en est que peu diminuée.

Il n'en est plus de même quand les souffles dépassent 10 cm pour aller jusqu'à des valeurs de 50 cm. Dans ce cas, en position de fermeture du joint (en été), les lisses n'obtiendront leur ancrage qu'après un glissement de 10 à 50 cm. **On peut estimer que dans ce cas l'efficacité des barrières est quasiment annulée sur une distance de l'ordre de ± 10 m de part et d'autre du joint de chaussée²⁰.**

20. Sur les ponts mobiles où la continuité des lisses n'est pas possible, il existe des dispositions particulières qui sont disponibles auprès des gestionnaires de ce guide.

Pour éviter ce mode de fonctionnement néfaste, les dispositions préconisées consistent à :

- ne pas avoir les manchons de lisses principales ensemble entre deux supports consécutifs : voir, par exemple, XP P 98.421, art 5.4, alinéa 3 et Figure 37.
- assurer une superposition des barrières (celle venant des accès est appuyée sur celle de l'ouvrage avec possibilité de glissement relatif de l'une sur l'autre).

Le montage de cette dernière disposition nécessite une rigueur et une précision dont on n'a pas l'habitude sur les chantiers d'où de nombreuses erreurs d'installation et de malfaçons rendant inefficaces le dispositif. Quant au premier système, son domaine d'emploi est très vite limité par la dimension des lumières que l'on ne peut impunément augmenter sans nuire à l'efficacité de la barrière (Cf. ci-dessus, le début du paragraphe).

La solution passe par un dispositif de type "ceinture de sécurité" des voitures, c'est-à-dire un dispositif permettant une libre dilatation sous les mouvements lents dus à la température et aux déformations différées et se bloquant instantanément au moment d'un choc sur la barrière créant ainsi une continuité des lisses et augmentant leur longueur d'ancrage sur les poteaux.

C'est le principe des systèmes bloquants reprenant des idées utilisées en dispositif amortisseur (système Transpec®, décrit dans la C 95-68 du 28.07.95 pour la BN4-16 ou similaire) dont l'emploi au-delà des souffles de 100 mm est soit obligatoire, soit fortement conseillé²¹.

Voir aussi l'annexe G, notamment pour le calage en ouverture à la pose de ces joints de dilatation.

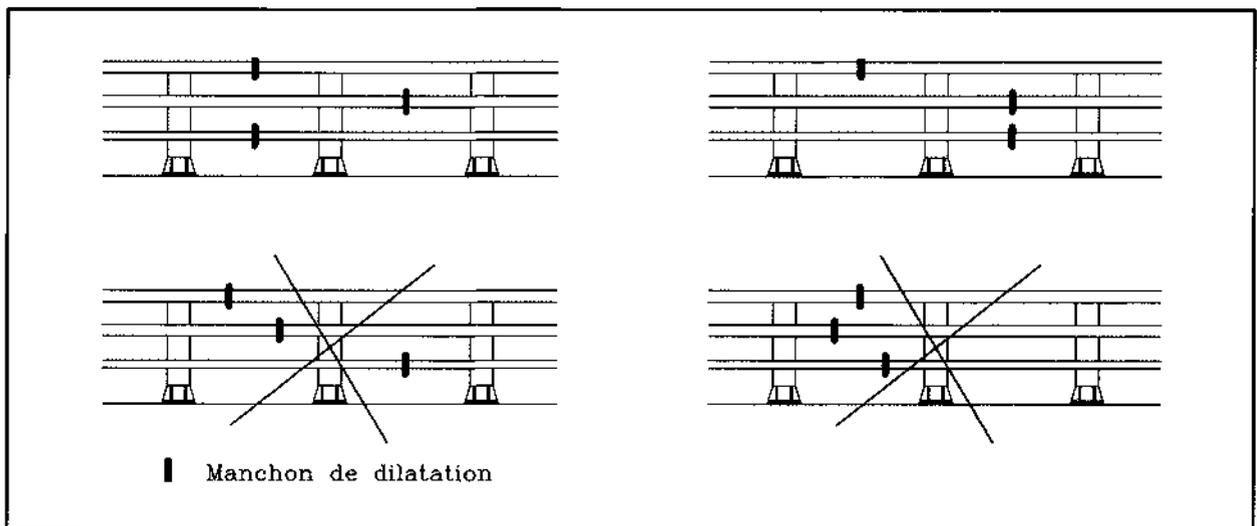


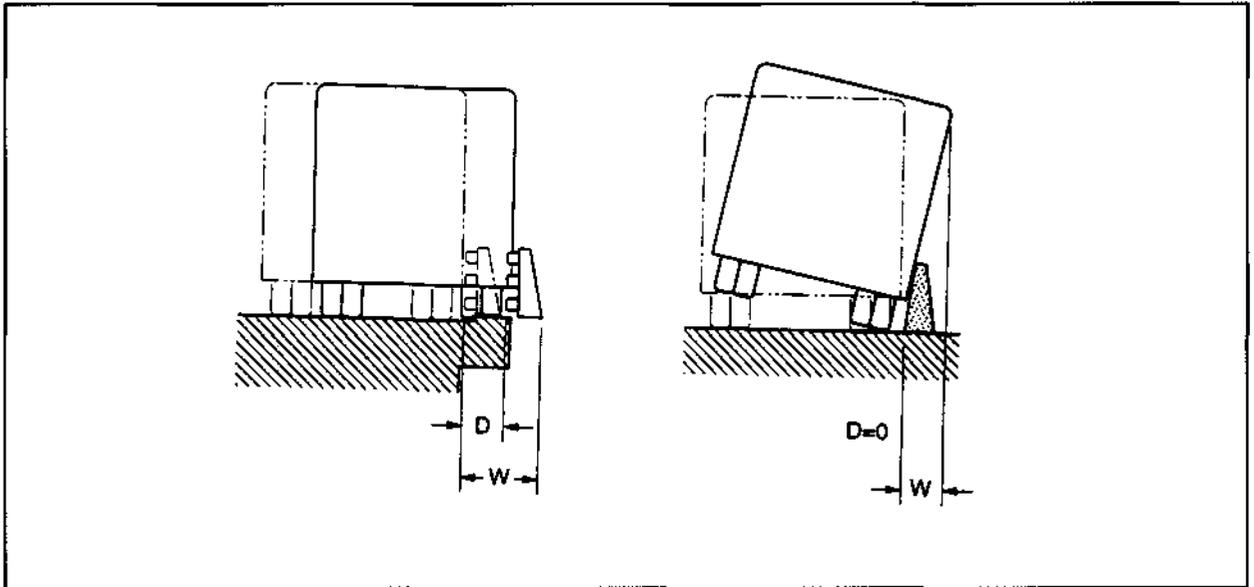
Figure 37
Dispositions des manchons pour une BN4 autorisées et déconseillées

21. L'obligation résulte de la circulaire d'homologation pour certains modèles et sera étendue au fur et à mesure de la mise à jour des annexes techniques ou des normes de produits

■ 5.2.5 - Protection et isolement des obstacles en arrière des barrières

Lors du déroulement d'un choc accidentel sur une barrière, le véhicule "glisse" donc sur le dispositif de retenue. Durant cette phase, en supposant la barrière correctement conçue pour ne pas provoquer un blocage du véhicule, la barrière se déforme plus ou moins selon son principe de fonctionnement (rigide ou souple).

Figure 38
Définition de la largeur de fonctionnement W (et de la déflexion dynamique D)



Il est alors important qu'au cours de cette déformation (appelée largeur de fonctionnement ou W [pour Width = largeur] dans NF EN 1317.2) la barrière ne vienne pas en contact avec un obstacle, car on courrait le risque d'un blocage d'élément de carrosserie sur cet obstacle par suite d'une déformation non homogène du dispositif au droit de cette zone.

Ceci explique que pour chaque modèle de barrière on précise la valeur de la flèche dynamique ou de la cote W.

Outre cette distance derrière la barrière, il existe un autre aspect à prendre en considération : la présence d'obstacle en arrière du dispositif et situé au-dessus du plan horizontal passant par le sommet de la barrière. En effet, les barrières ont souvent des hauteurs limitées par des considérations esthétiques tout en ayant le niveau d'efficacité selon les critères des normes

de performance. C'est ainsi que les barrières de niveau H2 et H3 ont généralement des hauteurs comprises entre 0.8 et 1.2 m.

Par rapport à un véhicule comme un car (ou un camion dont le chargement ou la caisse reste solidaire du châssis), c'est une hauteur limitée à la position, au mieux, du centre de gravité. On a donc un moment de renversement qui provoque un basculement de ces éléments hauts avec dépassement du plan vertical contenant la barrière.



(Photo extraite d'un film d'essai)

Figure 39
Basculement de la partie haute
d'un camion lors d'un essai de type
(voir aussi le comportement
du véhicule sur la *figure 1*)

Il est donc, là aussi, très important d'éviter le heurt de ces éléments sur des parties de structure ou d'équipements (écran acoustique, portique, pile de pont,...) pour d'une part éviter un accident comme celui de la *fig. 40* et/ou un blocage du véhicule avec les conséquences déjà évoquées.

Ces considérations ont donc conduit à définir une zone en arrière des barrières : "le gabarit de protection" où il est déconseillé d'implanter des éléments susceptibles d'être heurtés avec le risque en conséquence. Les gabarits des principales barrières H2-H3 définis dans les normes ou les annexes techniques sont présentés sur la *figure 41*.

Ce "gabarit" est seulement **conseillé** et n'est pas une obligation réglementaire. On doit apprécier son application stricte ou non en fonction du coût de l'ouvrage et du risque de projection au tiers en contrebas de la zone ainsi que de la probabilité d'accident. Plus on se rapproche plus le risque de heurt existe donc plus il y aura projection et réparation.

Par ailleurs, il faut savoir que les valeurs de certains gabarits ont été déterminées avec une certaine imprécision compte tenu des moyens de mesure et que le risque est fonction de nombreux paramètres : type de véhicule, composition du chargement, type d'ouvrage (petit ou grand), etc.

Il est donc important de noter que ceci est affaire d'appréciation et non l'application d'une réglementation.



Figure 40
Exemple, sur un fût de pile,
des conséquences d'un choc
de parties hautes d'un poids lourd
après heurt de la barrière.

■ 5.3 - DISPOSITIONS VISANT À AVOIR UN NIVEAU D'EFFICACITÉ CONFORME

■ 5.3.1 - Présentation du problème

Lors des essais de type, le dispositif de retenue est installé sur une zone d'essai et un véhicule est lancé, dans les conditions définies par la norme (NF P 98.409 ou NF EN 1317.2), sur la partie courante de la barrière. Le niveau d'efficacité obtenu lors de l'essai doit évidemment être le même sur l'ouvrage, dans le contexte des conditions d'implantation, sur une longueur maximale du dispositif.

Par ailleurs, il existe des dispositions pouvant améliorer le niveau d'efficacité d'un modèle donné moyennant des aménagements d'une ampleur et d'un coût limités.

■ 5.3.2 - Longueur efficace

Un dispositif de retenue n'atteint son niveau d'efficacité conforme qu'à une certaine distance de son extrémité, sauf s'il est raccordé à un autre dispositif de retenue d'un niveau au moins équivalent.

Cette distance permet, en fait, d'avoir un "ancrage longitudinal" du dispositif de retenue et le DR n'atteint son niveau d'efficacité nominale qu'au bout d'une longueur correspondant à l'ancrage.

La longueur de barrière pour atteindre le niveau de fonctionnement optimal est fonction du modèle. Le tableau de la *figure 42* donne les valeurs conseillées résultant des essais dynamiques pour les principales barrières H2-H3.

Ceci a les conséquences suivantes :

a) un ouvrage équipé d'un linéaire de barrière inférieur ou égal à deux fois la valeur définie dans le tableau pour le dispositif considéré n'a pas le niveau d'efficacité nominal.

Par exemple une BHO d'une longueur inférieure à 48 m n'aura qu'un niveau d'efficacité compris entre H1 et H2. Une BN4 d'une longueur inférieure à 20 m n'a pas le niveau d'efficacité H2 que l'on a recherché en l'implantant.

b) Toute disposition qui conduira à une réduction de cet ancrage d'extrémité (il est rappelé que cette longueur efficace consiste à avoir un ancrage linéaire) va aussi diminuer cette efficacité. C'est le cas du passage des joints de chaussée par les barrières comportant des lisses avec des manchons et dont la dilatation est assurée par des trous ovalisés ne permettant la transmission des efforts d'ancrage linéaire qu'en bout de course des trous ovalisés.

Au droit du joint, outre un risque de défaut de fonctionnement (Cf. § 5.2.4), l'efficacité de la barrière, en l'absence de manchon, reste réduite sur une distance correspondant à deux fois la valeur donnée dans le tableau de la *figure 42* pour le modèle considéré.

C'est une raison supplémentaire pour disposer des manchons "bloquants" dès que le souffle dépasse 10 cm (Cf. § 5.2.4).

Figure 42
Tableau des distances par rapport à l'extrémité pour avoir un fonctionnement correspondant au niveau défini dans l'homologation.

NB : Dans le cas où le DR n'est pas raccordé à un DR d'un niveau H2 ou plus.

Modèles	Distance	Références
BN1-2	5 m	XP P 98.422 § 6.2
BN4	10 m	XP P 98.421 § 5.2
BHO	24 m	XP P 98.420 § 5.1
BN5	24 m	XP P 98.424 § 6.1.1
TETRA S13	10 m	C 3-93 Annexe technique § 3.2
DBA/GBA	15 ou 30 m	NF P 98.432 § 4.1.4
BN4-16	20/30 m	C 95-68 Annexe technique § 3.2
TETRA S16	15 m	C 3-93 Annexe technique § 3.2
Shab	20/30 m	C 98-09 Annexe technique § 3.2

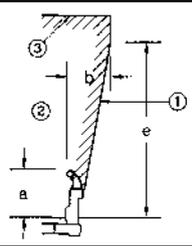
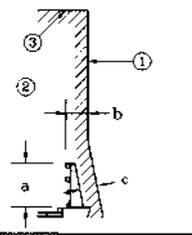
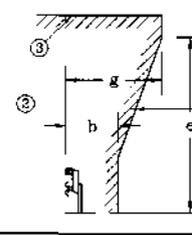
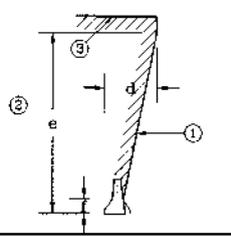
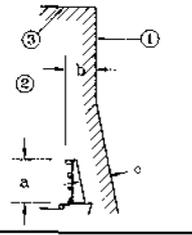
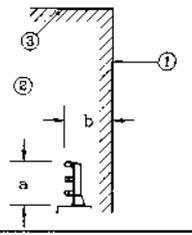
		a	b	c	d	e	f	g
BN1 et BN2		1,14 m	1,00 m			4,00 m		
BN4 et TETRA S13		1,00 m	0,50 m	0,40 m				
BH0 et BN5			1,20 m			4,00 m		2,20 m
DBA et GBA					1,20 m	3,80 m	0,33 m	
BN4-16T et TETRA S16		1,00 m	0,60 m	0,50 m				
BHAB		1,00 m	1,00 m					
<p>① Limite de zone où l'implantation d'écran ou d'éléments d'écran est possible en considérant que le chargement reste solidaire du véhicule</p> <p>② Zone où l'implantation d'écran ou d'éléments d'écran est fortement déconseillée</p> <p>③ Gabarit</p>								

Figure 41
Tableau des gabarits conseillés des principales barrières (Cf. Annexes techniques ou normes).



Figure 43 a
Ouvrage avec un linéaire de barrière insuffisant pour le niveau d'efficacité nominal du produit utilisé.

On pourrait imaginer (et certaines réalisations ont été faites en ce sens) d'ancrer le dispositif dans un muret d'about mais cela rend nécessaire de prévoir des dispositions appropriées :

- pour assurer un parfait glissement du véhicule sur le muret d'about et sur la zone d'approche à ce muret,
- pour reprendre, dans le muret, les efforts de traction des lisses,
- de renforcement du muret pour lui donner un niveau d'efficacité satisfaisant sans nuire à la structure,
- en traitant le muret comme un obstacle qui sera à isoler conformément aux règles définies dans les textes (Cf. § 5.2.3.3 et *figure 36*).

Si ceci peut donner satisfaction pour un choc se produisant dans le sens muret/barrière, on court le risque certain de ne pas pouvoir respecter les conditions de non-blocage développées au § 5.2 ci-dessus dans le cas d'un heurt dans le sens dispositif souple vers muret.

Sauf cas particulier, **cette disposition est donc déconseillée** dans l'attente de la mise au point d'une solution type de raccordement entre le modèle de barrière souple considéré et un muret rigide. Quand on connaît les difficultés de mise au point d'une solution satisfaisante de raccordement d'une BN4 avec un muret GBA (c'est-à-dire entre un dispositif "souple" : la BN4, et une barrière "rigide" : la GBA) ceci ne semble pas pouvoir être mis au point dans l'immédiat. On peut estimer que ces solutions sont trop souvent

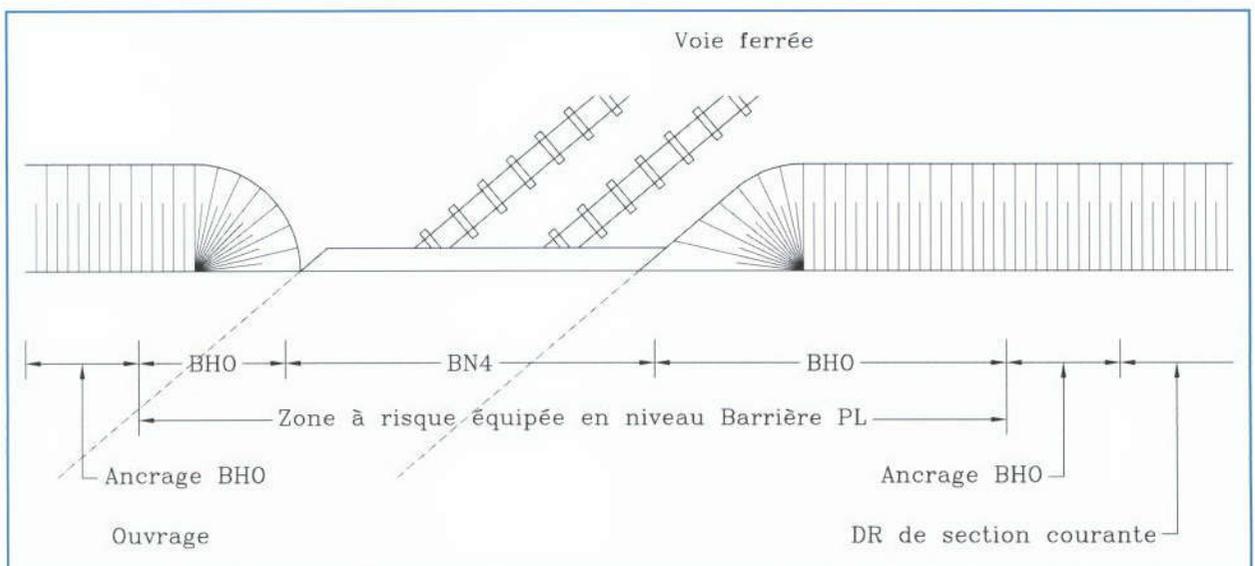


Figure 43 b
Ce qu'il aurait été souhaitable de faire.

imposées par des considérations esthétiques et non par un souci de la sécurité de la circulation, en non conformité avec les textes réglementaires cités au chapitre 2.

■ 5.3.3 - Transmission correcte des efforts à la zone d'ancrage

Pour un bon fonctionnement, la barrière doit avoir un ancrage correct dans la structure. Cet ancrage est assuré par des dispositions particulières à chaque dispositif, mais qui ont toutes en commun **le principe de ménager, dans la zone d'ancrage, un niveau fusible dont le dimensionnement est parfaitement défini** (Cf. § 4.7). Ceci afin :

- d'obtenir un ancrage d'un niveau satisfaisant pour avoir le fonctionnement nominal de la barrière,
- de définir une zone de réparation parfaitement localisée et pour une intervention efficace et rapide,



Figure 44
Ce raccordement entre une BN4 et un muret VL a-t-il bien été étudié pour assurer un niveau de sécurité satisfaisant pour l'utilisateur ?

- de limiter les efforts transmis à la structure à un niveau compatible avec la pérennité de celle-ci.

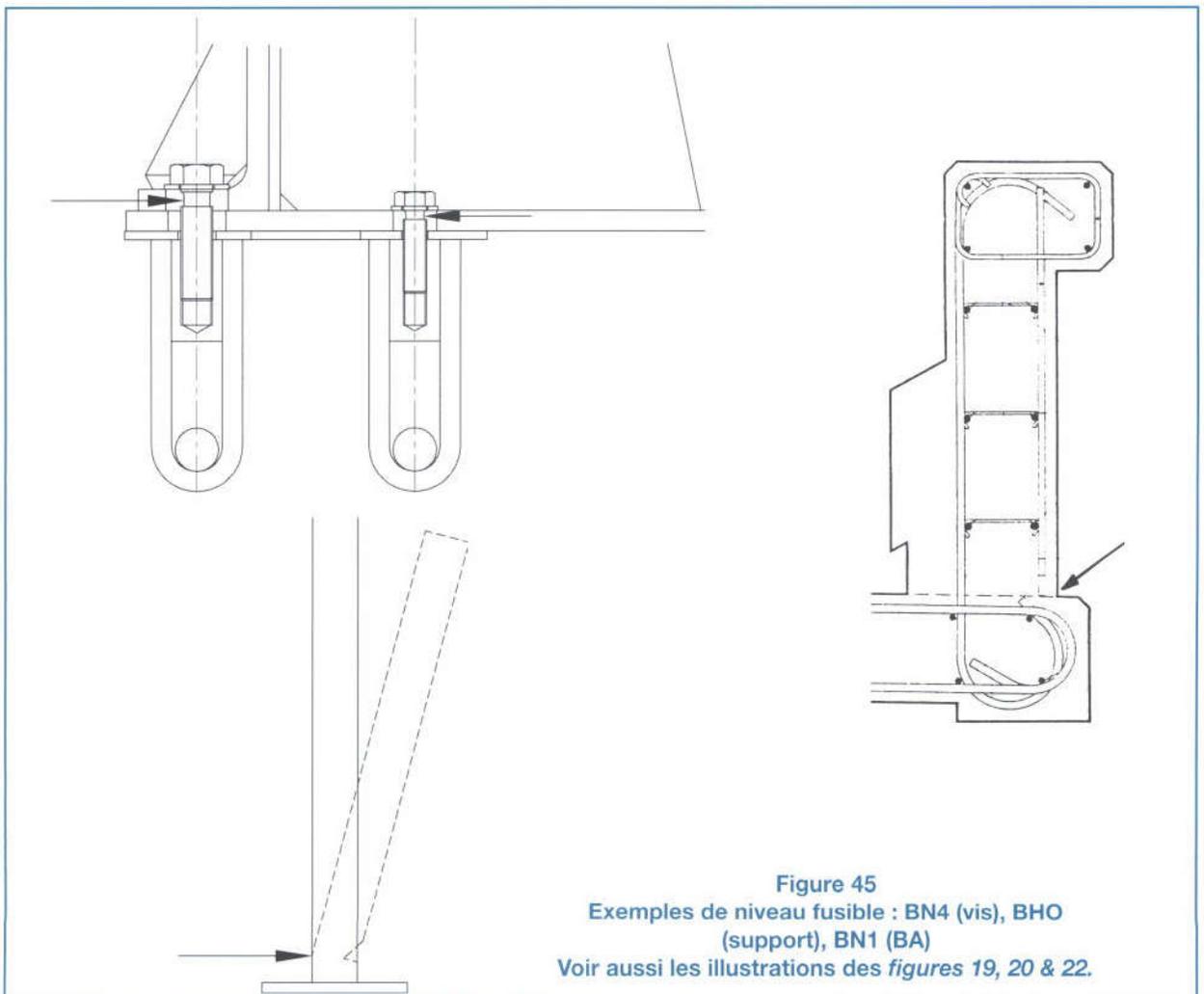


Figure 45
Exemples de niveau fusible : BN4 (vis), BHO (support), BN1 (BA)
Voir aussi les illustrations des figures 19, 20 & 22.

■ 5.3.4 - Possibilités d'amélioration de l'efficacité

■ 5.3.4.1 - Présentation

Cette augmentation/amélioration de la capacité de retenue du dispositif de base peut se faire par un simple échange standard de certaines parties permettant ainsi à une barrière de niveau H2 de passer à un niveau H3. On peut aussi ne pas vouloir se limiter au seul véhicule et rechercher une efficacité contre la chute d'objets ou d'éléments de chargement.

■ 5.3.4.2 - Augmentation du niveau d'efficacité

Suite à une évolution du trafic ou à une modification de la destination initiale de la voie ou de la zone franchie, on peut souhaiter améliorer le niveau de retenue sur l'ouvrage (bien que cela ne soit pas une obligation réglementaire).

Il faut savoir qu'au moins deux modèles de barrière permettent facilement cette augmentation du niveau de retenue ; ainsi on peut facilement passer d'une BN4 à une BN4-16 par un simple changement des deux lisses moyenne et supérieure et d'une TETRA S13 à la S16 par le changement des trois lisses, sous réserve d'une vérification de la qualité de l'ancrage (Cf. § 7.1.2 et 7.3), sans changement du support.

Dans les deux cas, cela entraîne une **légère réduction du profil en travers** dont les conséquences sont à apprécier dans le contexte.

Le passage d'une BN4 à une TETRA S16 est possible mais ceci nécessite la dépose des supports ce qui, pour un niveau d'efficacité équivalent, ne paraît pas intéressant économiquement par rapport au passage à une BN4-16.

■ 5.3.4.3 - Amélioration de l'efficacité vis-à-vis des chargements

Les essais sont faits avec des véhicules dont le chargement est parfaitement solidaire du châssis et ne peut pas se désolidariser pendant l'accident. Or l'article R65 du Code de la Route stipule

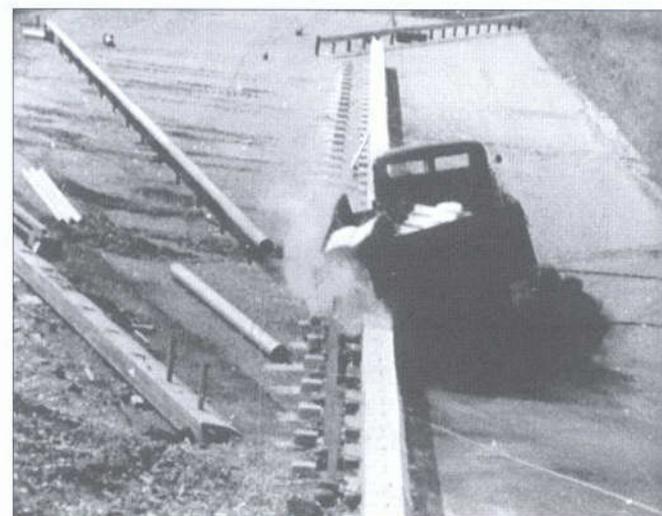
que "toutes précautions utiles doivent être prises pour que le chargement ... ne puisse être une cause de dommage ou de danger. Tout chargement ... pouvant déborder le contour extérieur du véhicule du fait des oscillations du transport doit être solidement amarré." Il est bien évident que lors d'un choc sur une barrière de sécurité les effets des décélérations provoquent généralement les ruptures des attaches qui ne sont normalement pas dimensionnées pour résister à ces efforts.

Par ailleurs, l'expérience montre que pour avoir un niveau de retenue H2 ou H3, une hauteur des barrières de sécurité de l'ordre de 1 m à 1.2 m s'avère tout à fait suffisante.

Compte tenu de la hauteur des plateaux des camions ou des remorques, ceci ne permet pas de retenir, dans les conditions de chocs normalisées, les composants d'un chargement. La question de la sécurité des tiers en dessous (piétons d'une zone urbanisée, usine, ...), voire le risque d'une pollution d'une zone de captage des eaux par des chargements de fûts polluants reste donc posée.

C'est pour se prémunir contre ce risque que l'on a mis au point des **écrans de retenue de chargement**.

Figure 46
Lors d'un essai de type, un défaut d'arrimage du chargement a provoqué son éjection avec chute d'éléments de ce chargement en contrebas de l'ouvrage.



(Photo extraite d'un film d'essai)



(Photo extraite d'un film d'essai)

Figure 47c)
Essai du dispositif avec un camion semi-remorque de 26 t portant un chargement constitué d'une bobine d'acier monobloc de 12 t à 60 km/h sous un angle d'impact de 20°.



(Avec l'aimable autorisation de Scetauroute)

Figure 47d)
Vues de l'écran de retenue de chargement adapté sur une BN1 après une étude en modélisation (sur autoroute en chantier).



Prendre contact avec les gestionnaires du présent guide pour une éventuelle application pratique.

Dans quels cas peut-on employer ce type d'équipement?

Si l'on considère les raisons ayant provoqué la mise au point de ce dispositif : ouvrage autoroutier surplombant une agglomération avec un trafic très particulier de camions transportant des rouleaux de feuillards d'acier entre une usine de laminage et un atelier de produits semi-finis, on a défini, en partant de cette situation, **comme domaine d'emploi de barrière avec écran de retenue du chargement** les situations suivantes de franchissement :

- par une autoroute avec un trafic poids lourds intense ou à caractéristiques spéciales d'une zone à fort risque aux tiers : agglomération (Viaduc de Hayange sur A30), usine (Viaduc des Egratz sur A 40), etc.
- où la chute d'un chargement de fûts toxiques pourrait provoquer la pollution d'une zone de captage des eaux (A51 au sud de Grenoble, Cf. *figure 47d*).
- où les conditions de circulation, sans obligatoirement entraîner un heurt de barrière, peuvent

provoquer, par la force centrifuge, le délestage de tout ou partie d'un chargement sur une zone ou une infrastructure elle-même importante. C'est le cas de l'échangeur de la Grabette à Bordeaux (arrivée de A 63 sur la Rocade Sud), de certains ouvrages au-dessus du TGV (Echangeur de Roye sur A1), etc.

■ 5.3.5 - Position par rapport aux trottoirs et aux bordures de trottoirs

Lors des premiers essais de type (fin des années 1960), les barrières destinées à être utilisées sur les ponts étaient posées sur une longrine en béton d'une hauteur comprise entre 10 et 15 cm. Ce choix d'implantation ne semble pas avoir fait l'objet d'une véritable réflexion par rapport aux conditions réelles régnant sur les ponts.

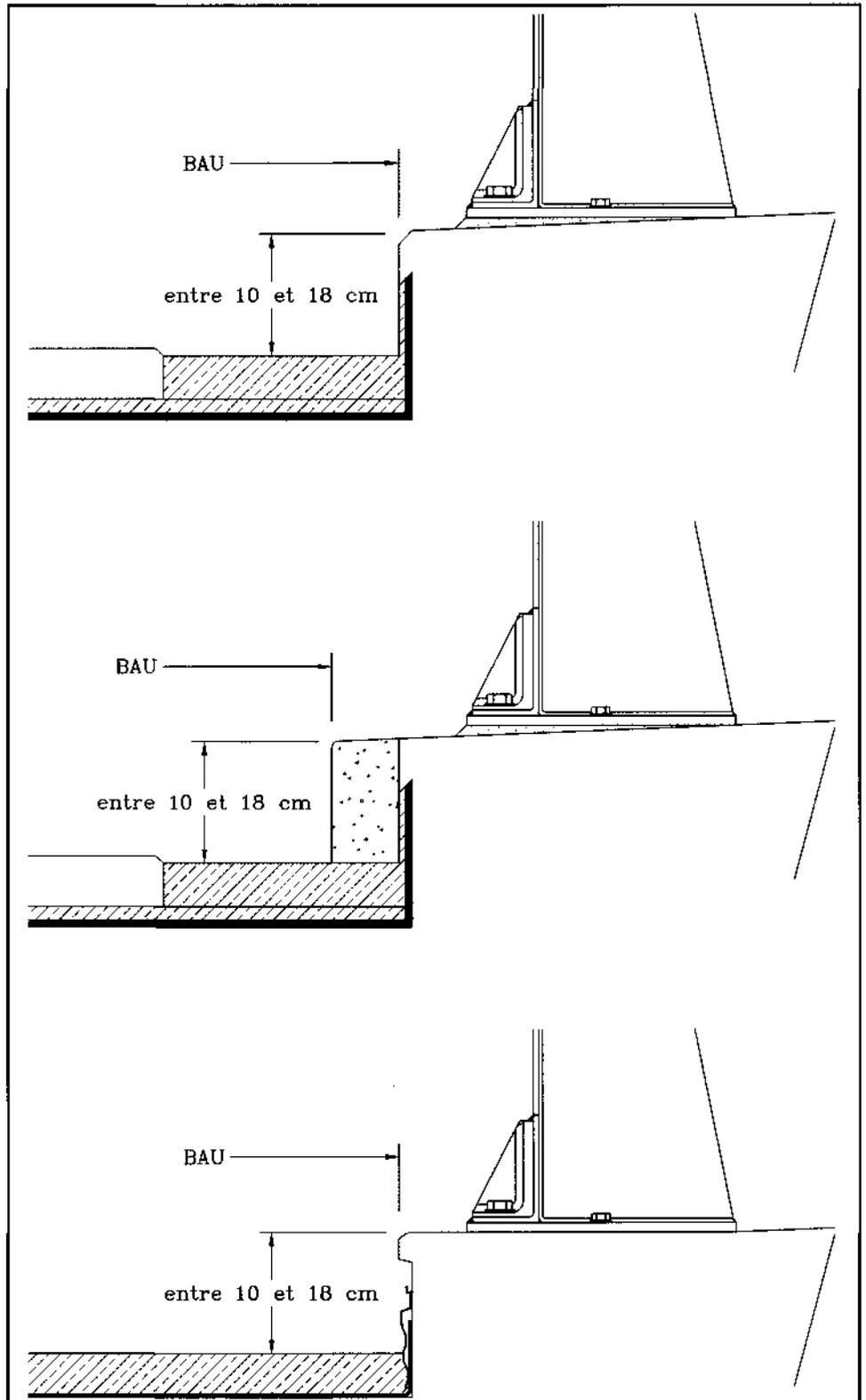


Figure 48
Implantation d'une BN4 par rapport à une bordure de trottoir protégeant un relevé dans une engravure ou sans bordure mais avec un relevé dans une bande de solin métallique (figure du bas).

En effet, les hauteurs des bordures de trottoirs normalisées (NF P 98.302) sont de 20 cm (T1) ou 25 cm (T2), ce qui donne une hauteur vue au dessus du revêtement de l'ordre de 15 à 18 cm.

Cette hauteur est d'ailleurs nécessaire pour placer un relevé d'étanchéité conforme aux Règles de l'Art : 10 cm au dessus du niveau des eaux (c'est-à-dire au-dessus du fond du caniveau fil d'eau).

C'est pour respecter les conditions d'implantation des essais de type tout en ayant un compromis satisfaisant sur le relevé d'étanchéité que l'on avait, en 1977, proposé les dessins types d'implantation de la BN4 (et d'autres modèles de barrières) tels qu'ils étaient présentés dans la pièce 3.2.4 de l'ancien dossier GC77.

Compte tenu des connaissances acquises depuis en matière de choc sur les barrières et pour améliorer sensiblement ce point, qui paraît de détail certes mais dont les conséquences peuvent être importantes, il semble possible de proposer des positions relatives de la barrière avec les bordures normalisées.

La barrière type BN4 (ou similaire) peut être implantée immédiatement derrière une bordure de trottoir modèle T1 comme indiqué sur le dessin de la *figure 48*.

Ceci conduit à augmenter légèrement la hauteur de la barrière par rapport au niveau fini du revêtement, ce qui ne semble pas préjudiciable à la performance de retenue des PL (la hauteur est un élément important de l'efficacité des barrières). Par contre, on peut s'interroger sur le comportement d'une berline ou d'un petit VL. Compte tenu de notre expérience et notamment de résultats d'essais²² sur des dispositifs similaires, on peut estimer que le comportement du véhicule n'est que peu perturbé si l'on reste avec des hauteurs de bordure conformes au dessin de la *figure 48*.

NB :

- La protection du béton de la longrine de la barrière peut être assurée par une étanchéité de type film mince adhérent au support (Cf. Avis Technique sur ces produits).

- La largeur chargeable se définit à partir du nu des lisses (Cf. Guide du projeteur).

L'autre problème est celui de la position de la barrière quand elle est en bordure d'un trottoir (jouant ainsi le rôle d'un garde-corps). Dans cette configuration, la platine est au niveau du trottoir, sans surélévation. Cette implantation différente de celle des essais de type a comme conséquence un risque lié à une hauteur plus faible que lors des essais. Il est vraisemblable que l'on diminue légèrement l'efficacité du dispositif, mais ceci peut être acceptable compte tenu du contexte d'une voirie routière. Cependant, on ne devra pas tirer argument de cette disposition, tolérée sur trottoir, pour modifier certaines conditions d'implantation.

■ 5.4 - DISPOSITIONS VISANT À ASSURER UNE LIAISON EFFICACE À LA STRUCTURE

■ 5.4.1 - Présentation

Lors d'un choc par un véhicule, on peut schématiser le fonctionnement du dispositif ainsi : le véhicule heurte les éléments horizontaux qui forment une poutre, ceux-ci vont alors prendre appui sur les parties verticales qui transmettent alors les efforts jusque dans la zone d'ancrage dans la structure. Si la poutre horizontale était extrêmement rigide, elle solliciterait un très grand nombre de supports et chaque zone d'ancrage n'aurait à reprendre qu'une faible fraction de l'effort total. *A contrario*, si la poutre horizontale était très souple et que l'on veuille limiter la flèche, il faudrait multiplier les supports.

Tous les dispositifs de retenue fonctionnent selon ce principe, même ceux dont on pense qu'ils n'ont pas de liaison avec la fondation comme les GBA-DBA ou les fixations par longrine non ancrée. On est, dans ces cas de figure, dans la situation d'une poutre extrêmement rigide répartissant sur une grande longueur les efforts qui sont alors repris par la masse ou l'adhérence au soubassement.

On voit que, quel que soit le mode de fonctionnement de la barrière, il est important de bien assurer la liaison avec la fondation. En section

22. Etude sur l'influence des hauteurs de bordure de trottoir sur le comportement des VL (rapport ONSER "Détermination de la trajectoire d'un véhicule léger franchissant une bordure de trottoir" TFE de M. G. Laurent du 2/84). Les conclusions seront développées dans le fascicule "Les barrières de sécurité pour la retenue des VL".

courante, c'est l'ancrage par battage des supports dans un sol de caractéristiques définies. Sur ouvrage, faute de pouvoir battre les supports dans le béton, on prévoit des interfaces qui sont fixés par divers systèmes dans la structure et qui transmettent donc les efforts.

■ 5.4.2 - Efforts à prendre en compte.
Exemples de ferrailage

■ 5.4.2.1 - Introduction

Les valeurs des efforts à prendre en compte qui sont données ci-après sont très approximatives. Elles ont été estimées sur la base d'un certain nombre d'éléments résultant principalement des conclusions de mesures expérimentales, parfois nombreuses, parfois aussi uniques, notamment lors d'essais dynamiques. Or il est couramment admis qu'il est très difficile de transformer des valeurs mesurées en dynamique en valeurs statiques alors que ce sont ces dernières qui sont utilisées pour la justification de la structure.

Ces valeurs peuvent être remises en question en fonction des connaissances acquises et de résultat de comportement soit lors d'essais, soit à la suite d'observations sur site lors d'accidents.

Les ferrailages qui sont présentés dans les paragraphes suivants sont autant le résultat d'expérimentations que des réflexions de bureaux d'études. Certains pourront remarquer qu'ils ne sont pas toujours cohérents avec les valeurs des efforts (définis au § 5.4.2.2) mais l'expérience montre qu'ils ont permis la reprise correcte des efforts d'ancrage lors d'un essai dynamique.

S'agit-il du résultat d'un meilleur comportement en dynamique des matériaux? S'agit-il d'un effet de dynamique par rapport au statique? Une imprécision de nos valeurs? Autant de questions dont nous n'avons pas la réponse dans l'état actuel de nos connaissances.

Quoi qu'il en soit, ces ferrailages de structure ne sont que des exemples qui peuvent être aménagés en fonction du type d'ouvrage. Par contre, les ferrailages types dans la zone d'ancrage sont à reprendre sans modification.

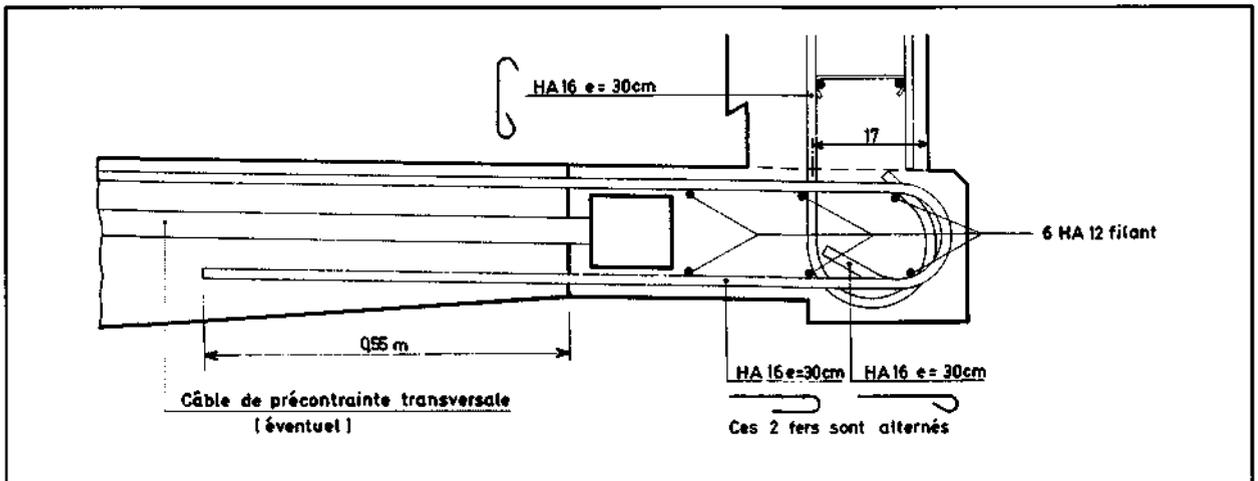
■ 5.4.2.2 - Efforts à prendre en compte

5.4.2.2.1 - Cas des BN1-2

La liaison du muret à la structure est du type béton armé comportant une zone préférentielle de rupture. Il est nécessaire, en cas d'accident, que l'ouvrage ne soit pas atteint et, en particulier, que la précontrainte transversale éventuelle ne soit pas endommagée. À cet effet, le hourdis (ou la structure) doit être plus résistant que la zone d'accrochage de la barrière à la dalle (ou le hourdis).

Le ferrailage de liaison de la barrière à la structure présenté *figure 49*, qui ne peut pas être modifié sans justificatif, répond à cet objectif ; l'attention est attirée sur le fait que l'épaisseur de hourdis de 23 cm est un minimum tant pour sa résistance que pour l'ancrage des fers HA Ø16.

Figure 49
Exemple de renforcement de structure pour l'ancrage de la BN1-2



Le moment de rupture de la barrière à sa base (HAØ16 tous les 0,30 m) est très approximativement de 50 kNm/m alors qu'un hourdis de 20 cm ferrillé au maximum peut supporter, avec des contraintes inférieures à 300 MPa dans l'acier et 10 MPa dans le béton, un moment de 50 kNm/m et un effort de traction centré de 100 kN/m. La zone de rupture privilégiée est donc la base de la barrière.

5.4.2.2.2 - Cas des BN4 et des barrières comportant le même type d'ancrage

Les sollicitations dues à un choc sont transmises à la structure par les vis fusibles qui doivent constituer le niveau préférentiel de rupture. Il est nécessaire, en cas d'accident, que l'ouvrage ne soit pas atteint.

À cet effet, le hourdis doit être plus résistant que les vis fusibles de liaison. Ceci implique, au niveau de l'ancrage de la barrière, un renforcement particulier de la structure, qui comprend :

Les efforts à prendre en compte pour le calcul de la structure, dans les conditions définies dans le § 5.4.3, considérés comme appliqués à l'encastrement barrière - hourdis, sont :

- une force transversale de 100 kN par mètre linéaire,
- un moment d'axe longitudinal de 50 kNm par ml,

ces deux actions étant appliquées sur une longueur de 5 m placée de manière quelconque le long de l'encastrement de la barrière.

- une zone d'ancrage, aux environs immédiats des fixations, dont la conception n'est pas accessible par le calcul ; elle a donc fait l'objet d'expérimentations lors des essais de choc sur la barrière ; le ferrillage de cette zone présenté *figure 50* doit être repris tel quel, **sans aucune modification**, car l'expérience a montré que toute modification, si minime soit-elle en apparence, peut avoir des conséquences fâcheuses.

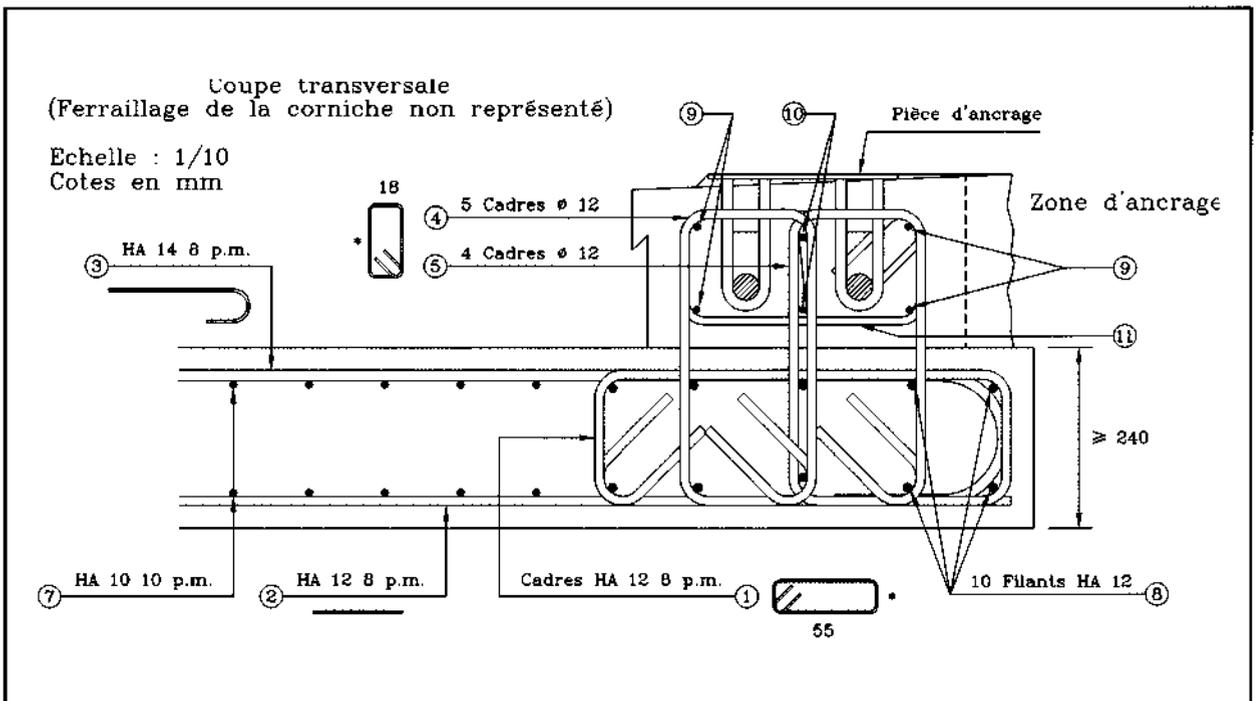


Figure 50
Exemple de renforcement de structure pour l'ancrage de la BN4.
(Pour la nomenclature des aciers, se reporter à l'annexe B)

- un renforcement de la dalle (ou du hourdis). Ce ferrailage nécessite un hourdis d'épaisseur minimale égale à 24 cm ; Le ferrailage présenté *figure 50* et dans l'annexe B, qui peut être modifié sur justification, répond à cet objectif; l'attention est attirée sur le fait que l'épaisseur de hourdis de 24 cm est un minimum tant pour sa résistance que pour l'ancrage des fers et le respect des règles d'enrobage.

- au delà de la zone d'ancrage :

Les efforts à prendre en compte pour le calcul de la structure, dans les conditions définies dans le § 5.4.3, considérés comme appliqués à l'encastrement de chaque support, sont :

- une force transversale de 300 kN,
- un moment d'axe longitudinal de 200 kNm.

5.4.2.2.3 - Cas des BN4 sur des ponts existants

Une analyse des rapports d'essais de la barrière BN4 depuis l'origine des études²³ a fait ressortir que les valeurs ci-dessus résultent plus d'une approche sur la base d'essais statiques que véritablement dynamiques.

C'est pourquoi, dans le but de mieux cerner les valeurs des efforts réellement transmis à la structure lors d'un choc, il a été réalisé une dalle de pont sur le site d'essais de chocs du LIER. Cette dalle a été instrumentée pour recueillir, en instantané, les valeurs des efforts durant le choc. Cette dalle servant aux essais de mise au point ou d'amélioration de la BN4 (ou de modèles similaires), après plusieurs années, il a été possible, à partir des résultats, d'en faire une synthèse.

L'exploitation des mesures a été délicate et leur interprétation encore plus car on était dans le domaine dynamique avec des efforts instantanés se produisant sur des laps de temps très courts : de l'ordre de la demi-seconde. Compte tenu de la concordance des résultats obtenus au vu de l'ensemble des mesures effectuées, il paraît

cependant possible d'admettre que les efforts instantanés au moment d'un choc de camion ou de car sur une BN4 sont plus faibles que ceux admis à ce jour.

L'exploitation des résultats conduit à considérer comme possible d'implanter une BN4 (ou similaire) sur **un pont existant**, dans les conditions définies dans le § 5.4.3, sous réserve que la structure puisse reprendre les efforts suivants appliqués à l'encastrement de chaque support :

- une force transversale de 150 kN,
- un moment d'axe longitudinal de 100 kNm.

Si ces valeurs semblent pouvoir être légèrement dépassées sans entraîner de désordres graves dans la structure, elles constituent cependant une limite en dessous de laquelle on risque de mettre en cause la stabilité de la structure sous l'effet d'un choc sur la barrière. Cependant cela devrait permettre d'équiper un plus grand nombre d'ouvrages et, ainsi, de présenter un meilleur compromis entre la sécurité des usagers et celui de la structure, même si on peut être amené à faire travailler localement celle-ci à un état proche de l'État Limite Ultime.

Ces valeurs sont à prendre en considération uniquement dans le cas où l'on utilise un système d'ancrage de type P, avec une longrine de répartition (tel que décrit dans l'annexe D).

Dans le cas d'ouvrages ne satisfaisant pas aux critères précédents, il faudra, si on souhaite implanter une BN4, prévoir une étude spécifique de renforcement, ou bien, s'orienter vers d'autres modèles de dispositifs de retenue.

5.4.2.2.4 - Cas des barrières DBA/GBA

Contrairement à une idée courante, les barrières béton type DBA/GBA transmettent un effort à la structure au moment d'un choc de poids lourds. C'est pour essayer de mieux cerner cette valeur dont la connaissance peut être importante pour certaines structures (murs de soutènement,

23. Analyse faite en 1994 par M. Ennesser du SETRA.

ouvrages existants, par ex.) qu'une DBA. de 40 m a été coulée en 1979 sur une aire d'essai au LIER. La partie centrale, sur 15 m, a été coulée sur des plaques d'acier reliées au sol par des bielles articulées équipées de jauges (Fig 51).

Les efforts dans les capteurs ont été enregistrés pendant la durée d'un choc de niveau H2. Le choc a eu lieu en partie courante. La DBA a été fissurée et épaufrée sur une longueur de 6 m mais a bien retenu le véhicule.

Dans ces conditions, les efforts enregistrés ont été les suivants :

a) **Efforts horizontaux** (dans le capteur horizontal)

Sous le choc de la partie avant du véhicule, l'intensité instantanée maximale de l'onde de choc atteint 370 kN.

L'intensité moyenne totale de l'onde de choc pendant sa durée, environ 300 millisecondes, n'est plus que de 170 kN et elle intéresse une longueur de DBA d'environ 8 m.

Sous le choc de la partie arrière du véhicule l'intensité instantanée maximale de l'onde de choc atteint 1160 KN. L'intensité moyenne totale de l'onde de choc répartie sur sa durée (entre 50 à 110 millisecondes) n'est plus que de 570 kN et elle intéresse une longueur de DBA d'environ 10 m.

N.B : Lors de cet essai, l'impulsion totale correspondant au choc avant est du même ordre de grandeur que celle correspondant au choc arrière.

$$\text{Impulsion} = \sum \frac{\text{durée de choc}}{\text{force en fonction du temps}} \text{ de la force } f(t)dt$$

51,7 kN.m /sec²sec pour le choc avant contre 45,5 kN.m /sec²sec pour le choc arrière.

b) Moment de renversement de la DBA.

Lors de l'essai statique au vérin de 100 kN pour vérifier le fonctionnement des capteurs, la somme totale des efforts de traction avant (sur 10 m) n'est pas en équilibre avec la somme totale des efforts arrière de compression (sur 12 m) compte tenu du poids mort et de la force extérieure due au vérin ! Ceci impliquerait que le système se déplace, ce qui est en contradiction avec les faits observés.

Les efforts des capteurs verticaux sont certainement perturbés par le mode de montage des capteurs horizontaux. Ainsi, dans le cas de la figure 52, l'effort de compression est majoré et l'effort de traction est diminué d'autant.

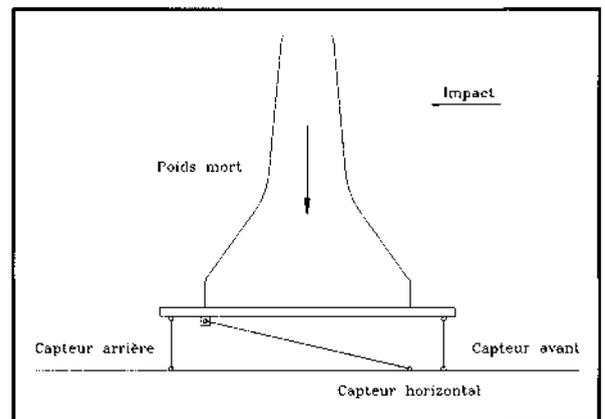


Figure 51
Dispositif d'essai pour la mesure des efforts sur une GBA.

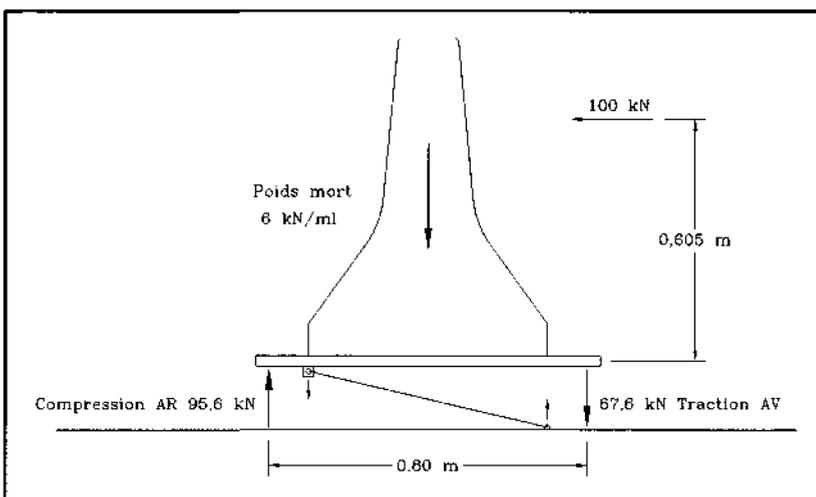


Fig 52
Schéma des forces

Faute d'essais complémentaires plus fiables, le moment réparti sur 5 m de DBA peut être estimé à environ 430 kN.m. en intensité instantanée (ou 86 kN.m/m à ± 40 % près). Faute d'autres éléments, c'est cette valeur que nous conseillons de retenir.

c) Commentaires

Les résultats précédents sont des résultats tirés d'un seul essai de choc normalisé. La dispersion des résultats sous le même choc normalisé est certainement importante (la rigidité du châssis du véhicule intervient entre autres paramètres lors des impacts). Lors des essais sur dalle de frottement sur mur en terre armé par exemple la dispersion d'un essai niveau H2 sur le même mur était du simple au double rien qu'en changeant la position de l'impact sur la barrière. Quant aux chocs réels sur une DBA en service, la plage de variation des efforts est considérablement amplifiée.

Il est à noter que, dans cet essai, l'impact a eu lieu en partie courante d'une DBA non préfissurée. Lorsque le choc normalisé se produit vers les extrémités de la DBA, le béton est complètement rompu sur plusieurs mètres et la capacité du dispositif à retenir un véhicule est uniquement assurée par les pièces métalliques de raccordement à un autre dispositif de retenue. C'est ainsi que le raccordement DBA-BN 4 (essai 533 du 27/10/81) a encore rempli sa fonction, par contre le joint de dilatation "simplifié" entre DBA (essai 515 du 13/01/81) s'est rompu et le car a franchi le séparateur. La DBA n'étant pratiquement pas armée toute sa résistance est assurée par la qualité du béton seul, or la fiabilité de la résistance d'un béton non armé est très aléatoire.

d) Conclusion

Pour vérifier la résistance d'un tablier de pont sous l'effet d'un impact (normalisé) sur une DBA, il est conseillé, dans une première phase, de prendre en compte l'intensité moyenne des efforts rappelés ci-dessous. Les résultats de ce premier calcul sont à multiplier par un coefficient d'incertitude qui est à apprécier dans chaque cas particulier. Ce coefficient est nécessairement plus grand que les coefficients appliqués au béton armé calculé aux états limites ultimes car

les paramètres sont plus nombreux et surtout beaucoup moins bien connus numériquement.

Le moment réparti sur 5 m de DBA peut être estimé à environ 430 kN.m. en intensité instantanée (ou 86 kN.m/m à ± 40 % près).

L'intensité moyenne totale de l'onde de choc répartie sur sa durée (variable de 50 à 110 millisecondes) peut être estimée à 570 kN et elle intéresse une longueur de DBA d'environ 10 m.

NOTA : Les efforts induits par la LBA (NF P 98.430, Art 5.1.3) ne sont pas connus. En l'absence d'informations, nous proposons de prendre les efforts sur la DBA majorés de 30 %.

5.4.2.2.5 - Cas des barrières type BHO ou BN5

Pour l'ancrage de ces modèles de barrière sur les ponts, le support composé d'un C125+U100 de la section courante est remplacé par un support unique en C140 en tôle pliée soudée sur une platine dont la géométrie a été définie à partir d'essais statiques pour donner un niveau d'effort à la rupture équivalent à celui du support C+U tout en maintenant cet effort sur une large plage de déformation. Ce support est défini dans la norme NF P 98.420²⁴.

Lors de l'essai, l'effort appliqué perpendiculairement à l'axe de l'ouvrage par le vérin était à 0.55 m du niveau du sol (ce qui correspond à la hauteur de la fixation des rehausses sur le support). La déformation du support commence à 3000 daN et atteint son maximum pour une valeur de 3500 daN (soit un moment de 19 kN.m).

24. § 8.6.2 pour la géométrie et § 8.1 pour la nuance de l'acier qui est un S275 J0 ou J2G3

5.4.2.2.6 - Barrière habillée

Les essais statiques sur le support conduisent à conseiller, pour le calcul de la structure, les efforts suivants, dans les conditions définies dans le § 5.4.3, considérés comme appliqués à l'encastrement de chaque support :

- un moment d'axe longitudinal de 110 kN.m,
- une force transversale de 120 kN.

5.4.2.2.7 - Autres modèles de barrière

Les informations précédentes sont relatives à des modèles de barrières non soumis à une quelconque propriété industrielle et commerciale. Si ce n'est pas le cas (modèle déposé ou procédé breveté, par exemple) les détenteurs de ces procédés sont invités à présenter, dans l'annexe technique accompagnant la circulaire d'homologation, les valeurs de ces efforts avec leur niveau de fiabilité.

Si l'on ne dispose pas de ces informations, il paraît difficile d'envisager l'usage de ces modèles sur un ouvrage sans prendre des risques tant pour la structure que pour le niveau d'efficacité du dispositif de retenue.

■ 5.4.3 - ELS ou ELU?

Les zones de reprise des efforts dans la structure doivent-elles être justifiées à l'ELS (Etat Limite de Service) ou à l'ELU (Etat Limite Ultime)?

Cette question reste toujours largement débattue surtout quand il s'agit de murs de soutènement et du fait de l'ambiguïté de certains textes.

Les actions résultant de chocs sur les dispositifs de retenue sont-elles à considérer comme une action accidentelle au sens des textes réglementaires? Il semble y avoir une certaine hétérogénéité d'appréciation sur ce point entre les divers documents, donc une variation

d'appréciation de la part des ingénieurs ayant à concevoir ou à contrôler des projets.

■ 5.4.3.1 - Les textes de référence

- Les Directives sur le Calcul des Constructions (DCC) de 1979

L'alinéa de l'article 3.2 précise que les actions accidentelles sont celles : *"... provenant de phénomènes se produisant très rarement (séismes, chocs,...)"*.

L'article 4.3 indique que *"les actions accidentelles sont énumérées le cas échéant par le CCTP, qui, à défaut de texte réglementaire, en fixe les valeurs représentatives à prendre en compte"*. Il est important de noter que, par rapport aux DCC de 1971, le texte donne un exemple supplémentaire concernant les chocs : *"les chocs de véhicules contre les dispositifs de retenue ou les appuis de ponts, ..."*

- Le BAEL 91 et le BPEL 91

Ces textes reprennent les DCC de 1979 et citent les chocs de véhicules contre les dispositifs de retenue dans les exemples d'actions accidentelles.

En conclusion, on relève que les documents récents ont considéré les chocs sur les dispositifs de retenue comme étant une "action accidentelle" et, à ce titre, à calculer en ELU. Ceci alors que les errements anciens (Dossier GC 77) donnaient un conseil et des valeurs d'actions qui ne sont pas en cohérence avec ces textes plus récents.

■ 5.4.3.2 - Propositions

Il ne nous paraît pas certain que les chocs contre les dispositifs de retenue soient des actions accidentelles car ils sont loin de représenter un phénomène "très rare" si l'on reprend la définition de l'article 3.2 des DCC de 1979. Il suffit, pour s'en convaincre, de questionner les gestionnaires! À ce point de vue, il paraît anormal de classer les chocs sur DR dans la même catégorie que les séismes, les crues, ... dont l'apparition est plus du type "catastrophe".

D'autre part, les valeurs représentatives définies pour ces actions le sont avec assez de précision (à la suite d'exploitation de mesures lors d'essais²⁵) pour pouvoir être précisées dans le CCTP et servir de base aux calculs.

Il nous semblerait plus approprié de considérer ces chocs comme une action variable avec une très faible occurrence.

Les justifications sont-elles à faire à l'État Limite Ultime (ELU) ou à l'État Limite de Service (ELS)?

Il nous semble important de distinguer le dispositif de retenue et la structure sur laquelle il est implanté. Lors d'un choc dû à un véhicule, la barrière de sécurité peut être entièrement détruite. Son changement est prévu et elle a été conçue dans ce but.

Au niveau de la liaison du dispositif de retenue avec la structure, celle-ci ne doit pas être endommagée et doit conserver ses conditions d'exploitation ou de durabilité pour pouvoir recevoir un nouveau dispositif de retenue et subir sans détérioration un autre choc par un véhicule. Ce nouveau choc, s'il survenait sur une partie de structure déjà durement sollicitée pourrait entraîner des désordres dont l'importance de la réparation serait sans commune mesure avec celle du seul dispositif.

Il importe donc que la structure ne soit pas endommagée et conserve ses conditions d'exploitation ou de durabilité. Or, **cette condition correspond à la définition d'un État Limite de Service** (article 1.1.3 des DCC de 1979).

■ 5.4.3.3 - Conclusions

Contrairement à ce que l'on trouve dans les textes, notamment les DCC de 1979, on considérera les chocs de véhicules sur les dispositifs de retenue non comme une action accidentelle mais comme une action variable à faible occurrence. Les justifications sont à conduire à l'État Limite de Service et les tractions des aciers sont à limiter à 2/3 de leur limite d'élasticité. Cette dernière condition permet de simplifier les calculs justificatifs tout en assurant un niveau de fissuration du béton compatible avec le niveau d'exigence adopté.

25. Même s'il subsiste encore une certaine marge d'imprécision (Cf. § 5.4.2.2).

S'agissant d'une dérogation aux DCC, ceci est à préciser dans le CCTP.

Rappelons aussi que ces actions "sont considérées comme ne se cumulant à aucun autre effort dû à des charges d'exploitation ou climatiques".

■ 5.4.4 - Les modalités d'ancrage dans la structure

■ 5.4.4.1 - Principes généraux

Le mode d'ancrage des barrières dans la structure doit satisfaire aux critères suivants :

- être facile à mettre en œuvre et/ou à fabriquer,
- être efficace, c'est-à-dire ne pas modifier le comportement de la barrière ni altérer son niveau de retenue,
- comporter un niveau préférentiel de rupture afin de limiter à un niveau raisonnable les efforts transmis à la structure,
- être facile à reprendre et à réparer, ce qui suppose que le niveau de rupture défini précédemment soit dans une zone d'accès facile et hors de la structure.

Pour satisfaire à ces critères, dans l'état actuel de nos connaissances, trois familles d'ancrage sont proposées.

■ 5.4.4.2 - Ancrage béton armé

C'est l'ancrage des barrières en béton armé type BN1 et BN2.

Il est intéressant par sa simplicité, mais il nécessite une bonne définition sur les plans et une exécution conforme pour ne pas entraîner une modification de son fonctionnement.

Par ailleurs, sa reprise, après un accident, nécessite des travaux de béton armé qui restent malgré tout assez délicats à exécuter sous circulation. Son efficacité sur les nombreuses

références connues montre cependant que ces réparations restent très exceptionnelles sinon rarissimes.

■ 5.4.4.3 - Ancrage par vis et douilles

C'est le mode d'ancrage par excellence des dispositifs de retenue métalliques. Il s'avère très facile à fabriquer et à mettre en œuvre.

Le niveau fusible est donné soit par la vis (vis avec amorce de rupture de l'ancrage BN4 (Cf. Fig 19), par ex.), soit par une partie du support située au-dessus de l'ancrage : pliage d'un support en C140 (Cf. Fig 20), rupture des supports de lisses des BN1-2 (Cf. Fig 22), ...

L'accessibilité pour la réparation ne pose pas de difficultés et constitue certainement l'aspect le plus séduisant de ce mode d'ancrage.

Par contre, c'est un mode d'ancrage qui reste très sensible à la corrosion ; or celle-ci peut entraîner des diminutions de sections de vis abaissant l'efficacité à un niveau inacceptable eu égard aux capacités de la barrière fixée par ce mode de fixation. (Cf. § 7.1.2 & 7.3.3).

■ 5.4.4.4 - Ancrage par "adhérence"

Dans ce mode de fixation, le dispositif de retenue est simplement coulé en place sur son substratum (revêtement ou étanchéité). La liaison à la structure se fait alors uniquement par le poids et l'effet d'adhérence que l'on peut avoir lorsque l'on coule un béton frais sur un béton durci ou un support similaire. Il n'y a pas de frottement.

Les dispositifs concernés sont les barrières GBA/DBA et les fixations par longrine non ancrée de BHO ou BN5.

On notera que cet effet ne peut être attendu que pour un coulage en place ce qui élimine toute solution comportant une longrine préfabriquée.

L'intérêt, évident, est l'absence de dispositions particulières d'ancrage dans la structure et l'élimination de toute traversée de la chape d'étanchéité²⁶. Ceci est particulièrement appréciable pour la mise en place d'une barrière sur un pont existant.

Les inconvénients sont :

- la nécessité d'une longueur minimale (ou ancrage d'extrémité) pour avoir un niveau d'efficacité suffisant (Cf. Fig 42),
- le risque d'une perte "d'adhérence" non détectée soit après un premier choc sur la barrière, soit par suite des déformations de l'ouvrage que la barrière rigide ne suit pas par blocage et éloignement de la fibre neutre (Cf. Figures 53 & 54). Ces deux derniers phénomènes ont été assez souvent observés sur des ouvrages en service.

■ 5.5 - AMÉLIORATION OU DIVERSIFICATION DU DOMAINE D'EMPLOI

■ 5.5.1 - Adaptation au trafic piéton

Au § 4.8 il a été indiqué la possibilité de faire jouer le rôle de garde-corps à des barrières de sécurité de bord de tablier. Quand la barrière ne respecte pas les spécifications géométriques de la norme XP P 98.405, principalement l'article 5.1.2.2, on peut, sur des barrières comme la BN4 et surtout la Bhab, ajouter un remplissage. Le § 4.8 et la figure 23 donne quelques exemples de solutions possibles.

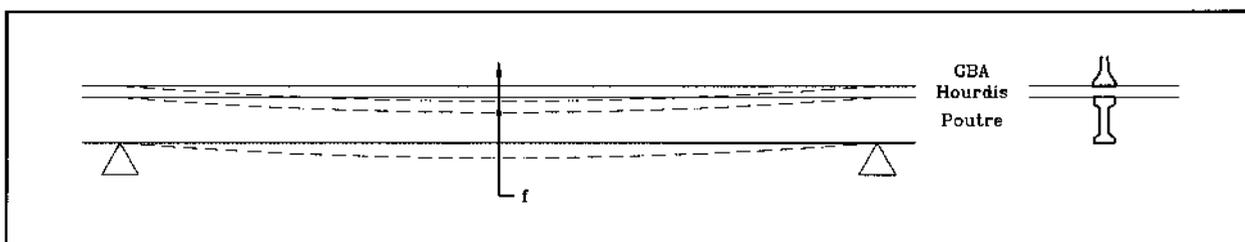


Figure 53
Mécanisme du "décollement"
d'une DBA sur un support souple.

²⁶. On n'oubliera pas de justifier la structure pour la reprise des efforts en cas de chocs, Cf. § 5.4.2.2.4



Figure 54
Glissement de la GBA sur son support
lors d'un accident ou sur un ouvrage souple
dénotant un défaut de liaison au support donc
une efficacité réduite.

■ 5.5.2 - Écran de retenue d'objet

Pour éviter la chute d'éléments ou la projection, volontaire ou non, d'objets, il est possible d'équiper les barrières de sécurité d'écrans de retenue d'objets. Les dispositions types sont similaires à celles décrites dans le fascicule "garde-corps" (§ 4.4)²⁷.

■ 5.5.3 - Implantation de Poste d'Appel d'Urgence (PAU)

Il peut arriver que sur des ouvrages dont la longueur dépasse l'intervalle normal entre deux postes, on soit amené à implanter le PAU sur l'ouvrage. Le cas de figure étant rare, il n'y a pas de dispositions types, aussi, le cas échéant, prendre contact avec les gestionnaires.

■ 5.6 - IMPLANTATION DE BARRIÈRES H2-H3 SUR LES MURS DE SOUTÈNEMENT

RAPPEL : Les murs de soutènement sont des ouvrages d'art aussi, les dispositions prévues sur les remblais en section courante ne leur sont pas applicables *de facto*.

■ 5.6.1 - Présentation générale

Le problème particulier de l'implantation des dispositifs de retenue en crête des murs de soutènement avait fait l'objet de quelques développements dans la pièce 6.1 du dossier GC77 et dans des documents spécifiques à chaque type de murs de soutènements (MUR 73, les ouvrages en Terre Armée : Recommandations et règles de l'Art 1979, TEXSOL : Ouvrages de soutènement. Guide technique 1990, ...). Depuis des études complémentaires ont permis de définir un certain nombre de solutions de base notamment pour les barrières H2-H3 qu'il a paru utile de diffuser.

On peut regretter que ces études n'aient pas été plus abondantes eu égard à l'importance économique et au linéaire de murs concernés.

Dans le présent chapitre on trouvera les dispositions types qui ont fait l'objet de tests ou pour lesquelles on peut estimer qu'elles sont compatibles avec le type de soutènement. Ces dispositions sont décrites et les efforts transmis à la structure sous-jacente tels qu'ils ont été mesurés lors des essais (dynamiques ou statiques) sont indiqués. Par contre les modalités de répartition dans le remblai et le calcul du soutènement ne sont pas présentés ici. Pour cette partie, il est fait renvoi aux documents spécifiques à chaque type de soutènement (voir Bibliographie).

La sécurité contre la chute des véhicules à partir d'une plate-forme routière soutenue par un mur est d'un enjeu d'une grande importance car il concerne un linéaire de route notable. Or le risque vis-à-vis de l'usager est de même nature que l'on tombe d'un mur de 5 m de haut que d'un pont.

C'est aussi un problème technique délicat compte tenu de la diversité des types de soutènement et des conséquences de l'implantation d'une barrière H2-H3 en crête d'un mur qui entraînent un renforcement de la zone d'encastrement en pied du mur.

En effet, il faut que la mise en place d'une barrière de sécurité apporte le niveau de sécurité visé sans provoquer de désordres dans la structure.

²⁷. Ces écrans convenablement disposés peuvent éventuellement jouer un rôle dissuasif envers des tentatives de suicides parfois observées sur certains ouvrages.

Si, lors d'un choc, la barrière transmet des efforts qui provoquent la rupture du mur à un niveau inférieur à celui défini pour une efficacité correcte du dispositif de retenue, on aboutit au résultat suivant : le véhicule n'est pas retenu d'où un risque pour l'utilisateur et le mur peut s'effondrer pouvant mettre en cause la sécurité d'autres usagers et conduire à des réparations onéreuses.

Ceci explique l'intérêt d'utiliser des dispositions types fonction de la conception du soutènement. Différentes solutions sont envisagées : certaines (dites possibles) sont sûres car ayant fait l'objet d'essais, même si elles sont parfois peu intéressantes (notamment par leur emprise trop importante), mais comme les essais dans ce domaine sont, à l'heure actuelle, en nombre limité, d'autres solutions (dites envisageables) sont aussi présentées. Ces dernières, faute d'essais, ne peuvent être considérées sur le même plan d'efficacité que les solutions dites possibles et/ou peuvent apparaître comme largement surdimensionnées (murs en BA dans le cas d'une BN1-2 par exemple).

D'où, aussi, l'intérêt de calculer les structures sous-jacentes au dispositif de retenue à l'ELS sous l'effet d'un choc accidentel.

La présentation de systèmes de fixation de dispositifs de retenue qui n'ont pas fait l'objet d'essais est contraire à la démarche normale en ce domaine ; ceci est dû à la limitation des crédits disponibles, au coût de tels essais (il faut construire les murs) et au souci de répondre à des cas concrets.

■ 5.6.2 - Incidence du choix sur le projet

La méthode permettant de choisir le niveau de sécurité présentée dans le fascicule "choix du niveau d'un dispositif de retenue" de la même collection du guide GC s'applique aussi aux murs de soutènement ; en particulier les paramètres à prendre en compte sont les mêmes, la zone franchie devenant ici la zone en contrebas du mur.

En particulier, quand il y a possibilité de chute sur la zone franchie par un pont, à partir des accès à celle-ci, **les zones de soutènement en amont immédiat de l'ouvrage sont à traiter dans la continuité de l'ouvrage.**

Cependant, il pourra être admis des adaptations aux limites. En effet le passage du niveau N au niveau H a des conséquences techniques et économiques beaucoup plus importantes (augmentation de l'emprise, renforcement considérable du mur, ...) que sur un pont et quelquefois sans commune mesure avec l'amélioration de sécurité espérée.

Pour la même raison, tant le choix du niveau que celui du modèle est à faire le plus tôt possible et, au moins, dès le début du projet de définition de l'ouvrage.

En effet, de ce choix, découlent systématiquement l'emprise du mur, et, assez souvent, son dimensionnement. Opérer de manière inverse aboutirait à des solutions particulièrement onéreuses ou à des incompatibilités entre une structure porteuse déjà arrêtée et le dispositif de retenue le mieux adapté aux conditions de site et de trafic.

Rappelons qu'en l'absence de dispositif de retenue on devra s'interroger sur l'opportunité d'implanter un garde corps, même très simple, sur le couronnement du mur. (Cf. Fascicule "garde-corps" dans la même collection).



Du point de vue de l'implantation de barrière de sécurité, il a paru techniquement souhaitable de distinguer deux grandes familles de murs de soutènement : le type A qui regroupe toutes les structures sur lesquelles il est quasi impossible de lier rigidement une barrière et le type B pour lequel cette liaison est concevable.

■ 5.6.3 - Implantation de barrières H2-H3 sur des murs de type A

■ 5.6.3.1 - Les murs concernés

Ces structures comprennent essentiellement :

- les murs préfabriqués composés d'éléments empilés et/ou emboîtés les uns dans les autres,
- les murs en Terre Armée,
- les palplanches de faible module,
- les murs en maçonnerie,
- etc.

En fait, pour cette famille de murs, seules les solutions de dispositifs de retenue en tête de murs en Terre Armée ont fait l'objet d'essais. Lors de ceux-ci, l'étude expérimentale a surtout porté sur le comportement du dispositif de retenue ; par contre les valeurs des sollicitations auxquelles étaient soumis les différents éléments du mur n'ont été, trop souvent, que très sommairement relevées. C'est pourquoi les informations disponibles restent encore largement insuffisantes.

Dans le principe, les dispositions visent à satisfaire le but suivant :

dissocier la fonction soutènement et la fonction dispositif de retenue,

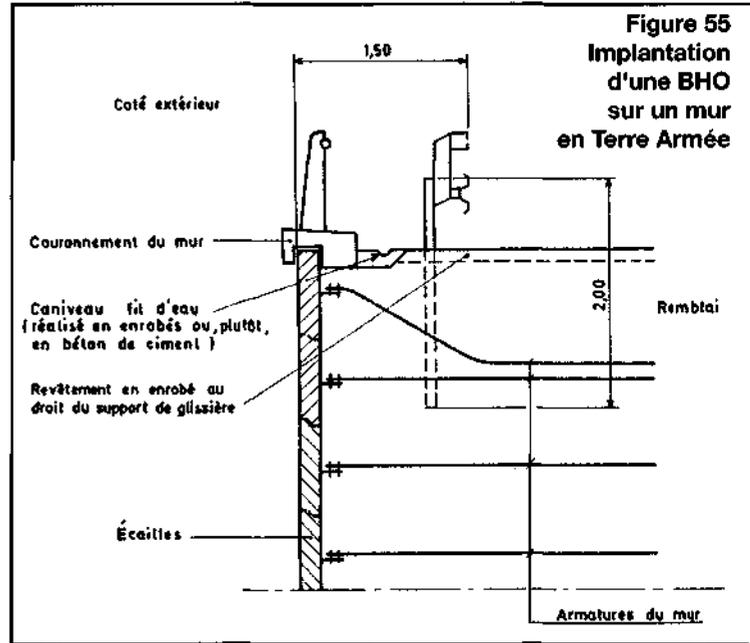
soit en éloignant le dispositif de retenue de la crête du mur (ceci revient donc à augmenter l'emprise de la plate-forme, et donc à accroître le coût de l'investissement), soit en faisant reprendre les efforts dus au choc par une structure aussi indépendante que possible du mur.

■ 5.6.3.2 - Les solutions possibles

5.6.3.2.1 - BHO

a) BHO dont le nu avant est à 1,50 m du parement extérieur du mur

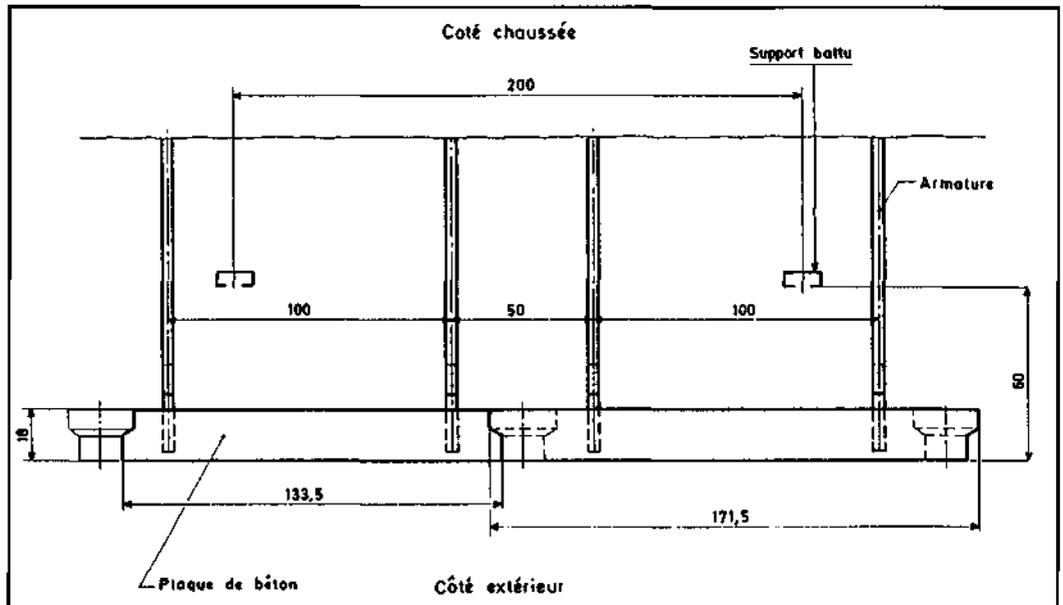
Cette disposition, la plus ancienne, est très sensiblement équivalente, en terme d'encombrement, à une implantation sur un remblai. (Cf. NF P 98.420, § 6.2).



Dans le cas d'un massif en Terre Armée (ou en sol renforcé), il importe de bien vérifier la compatibilité des supports dont la longueur est de 2 m (dont environ 1.5 m dans le sol) avec la position des armatures des deux lits supérieurs du massif. Pour cela deux solutions sont possibles :

- réaliser un repérage extrêmement précis de ces lits et implanter les supports en conséquence,

Figure 56
Position relative des supports de BHO et des armatures des deux lits supérieurs de la Terre Armée.



NB : il y a parfois nécessité de réajustement pour tenir compte d'un rattrapage dû au profil en long et au tracé en plan

- réaliser une déviation vers la gauche ou la droite des armatures de la ligne d'écailles supérieure. Les déviations sont faites alternativement soit à gauche, soit à droite, les armatures d'une même écaille étant déviées dans le même sens.

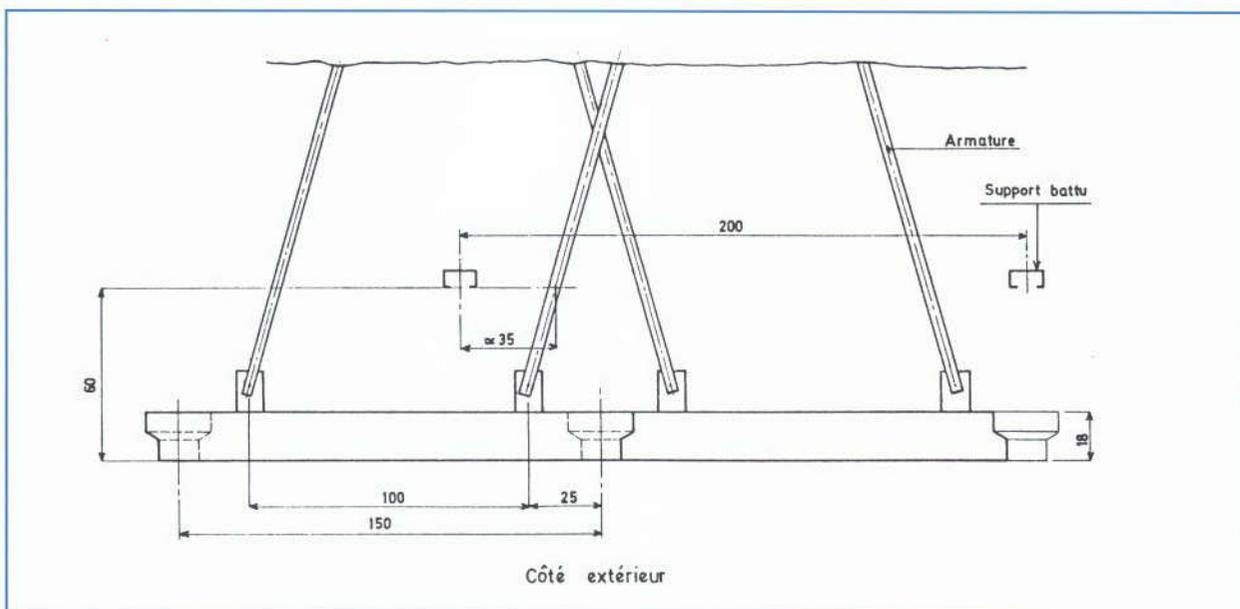


Figure 57
Implantation des supports de BHO avec repositionnement des armatures de la Terre Armée



Figure 58
Implantation d'une BHO sur un mur de soutènement en Terre Armée (installation du prototype pour l'essai dynamique).

Cette disposition a été mise au point à la suite de deux séries d'essais statiques et semi-dynamiques de tenue de support sur un massif en Terre Armée²⁸ avec des armatures de section 80 x 3 mm :

- l'une avec une BHO identique à celle utilisée en section courante (supports C 125 + U 100 espacés de 2 m),
- l'autre où les supports sont des C 125 espacés de 1,50 m ; les supports sont alors placés au droit des joints de la ligne d'écailles supérieures. Comme il ne peut pas exister d'armatures au droit des joints, on résout ainsi les problèmes d'implantation relative des supports de barrière ; mais le dispositif ainsi obtenu n'a subi que des essais en semi-dynamique (au mouton pendule). C'est cette configuration qui a servi à la mise au point de l'essai selon la disposition du § b ci-après.

²⁸. Rapports ONSER 311.76.08 de Mai 1976 et 311.76.13 de Septembre 1976.

Les résultats sont satisfaisants ce qui a permis de considérer la solution comme valable, d'autant que la disposition ci-après, avec des supports plus proches des écailles, a donné satisfaction lors d'un essai dynamique. On retiendra que la longueur des supports doit obligatoirement être de 2 m (soit environ 1.5 m de fiche dans le sol).

b) BHO implantée à 1 m du parement extérieur du mur

Cette disposition qui a fait l'objet d'un essai dynamique²⁹ pour une application particulière reprend le concept essayé en semi-dynamique avec des supports tous les 1.5 m (§ a ci-dessus). Par rapport au modèle normalisé, la barrière comportait les modifications suivantes :

- Support C125+U100 tous les 1.5 m, ce qui permet de résoudre le problème de la compatibilité des implantations de supports et des armatures puisque la largeur des écailles est de 1.5 m,
- Renfort Oméga dont la longueur et les entraxes de fixation sont spéciaux,
- Lisse supérieure adaptée à l'implantation des supports tous les 1.5 m.

La disposition testée est représentée sur la *figure 58* et dans l'annexe C.

Lors de l'essai, le car a été parfaitement retenu ; les écailles n'ont présenté aucun dégât apparent et leur recul a été nul. Il faut souligner le rôle important joué par la longrine en béton armé qui a permis le maintien de l'enrobé et, par là même, le fonctionnement normal de la BHO (dont les supports ont ainsi pu présenter leur point de rotation au niveau de cet enrobé). La nature du corps de la chaussée n'est pas non plus indifférente au résultat.

Par contre, aucune mesure d'effort n'a été effectuée sur les armatures en Terre Armée ; cependant, on peut raisonnablement penser que ceux-ci ont été faibles. Il est à noter que le document "les ouvrages en Terre Armée" (Cf. Bibliographie) prévoient que les armatures du lit supérieur sont soumises, en cas de choc sur une BHO, à un effort de traction supplémentaire

de 800 daN régnant au voisinage du point d'ancrage et au droit du point de traction maximum. Cette valeur, bien que fixée pour une implantation à 1.5 m, peut paraître encore excessive pour ce cas d'implantation. Elle doit être appliquée et n'est probablement que très rarement déterminante dans le dimensionnement des armatures.

Cette disposition reste la solution type qu'il convient d'adopter en respectant l'ensemble des dispositions constructives décrites dans l'annexe C.

L'un des inconvénients de ce mode d'ancrage est la possibilité d'infiltration d'eau le long du support. Or ceci peut être à l'origine d'une corrosion des armatures. C'est pourquoi le document "les ouvrages en Terre Armée", (Fig. 1.28), préconise une étanchéité sous le niveau inférieur de la fiche des supports de BHO.

5.6.3.2.2 - BN4 avec dalle de frottement.

L'intérêt de cette solution par rapport à la précédente est, outre une réduction du profil en travers, de pouvoir disposer une BN4 sur des accès à un ouvrage dans la continuité de celle implantée sur le pont.

Les efforts au niveau de l'encastrement ponctuel sont repris par une dalle fortement armée qui transmet ces efforts par frottement au remblai.

Sur la base d'un pré-dimensionnement théorique, une solution avec une dalle de 2 m de large complètement désolidarisée du parement a été testée³⁰.

Le comportement du dispositif de retenue ainsi que celui de la dalle de frottement et du soutènement en Terre Armée ont été très satisfaisants. Ce comportement a été confirmé par des essais dans le cadre d'autres études³¹.

On n'a relevé aucune déformation ni fissure sur la dalle de frottement. Le mur en Terre Armée a eu une flèche dynamique de 2 mm et la variation de l'effort de traction dans l'armature supérieure la plus sollicitée a été de 1.4 à 1.6 kN pour 6 m de mur. Par sécurité, il semble logique de retenir cette dernière valeur.

29. Essai niveau H2, réf : ONSER 482 de juin 1979.

30. Essais niveau H2, réf : ONSER 503 d'Avril 1980.

31. Essai niveau H2, réf : ONSER 529 d'Avril 1981 et 533 d'Octobre 1981.

La disposition type est présentée en annexe C ; la dalle est réalisée par tronçons de 7,50 m de long, liés les uns aux autres par tenons et mortaises ; cette réalisation par tronçons indépendants permet d'absorber certains tassements différentiels tout en assurant la diffusion d'efforts lors d'un choc. Elle conduit à une largeur pouvant paraître importante mais qui correspond à une largeur de BAU. Sur autoroute, il ne devrait donc pas y avoir d'interférence avec la dalle de transition si la BAU a une largeur normale de 3 m (le document "dalle de transition" préconise une sur largeur de dalle de 1 m par rapport à la largeur de la chaussée en dalle profonde). Sur route ou si la BAU a une largeur inférieure à 3 m, ceci peut entraîner une interférence entre la dalle de transition et cette dalle de frottement. Nous proposons alors d'adapter la largeur de la dalle de transition à la présence de cette dalle de frottement. Nous déconseillons d'utiliser, comme cela est parfois fait, la dalle de transition comme dalle d'ancrage de la BN4.

La fixation de la barrière BN4 est réalisée de façon identique à une implantation sur un pont (Figure 50) et à la norme XP P 98.421.

Les calculs correspondants de la dalle et les hypothèses adaptées peuvent être demandés au SETRA (gestionnaires des guides sur les murs ou du GC). Le coffrage et le ferrailage de la dalle de frottement peuvent paraître surabondants mais, faute d'éléments justificatifs permettant d'apporter des modifications ou des réductions, c'est la conception qui est conseillée, car elle va dans le sens de la sécurité.

Pour la justification du mur, on se référera aux spécifications du guide "les ouvrages en Terre Armée" (Cf. Bibliographie) : " on admet que l'effort maximum (à ne pas pondérer) transmis par un support, égal à 300 kN, est intégralement transmis au remblai sous forme d'un cisaillement horizontal uniforme appliqué sur la surface de la dalle comprise entre deux joints consécutifs" (Art 2.2.2.4.1).

NOTA : pour l'essai, le massif en Terre Armée était composé d'une grave compactée de densité 21.5 kN/m³ et d'angle de frottement de 39° avec une cohésion de 170 kPa.

5.6.3.2.3 - GBA sur dalle de frottement

Cette disposition a été étudiée par la Société "la Terre Armée".

La dalle de frottement est conçue de la même façon que pour l'essai avec la BN4, mais la largeur passe de 2 m à 1.25 m et la longueur des éléments de 7.5 m à 9 m. La GBA est coulée en place en continu, ou dans un coffrage fixe, avec des armatures de liaison avec la dalle support.

Lors de l'essai en niveau H2³², le comportement du véhicule a été conforme à ce que l'on observe sur ce type de dispositif. La liaison de la GBA à la dalle support a empêché le "glissement" du dispositif de retenue sur son support.

Le déplacement dynamique du mur a été de 5 mm et l'effort de traction maximum enregistré dans l'armature supérieure la plus sollicitée a été de 1.4 à 2.9 kN pour 4.5 m de mur.

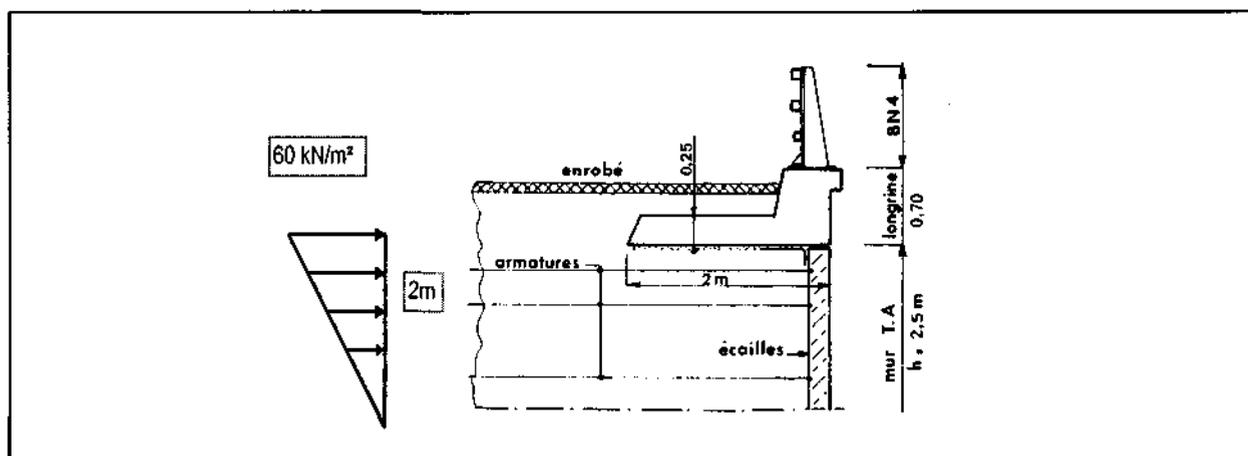


Figure 59
Poussée équivalente des terres dans le cas d'une BN4 sur une dalle de frottement.

D'autre part, on a eu une rupture de la liaison entre la corniche jouant le rôle de longrine d'appui de la GBA et la dalle de frottement.

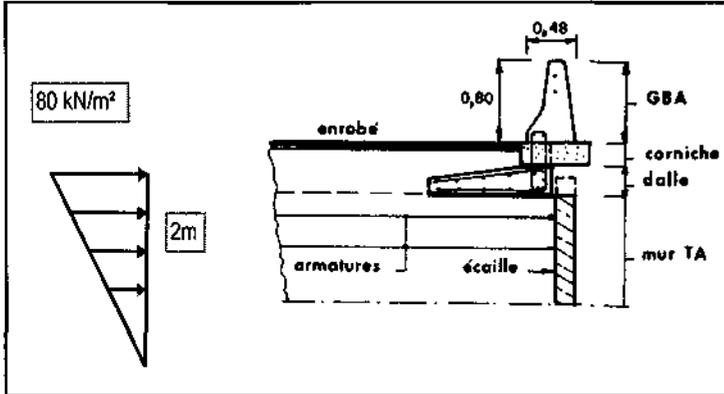


Figure 60
Poussée équivalente des terres dans le cas d'une GBA sur une dalle de frottement

Les caractéristiques des matériaux de remblai sont les mêmes que pour l'étude BN4 sur dalle de frottement (Cf. Nota à la fin du § 5.6.3.2.2.).

Cette disposition séduisante présente les importants inconvénients suivants, indépendamment des avantages et inconvénients des barrières en béton :

- efforts importants enregistrés dans le lit d'armature du massif en Terre Armée,
- déplacements non négligeables des écaïlles,
- comportement peu satisfaisant de la liaison longrine/dalle avec une rupture à un niveau rendant difficile toute réparation,
- disposition inadaptée au cas d'un ouvrage pour lequel il est prévu des déformations différentielles (du fait de la longueur de 9 m des dalles),
- risque de projection d'éléments de la GBA,
- non-conformité géométrique de la GBA pour la sécurité du personnel relativement aux prescriptions du Code du Travail (cette hauteur doit être supérieure à 0.90 m).

C'est pourquoi nous estimons que cette disposition, qui consiste à placer la GBA en limite de plate-forme, n'est pas conforme au domaine d'emploi de ce dispositif de retenue, et est à revoir. On doit lui préférer soit la solution avec une dalle de frottement plus large (2 m minimum), soit la solution avec une BN1-2 qui présente l'avantage d'assurer une bonne liaison entre le dispositif et la structure sous-jacente.

5.6.3.2.4 - BN1-2

Il devrait être possible d'implanter une BN1-2 sur une dalle de frottement identique à celle définie pour la BN4.

Le dessin d'une telle solution est présenté sur la figure 61.

Cela pourrait constituer une alternative séduisante et nettement plus réglementaire que la solution GBA sur dalle de frottement. D'autant que le niveau d'efficacité de la BN1-2 est certainement plus élevé que celui de la GBA. Par ailleurs, l'argument de la facilité de mise en œuvre par coffrage glissant, qui est souvent avancé pour choisir la GBA, n'est pas valable, car il est parfaitement possible de couler des murets ferrillés avec ces coffrages ; les inserts d'ancrage des supports sont alors mis en place en deuxième phase dans des réservations ménagées au coulage. Figure 62

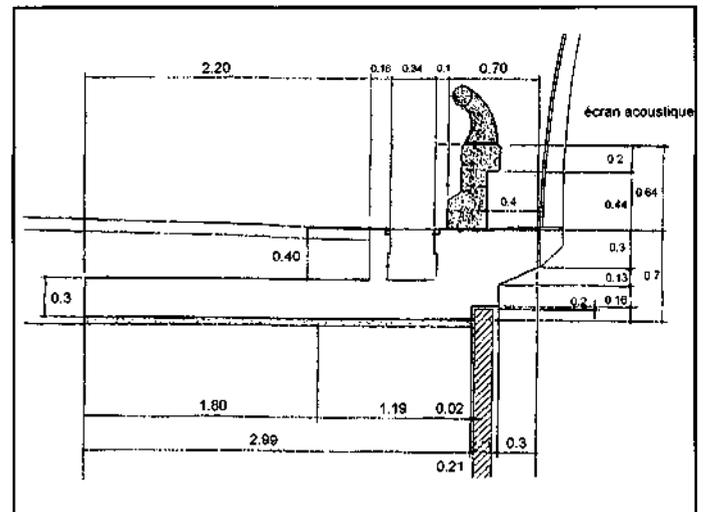


Figure 61
BN1-2 sur une dalle de frottement.
Exemple d'une disposition.
Pour de plus amples informations : consulter les gestionnaires.



Figure 62
Exemple d'un coulage
par machine à coffrage
glissant d'un muret en béton
très ferrailé
(Chantier au Canada).

■ 5.6.3.3 - Conclusion

Dans le cas où l'on dispose d'une emprise de plate-forme suffisante, la solution BHO reste, de loin, la solution technique et économique la plus intéressante. Il reste cependant le problème de l'étanchéité à l'infiltration des eaux par les implants des supports avec un risque de corrosion des attaches d'armatures comme cela a été constaté sur certaines installations. Mais ceci n'est pas lié obligatoirement à l'emploi de la BHO.

La solution dalle de frottement de 2 m paraît bien un optimum qui devrait être généralisé autant pour la BN4 que pour la GBA ou la BN1-2.

Il reste cependant à bien examiner la compatibilité de cette dalle avec d'autres équipements.

■ 5.6.4 - Implantation de barrières H2-H3 sur des murs de type B

■ 5.6.4.1 - Les murs concernés

Les murs en béton armé : murs poids, parois moulées ou préfabriquées, ... sont des exemples de structures concernées.

Pour l'implantation des barrières H2-H3 sur des murs de type B, outre les solutions décrites pour les murs de type A, on ne dispose que de peu de

solutions ayant fait l'objet de tests. Cependant, il semble possible d'ancrer des barrières BN1-2 ou BN4 (ou similaire) directement en crête de ces murs.

■ 5.6.4.2 - Les solutions envisageables

5.6.4.2.1 - BHO

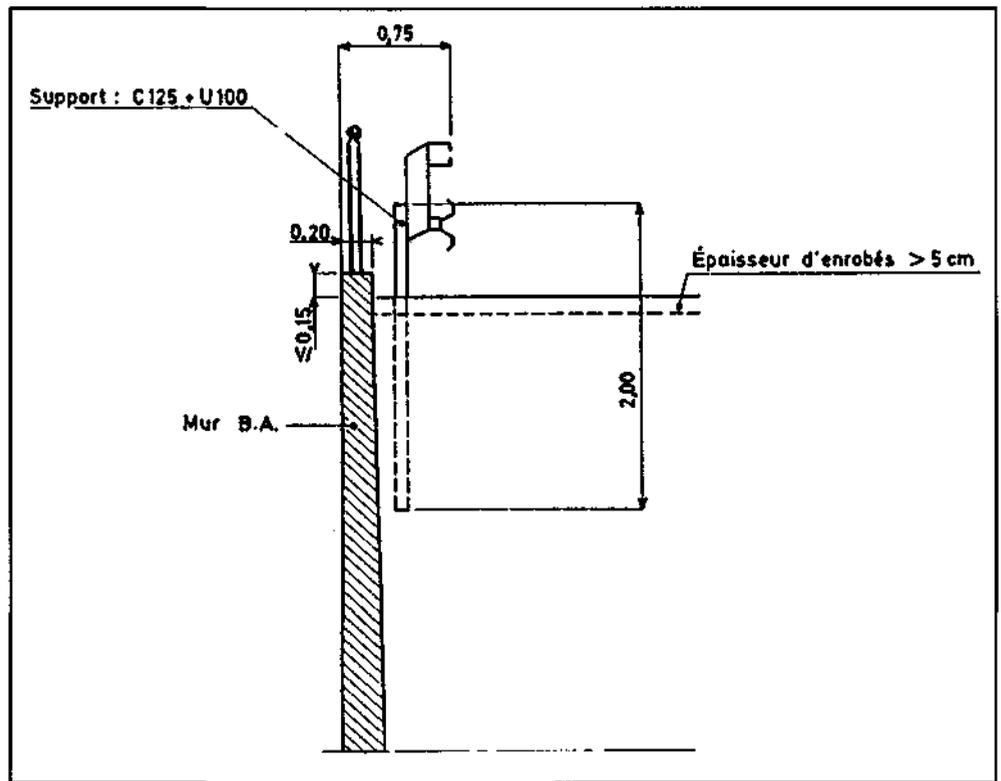
Un essai sur une BHO dont le nu côté chaussée était à 0.75 m du nu extérieur d'un petit mur de soutènement de 0.20 m d'épaisseur en tête a été fait. Ceci a permis de vérifier le bon comportement de la barrière et du véhicule dans ces conditions d'implantation³³. Malheureusement, aucune instrumentation du mur n'a été faite et on est donc obligé de faire des hypothèses sur les efforts transmis pour dimensionner ce mur ou vérifier la stabilité d'un mur existant si la pose de la BHO est faite sur une voirie en service pour améliorer le niveau de sécurité.

Compte tenu des observations faites lors de cet essai et de ce que l'on sait sur le fonctionnement de la BHO, cette disposition peut être envisagée sous les conditions suivantes (Cf. *Figure 63*) :

- mur dépassant en hauteur de moins de 15 cm du niveau de la couche de roulement,
- remblai stabilisé et revêtu d'une couche d'enrobé d'épaisseur supérieure à 5 cm, de manière à éviter une poche trop importante de la barrière.

³³. Essai niveau H2. Réf : ONSER 406 du 15.09.76

Figure 63
Implantation
d'une BHO
sur un mur
en béton armé



Pour le dimensionnement du mur, on partira de l'hypothèse d'un effort correspondant au moment de rupture d'un support C125+U100 qui est, approximativement, le suivant :

Moment transversal	Moment longitudinal
9.5 kN.m	15 kN.m

NOTA : c'est la solution présentée dans l'Instruction Technique sur les dispositifs de retenue, fascicule 2 "dispositifs latéraux métalliques", page 82, et dans la norme NF P 98.420, § 5.3.2.

5.6.4.2.2 - BN4

Cette solution d'emploi d'une BN 4 en crête d'un mur renforcé en tête à cet effet a fait l'objet de deux essais³⁴. Ces essais ont été effectués sur un mur de hauteur 2 m et de longueur 10 m (sans joints) terminé par une longrine fortement armée. Le site était en prolongement de la dalle d'essai représentant un morceau de pont et sur laquelle étaient effectués les essais de barrière pour les ponts.

La disposition testée est représentée sur la figure 64.

Pour des hauteurs supérieures de murs, la section de celui-ci peut, en première approche, être déterminée comme suit :

- pour les 2 m supérieurs, on reprend la même section que celle décrite sur la figure 64,
- en dessous, la section doit pouvoir reprendre les efforts de poussée du remblai et les efforts supposés répartis uniformément sur une longueur de 6 m, et appliqués au droit d'un support de barrière (Cf. § 5.4.3.2.2), ou moins si des joints sont situés à moins de 3 m du support. La conception du mur doit tenir compte de l'existence d'une barrière et reprendre les efforts définis au § 5.4.2, par exemple par des contreforts à l'espacement des supports.

5.6.4.2.3 - BN 1 ou BN 2

En l'absence d'essais, on ramène le problème à un calcul de structure sous les efforts définis au § 5.4.2.2.1 : les murs et la barrière étant découpés en tronçons de 6 à 8 m de long, et un tronçon devant pouvoir reprendre en totalité les efforts développés par la barrière.

Un calcul sommaire, fait avec un mur découpé en tronçons de longueur 6 m, donne, pour la section d'encastrement du mur, une augmentation de l'épaisseur du mur de 20 à 25 cm et une augmentation des sections d'armatures

34. Essai en niveau H2. Réf : ONSER 300 du 06.11.73 et 332 du 17.09.74.

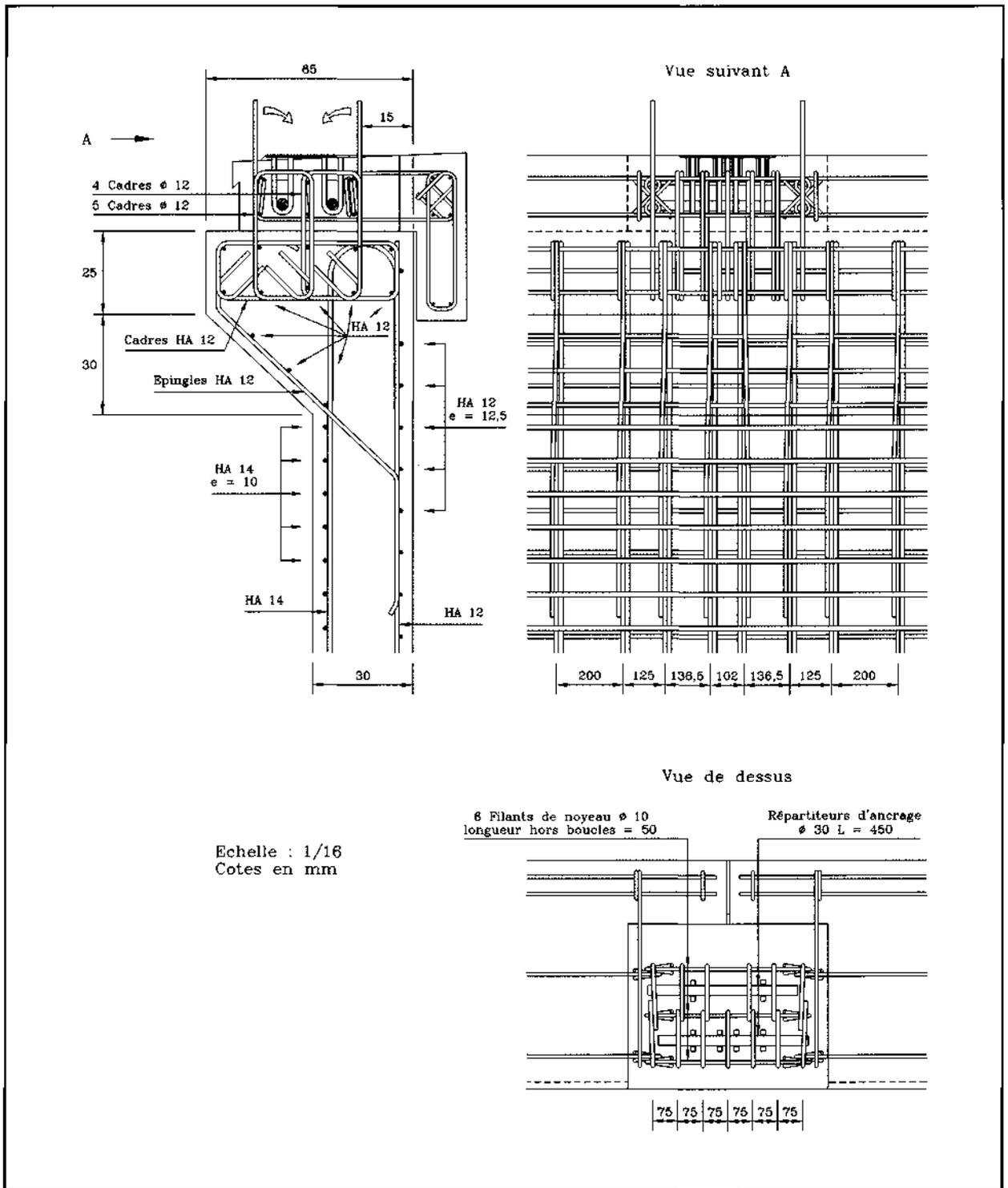


Figure 64
Implantation d'une BN4
sur un mur en béton armé

tendues de 20 à 25 cm² au ml (acier travaillant à 280 MPa, béton à 12 MPa, remblai de densité 2 et de coefficient de poussée 1/3).

Cette augmentation du ferrailage *a priori* importante, on pourrait penser mieux diffuser longitudinalement les efforts par une longrine fortement armée dans la partie supérieure du mur. Cependant, la détermination de la longueur de diffusion des efforts serait difficile, et largement incertaine en l'absence d'essais.

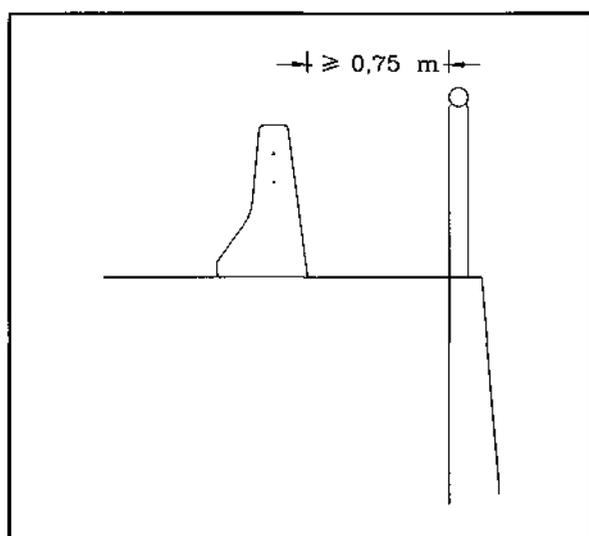


Figure 65
Implantation d'une GBA sur mur type B

5.6.4.2.4 - GBA/DBA

Il est possible d'implanter une GBA/DBA en crête d'un mur de soutènement de type B dans la configuration de la *figure 65*.

Seule la position en avant de la crête du mur est envisageable, sinon on s'orientera soit vers la solution dalle de frottement en tenant compte des nombreux inconvénients cités au § 5.6.3.2.3, soit vers une solution BN1-2 comme indiqué au § 5.6.4.2.3. Cette dernière disposition semble, de loin, la meilleure.

Dans le cas d'une implantation selon la *figure 65*, les efforts à prendre en compte sont ceux définis à l'interface GBA/sol dans le § 5.4.2.2.4.

■ 5.6.5. - Conclusion

Les solutions disponibles sont malheureusement limitées. Seules les solutions BHO et GBA paraissent pouvoir être utilisées sans trop de difficultés sur tous les types d'ouvrages mais avec l'inconvénient d'une emprise non négligeable.

Les solutions sur dalle de frottement mises au point pour les murs de type A (en Terre Armée) sont très intéressantes mais la solution de la dalle de frottement réduite sous la GBA est loin d'être satisfaisante et nécessiterait une étude d'amélioration.

On voit donc que la fixation d'un dispositif de retenue sur un mur de soutènement se fait rarement sans problèmes d'abord géométriques, mais aussi structuraux. Le mur doit généralement faire l'objet de renforcements locaux et/ou généraux qui peuvent à la limite conditionner tout son dimensionnement.

Les connaissances en la matière étant évolutives, il est conseillé de contacter les gestionnaires des guides relatifs aux murs ou de ce fascicule pour les cas difficiles ou particuliers.

Il est aussi souhaitable que les essais dynamiques sur des solutions possibles, soient l'occasion, compte tenu de leur coût non négligeable, d'avoir accès aux efforts que les différentes structures supportent.

■ 5.7 - CONCLUSION SUR CE CHAPITRE

Pour avoir un niveau de sécurité correct sur un ouvrage et ses accès immédiats, la mise en place d'une barrière H2-H3 est une condition nécessaire mais non suffisante.

Il faut en effet que tout un ensemble de dispositions techniques portant sur les raccordements, le passage des joints de dilatation, l'isolement en arrière, la longueur, la liaison à la structure, l'implantation géométrique, etc. soit correctement traité.

Or cette vue d'ensemble est toujours difficile à avoir et on a souvent tendance à faire des choix a priori sans tenir compte de ces divers points que l'on s'efforce, ensuite, de résoudre au mieux alors qu'en remettant en cause le choix initial, on améliorerait la sécurité à un moindre coût.

FABRICATION ET MISE EN ŒUVRE

6.1 - FABRICATION

Pour les barrières de sécurité utilisées sur les ponts, on distinguera les cas de figures suivants :

a) le modèle fait l'objet d'une norme

Dans ce cas, comme pour les barrières de sécurité utilisées en section courante, il y a une procédure de certification des fabricants. Cette procédure est gérée par l'ASQUER³⁵.

Les barrières BHO, BN4 et BN5 et les parties métalliques des barrières BN1-2 sont (ou seront à terme) certifiées marque NF et les fabricants sont (ou seront) soumis à une procédure de contrôle pour pouvoir fabriquer les produits en vue de l'obtention de la marque NF.

Pour la barrière GBA/DBA, le matériel de mise en œuvre du béton doit être agréé.

La mission du Maître d'Œuvre consiste donc à vérifier l'existence du marquage.

b) Le modèle ne fait pas l'objet d'une norme ni d'une propriété industrielle et commerciale

Il n'y a pas de procédure de certification particulière et le fabricant est seulement tenu de respecter les prescriptions définies dans l'annexe technique à la circulaire d'homologation.

Le Maître d'Œuvre doit mettre en place un contrôle extérieur pour s'assurer de la conformité du produit par rapport à l'annexe technique.

c) Le modèle est protégé par un droit de propriété industrielle et commerciale

La responsabilité de la fabrication et de la conformité de celle-ci incombe au détenteur du procédé. En cas de malfaçons ou de défaut de fabrication, l'homologation peut être suspendue ou supprimée.

Le Maître d'Œuvre doit mettre en place un contrôle extérieur pour s'assurer de la conformité du produit par rapport à l'annexe technique à la circulaire d'homologation.

Dans les cas b) et c), il doit signaler à la DSCR les observations faites suite à ces contrôles et il est conseillé d'en informer le SETRA.

D'une façon générale, la fabrication des barrières de sécurité (surtout pour les ponts) nécessite une bonne compétence technique, un matériel de façonnage et de soudage de technologie avancée et en parfait état de fonctionnement, un personnel qualifié (sinon hautement qualifié), notamment pour certaines soudures, et un système qualité qui soit du niveau NF EN ISO 9002 ou très proche.

Si certains modèles de barrière sont assez faciles à fabriquer, d'autres, comme le support de BN4, demandent un outillage que l'on ne trouve pas dans n'importe quel atelier de serrurerie. Il faut être très vigilant devant certaines propositions de fabricants nouveaux qui ont cru pouvoir fabriquer à un coût nettement plus faible que les offres habituelles en pensant, au vu des dessins, que cela ne présentait pas de difficultés spéciales. Après un ou deux chantiers, ils abandonnent après avoir pris la réelle mesure du sujet et face aux contrôles vigilants des utilisateurs mais cette attitude crée un climat de tension sur les prix préjudiciable à la qualité. La procédure de certification NF devrait éliminer ces difficultés.

35. ASsociation pour la QUalité des Equipements de la Route. Cet organisme, mandaté par l'AFNOR pour délivrer la marque NF sur certains équipements de la route, est installé au SETRA.

Nous avons trop vu de ces petites entreprises soit-disant capables pour demander une grande vigilance au Maître d'Œuvre dans le choix du fournisseur.

En conclusion, il est hautement conseillé de faire appel aux entreprises certifiées dans le cadre des fabrications selon le cas a). Pour les fabrications définies en b) et c), un contrôle extérieur doit être mis en place.

■ 6.2 - MISE EN ŒUVRE

■ 6.2.1 - Calculs justificatifs et dessins d'exécution des ouvrages

Exemple de rédaction à introduire dans le CCTP :

L'Entrepreneur devra soumettre au visa du Maître d'Œuvre dans un délai de trente (30) jours ouvrables avant la date prévue pour le début de sa construction :

a) les calculs justificatifs de l'espacement des supports (dans le cas des BN1-2), les dessins d'exécution de la barrière, les extrémités et les liaisons éventuelles avec les dispositifs de retenue sur les accès.

b) Fourniture des dessins

- cas des BN1-2 : les dessins de détail de l'implantation justifiée des supports et celle des joints. Ces dessins préciseront la nature des matériaux.

- cas des BN4, BHO, BN5 et similaire : le plan définissant de façon précise les emplacements prévus pour les scellements.

Le Maître d'Œuvre les retournera à l'Entrepreneur, s'il y a lieu accompagnés de ses observations, dans un délai de quinze (15) jours ouvrables.

Les rectifications qui seraient demandées à l'Entrepreneur devront être faites dans le délai qui lui sera imparti.

■ 6.2.2 - Mise en œuvre des parties en béton des barrières

Pour ces barrières (BN1-2, longrine d'ancrage de BHO ou de BN5, ...), elle est faite conformément au F65A du CCTG. On attachera le plus grand soin au respect des prescriptions touchant à la durabilité du béton :

- formulation du béton pour avoir une bonne tenue aux sels de déverglaçage et aux cycles de gel-dégel ; cette formulation s'appuiera sur la norme en vigueur : XP P 18.305 (voir aussi la *figure 71*),

- enrobage réglementaire des armatures (en conformité avec le BAEL DTU P 18.702 , Art A7.1). Cf. *Fig 66*.

Ces parties en béton comportent des dispositifs d'ancrage qui doivent donc être mis en place lors de ce bétonnage avec toutes les précautions nécessaires.

La vérification du bon positionnement : orientation, altitude, alignement, espacement, etc. constitue un **POINT D'ARRÊT** qui ne peut être levé qu'après accord du Maître d'Œuvre ou de son représentant.

Cette précaution évitera les incidents du genre pièces d'ancrage de BN4 inversée arrière/devant ou trop haute ou trop basse, ...!



Figure 66
Éclats de béton par poussée de la rouille sur un muret par enrobage insuffisant des armatures.

■ 6.2.3 - Mise en œuvre des parties métalliques

À ce stade de l'exécution, il convient d'être vigilant sur les principaux points suivants, qui pourraient apparaître, entre autres, sur les fiches chantiers ou, **MIEUX, SUR LES PAQ DE MISE EN ŒUVRE :**

- montage des parties constitutives, absence de soudage sur chantier, reprise de zones de protection con-tre la corrosion abîmées,
- calage correct des éléments et, surtout, calage correct du manchon au droit du joint de chaussée (Cf. Annexe G),
- respect des tolérances de pose (nivellement, verticalité, alignement, etc.),
- et **POINT D'ARRÊT** à ce niveau avant bétonnage des pièces d'ancrages.

La mise en œuvre de ces barrières métalliques nécessite, contrairement aux apparences, la connaissance d'un certain nombre d'éléments pour éviter des orientations souvent désastreuses en terme de résultats mais aussi de durabilité du produit donc de l'efficacité à terme de la barrière. Pour aider tant les projeteurs que les exécutants dans la pose de la barrière BN4 (et similaire : BN4-16 et TETRA), l'annexe B présente un "guide de pose" de ces barrières. C'est, outre un document d'information, une base utile pour établir les dessins d'exécution.

Enfin, une fois les travaux terminés, on peut être amené à s'interroger sur la bonne conformité de l'exécution de ces travaux. Pour les barrières métalliques (BN4 ou similaire), il existe la possibilité **de contrôler la conformité de cette mise en œuvre en faisant des essais statiques à la poutre** (Fig 67). Outre le coût de ces essais, il faut savoir qu'il s'agit d'essais statiques dont l'exécution et l'interprétation restent délicates, aussi ils ne doivent être réservés qu'à des cas bien spécifiques après avoir pris contact avec les gestionnaires du présent guide qui tiennent à disposition la procédure d'essai.

Pour la fixation des supports de lisse en alliage d'aluminium des barrières BN1-2, on prévoira éventuellement une isolation contre la corrosion par couple galvanique (voir le fascicule GC sur "la protection contre la corrosion des équipements des ponts") ; Par exemple par une rondelle laquée ou par une feuille de PVC électricité. Les isolations par des feuilles épaisses (plus de 1mm) sont déconseillées.

■ 6.3 - SÉCURITÉ À LA MISE EN ŒUVRE DES BARRIÈRES

Les dispositions concernant les barrières mises en œuvre en bord de tablier étant identiques aux conseils donnés pour les garde-corps, le lecteur est invité à consulter le chapitre 5.3 du fascicule "garde-corps".



Figure 67
Essai statique
à la poutre d'un
support de BN4.

PÉRENNITÉ - ENTRETIEN ET RÉPARATION

■ 7.1 - DISPOSITIONS POUR ASSURER UNE PÉRENNITÉ NORMALE

La barrière de sécurité doit pouvoir retenir un poids lourd 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.

Cette intégrité porte notamment sur la permanence de la géométrie des pièces et sur le maintien de la zone fusible. Il importe donc de bien veiller à ce que les dispositions constructives initiales soient maintenues en état.

■ 7.1.1 - Tenue contre la corrosion

■ 7.1.1.1 - Tenue de la protection contre la corrosion

Pour les barrières 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 1461³⁶**. Cette protection, dans les conditions d'environnement d'une route ou d'une autoroute, a une durée de vie limitée (Cf. fascicule "protection contre la corrosion des équipements des ponts" dans la même collection, § 2.4.2.4). Il faut donc vérifier l'état de cette protection avant d'atteindre un niveau d'altération où l'acier commence à disparaître, mettant ainsi en cause la géométrie de la pièce donc la capacité de retenue du dispositif de sécurité.



Figure 68
État de corrosion avancée de l'acier constitutif de cette vis d'ancrage de barrière BN4. Reste-t-il assez de matière pour assurer le niveau de sécurité requis?

■ 7.1.1.2 - Tenue contre les effets de la corrosion galvanique

Le mécanisme de ce mode de corrosion a été largement expliqué tant dans le fascicule "corniche" que dans celui sur "la protection contre la corrosion des équipements" dans la même collection. Le lecteur intéressé est renvoyé à ces documents.

Dans le domaine des dispositifs de retenue, ces risques sont en principe assez bien maîtrisés du fait de la procédure d'homologation 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). Voir la *Figure 12* (page 25) du fascicule "garde-corps" ;

36. Les procédés type Sendzimir®, ou similaire qui consistent en une galvanisation en continu essorée ne sont pas visés ici car d'une efficacité insuffisante vu leur épaisseur de zinc et à cause des altérations qui interviennent lors du façonnage (découpe, pliage, etc.) après la galvanisation.

- l'effet galvanique de la petite enveloppe en alliage d'aluminium du procédé Comprigum®, sur la visserie, si elle n'est pas déposée.



Figure 69
Corrosion de la tête de la vis au contact de la capsule en alliage d'aluminium du procédé Comprigum®.

- 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 on devra prendre toutes les précautions pour éviter l'apparition de ce phénomène qui se développe très rapidement quand les conditions sont réunies.

■ 7.1.2 - État de la zone fusible

Le bon comportement d'un dispositif de retenue 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 (Cf. *Figure 70*), trop faible et la barrière a une flèche trop grande diminuant la capacité de retenue.

Cette zone fusible est donc la clé de voûte du système et on doit s'efforcer de lui conserver ses 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.



Figure 70
Installation d'un ancrage de BN4 sans vis fusible provoquant, lors d'un choc de camion sur la barrière, la rupture de la dalle.

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

Dans le cas des barrières BN4 ou similaire, BHO, BN5, ... la principale solution pour assurer une protection efficace de la zone d'ancrage est le système Comprigum®³⁷.

Dans le cas de zone fusible de type "béton armé", il est conseillé de bien soigner les relevés d'étanchéité dans cette partie de structure.

■ 7.1.3 - État 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 assurer sa protection contre les effets du gel-dégel et des sels de déverglaçage d'une part par une formulation

³⁷. Voir le fascicule "garde-corps", page 37, qui décrit le procédé.

pertinente du béton conformément aux normes sur le sujet (Cf. § 6.2.2) et, d'autre part, par 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, du CCTG auxquelles on ajoutera la tenue aux actions des rayonnements.



Figure 71
État d'un béton d'une zone d'ancrage de BN4 après une dizaine d'années en environnement agressif.

■ 7.2 - OPÉRATIONS DE SURVEILLANCE ET D'ENTRETIEN

■ 7.2.1 - Surveillance

Cette surveillance sera exercée conformément aux conseils formulés, pour les dispositifs de retenue, dans le Fascicule 21 "Equipements des ouvrages" de la 2^{ème} partie de l'Instruction pour la Surveillance et l'Entretien des Ouvrages d'Art. Le lecteur intéressé est renvoyé, pour le détail, à ce fascicule 21 et au "guide de visite" (de Février 83) qui le complète. Cependant, il a paru utile de rappeler ici les points importants de cette surveillance.

a) Défaut 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 peuvent provenir le plus souvent des traces de chocs par des véhicules, ce qui s'explique puisqu'il s'agit de barrières de sécurité!

b) Altération par corrosion ou vieillissement des matériaux

C'est l'une des principales causes à l'origine des opérations d'entretien (voir le fascicule sur "la protection contre la corrosion des équipements latéraux des ponts" dans la collection du guide GC).

c) Désorganisations des liaisons entre les parties du dispositif

Il s'agit de désordres au niveau des soudures, de la boulonnerie, etc.

d) Déformation locale de certaines parties de la barrière

Ces déformations liées à l'emploi de certains types de profilés peu utilisés en barrière de sécurité sont donc relativement rares.

e) Désordres sur les liaisons à la structure, notamment au droit des réservations ou des fixations du poteau dans la structure.

f) 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.

■ 7.2.2 - Entretien et réparation

L'Instruction Technique citée ci-dessus (et sa révision du 26.12.95) 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. Dans le cas des barrières H2-H3, il ne sera pas fait la distinction en laissant au gestionnaire le soin d'apprécier en fonction des travaux et des moyens dont il dispose.

■ 7.2.2.1 - Reprise de la protection contre la corrosion, 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. Pour les divers aspects de la durabilité des différentes techniques et les moyens de remises en état, on se reportera au fascicule sur "la protection contre la corrosion des équipements latéraux des ponts" dans la collection du guide GC.

■ 7.2.2.2 - Entretien des parties mobiles

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 de 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 correctement, ce qui est un indice intéressant du fonctionnement de l'ouvrage.

La surveillance va donc consister, après avoir constaté l'existence d'un dispositif spécifique, 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.



Figure 72
L'absence de boulons de fixation du manchon n'est pas de nature à permettre un fonctionnement correct de la barrière.

■ 7.2.2.3 - Réparation des parties accidentées

On doit procéder, en premier lieu, à la mise en sécurité de la zone par tous moyens adaptés (séparateurs temporaires, barrière Sepia, ou similaire, etc.).

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

Toutes les parties accidentées doivent être changées. Le montage doit être fait conformément aux normes ou aux documents d'homologation, ce qui suppose que ces documents soient 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.

■ 7.2.2.4 - Rehaussement d'ancrage de BN4 (ou similaire)

Il est possible d'envisager de tels rehaussements. Ces travaux nécessitent des précautions

pour éviter des déboires ou des défauts de fonctionnement. Le cas échéant, consulter les gestionnaires.

cement de parties corrodées ou usées pour diverses raisons. Il faut cependant noter que les barrières métalliques présentent plus de facilité de ce point de vue que les barrières béton qui, bien que moins souvent abîmées suite à un choc, peuvent présenter plus de difficultés de réparation.

Figure 73
Modèle de fiche d'entretien

modèle de barrière, ses particularités éventuelles par rapport au standard ;
références des textes (Circulaires d'homologation, 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 : points d'ancrage éventuels de ceintures anti-chute ;
emplacement du stockage ou références des moules ou filières spéciaux ;

■ 7.2.3 - Notice d'entretien

La réception d'une barrière de sécurité par le Maître d'Œuvre devrait être subordonnée à la fourniture d'une notice d'entretien. Cette notice, qui commence à être demandée par certains³⁸, paraît constituer un élément important pour faciliter la tâche du gestionnaire. Elle pourrait contenir les informations du tableau de la *figure 73*, sans être limitatif.

■ 7.3.2 - Cas des barrières en béton

Dans le cas de ces barrières en béton, ces interventions sont effectuées sur la base des guides de réparation des parties en béton de pont (Cf. Bibliographie).

À noter que la réparation de la DBA-GBA est traitée dans l'Instruction Technique (C88-49), fascicule 3, page 45.

■ 7.3 - RÉPARATION

■ 7.3.1 - Principes généraux

Les dispositifs de retenue étant par fonction chargés de retenir les véhicules qui sortent de la route, les réparations suite à un choc sont une conséquence logique de leur utilisation et le dispositif a été étudié en conséquence pour faciliter ce genre d'intervention. Celles-ci consistent en général en un échange standard des éléments abîmés et leur remplacement par des éléments neufs.

Ces opérations ne posent pas de problèmes particuliers et peuvent être étendues au rempla-

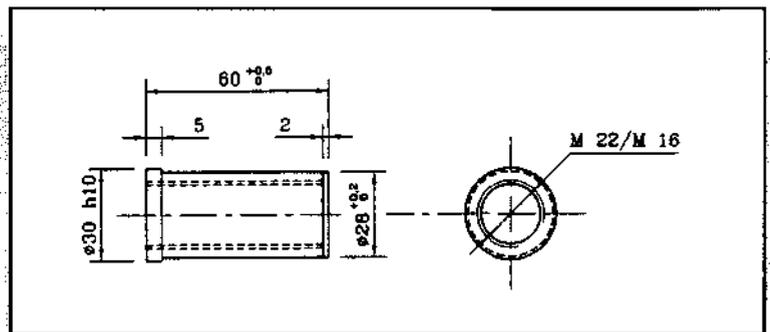
■ 7.3.3 - Interventions de remise en état des ancrages

La prise de conscience de l'importance de la pérennité des pièces d'ancrages 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 (*Fig 68*). Ceci nécessite donc d'importants travaux de remise à niveau.

38. 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).

La technique de réparation comprend la série des opérations suivantes :

- Dépose des vis en place (avec l'aide éventuelle d'un dégrippant).
- Alésage des douilles à $\varnothing 30,5 \pm 0,2$ 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).
- Nettoyage du trou à l'aide d'un chiffon imbibé de méthyl-éthyl-cétone (MEC) pour dégraisser le trou après l'alésage.
- Remplissage, à l'aide d'un pistolet, d'un volume déterminé de résine époxydique. Les essais ont été faits avec un produit de la société 3M qui a collaboré à cette étude : "Weld DP 490" D'autres produits pourront ultérieurement être proposés à condition d'avoir satisfait à des essais dans les mêmes conditions. La réservation doit être impérativement exempte de toute trace d'humidité.
- Mise en place de l'insert lisse à collerette (Cf. schéma ci-dessous) jusqu'à affleurement avec la face inférieure de la contre platine. Cet insert à collerette peut être fabriqué par un serrurier convenablement équipé suivant les cotes exactes définies ci-dessous.
- Remise en place de l'ancrage après prise de la colle. Le délai de disponibilité de l'ancrage est fonction des spécificités du produit de collage, données ci-dessous.
- Mise en œuvre de l'étanchéité autour de la visserie.



CONCLUSION

La technique de réparation d'ancrage de modèle BN4 ou similaire décrite ici fait appel à un matériel relativement courant : perceuse avec dispositif de centrage, pistolet d'injection de la colle, Elle peut être réalisée dans un temps court.

Le recours à une main d'œuvre hautement spécialisée n'est pas obligatoire, ce qui ne doit pas faire oublier pour autant la précision de l'opération et la qualité de l'exécution, notamment du fait de l'emploi de résine.

Le produit de collage permet d'atteindre l'effort requis, soit 110 kN, au bout de 72 h de séchage et ce pour une température ambiante de l'ordre de 23°C.

Il est recommandé de ne pas mettre en œuvre le produit de collage à des températures ambiantes basses, car la durée de la polymérisation s'en trouve considérablement augmentée. C'est pourquoi, en l'absence de dispositions particulières (dispositif de chauffage), cette méthode de réparation ne peut être appliquée qu'à une température ambiante supérieure à 10°C.

Bien que les essais aient été effectués sur des ancrages standard, dans un environnement proche d'un chantier, ils ont bénéficié des facilités d'une étude de laboratoire. La technique de réparation proposée doit donc être évaluée en situation réelle d'utilisation.

C'est donc à la suite de chantiers et en tenant compte de l'expérience ainsi acquise que l'on pourra éventuellement apporter des améliorations. Dans ce but, nous serions très heureux de recueillir l'avis et les commentaires des applicateurs et donneurs d'ordre qui auront eu à mettre en œuvre cette nouvelle technique.

Spécificités du produit de collage "Scotch Weld DP 490"

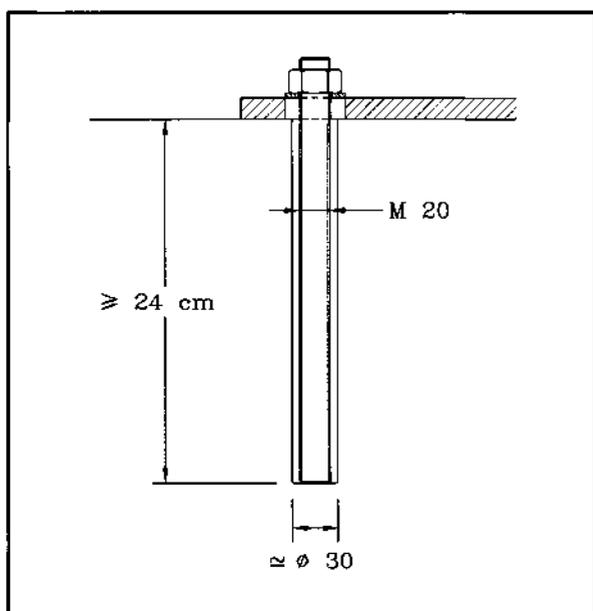
- bi-composants thixotrope,
- polymérisation à température ambiante,
- bonne résistance aux températures élevées,
- excellente résistance à l'environnement,
- temps de travail de 3 heures à 23°C et de 1h 30 à 35°C,
- vitesse de polymérisation : 72 h à 23°C,
- conditionnement en cartouche,
- stockage du produit : entre 15 et 23°C.

En effet, parfois, cela ne se limite pas à la corrosion de la vis et les filets de la douille peuvent aussi avoir complètement disparu par corrosion. Certains ont alors proposé de procéder à un retaraudage 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 norme. **Ceci 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.**

Devant ce problème, une étude a été conduite pour définir une méthodologie de réparation plus satisfaisante. Les modalités d'une telle réparation restent délicates de mise en oeuvre comme le montre la *figure 74*.

NOTA : les réparations à base de cheville autoforeuse ou à expansion sont à proscrire. Seules des réparations avec des tiges d'ancrages scellées dans des trous forés avec un mortier de scellement (de préférence en liant hydraulique) conforme à la norme NF pour cette catégorie d'utilisation sont recommandées.

Figure 75
Exemple d'une reprise d'ancrage de barrière
BHO ou BN5 par tige scellée.



■ 7.4 - AMÉNAGEMENT DE LA SÉCURITÉ SUR LES PONTS EXISTANTS

■ 7.4.1 - Présentation générale

Les dispositions présentées dans le présent fascicule concernent essentiellement le cas d'un pont en projet.

Or, il y a le cas des ouvrages existants sur lesquels, pour diverses raisons qui seront développées ci-après, il est souhaitable d'augmenter le niveau de sécurité par la mise en place de dispositifs de retenue ou l'amélioration des dispositifs existants (sans que cela résulte d'une obligation légale ou réglementaire).

Ceci s'adresse autant aux **Ingénieurs des Cellules Départementales d'Exploitation et de Sécurité (CDES)** qui ont la charge de l'amélioration de la sécurité sur un itinéraire pour lequel le pont ne couvre qu'une zone très limitée, qu'aux **Ingénieurs d'ouvrages d'art** qui seront alors sollicités pour étudier les adaptations à l'ouvrage.

L'amélioration de la sécurité sur les ponts existants se fait avec une approche qui est différente de celle des ponts neufs. En effet, le contexte présente :

a) un aspect favorable : la connaissance précise du trafic et des conditions de circulation,

b) mais également des éléments défavorables :

- les caractéristiques géométriques du tracé (tracé en plan, profil en travers, profil en long, etc.) sont fixées et malheureusement très souvent médiocres,
- la nature de la structure porteuse, souvent ancienne, impose certaines précautions,
- les moyens financiers sont en général plus limités que ceux affectés à la construction d'un ouvrage neuf.

Ceci fait que, bien souvent, la solution finale ne sera qu'un compromis entre l'idéal et le réaliste. Parfois, à la limite, aucune amélioration n'apparaîtra possible.

Les problèmes que l'on peut rencontrer sur des ouvrages anciens sont extrêmement divers. Il n'est donc pas possible de les traiter d'une manière exhaustive. Il a paru préférable de privilégier les idées de base à retenir pour procéder à un aménagement satisfaisant.

■ 7.4.2 - Les ouvrages concernés

a) Il peut s'agir d'ouvrages qui, par suite d'une modification du contexte (évolution du trafic, fréquence des accidents, urbanisation, etc.), peuvent devenir des zones que l'on peut appeler "points noirs" soit réels, soit potentiels.

b) Il peut également s'agir d'ouvrages concernés par un programme d'amélioration de la sécurité sur une section de route (ces programmes sont fréquemment appelés "mises en conformité").

Ces programmes vont consister à :

- implanter des dispositifs de retenue là où il n'y en avait pas,
- améliorer les dispositifs existants et les rendre conformes techniquement à la réglementation (suppression des origines dangereuses, isolement des obstacles, hauteur, ajout de dispositif d'écartement, etc.).

Comme la sécurité sur un pont doit être d'un niveau au moins équivalent à celle sur les accès, il est très souvent nécessaire de poursuivre sur l'ouvrage le dispositif de retenue prévu sur les accès et, à tout le moins, de les raccorder s'ils sont de classe ou de modèle différents.

Ces opérations sont fréquemment effectuées lors de travaux plus importants : renforcements coordonnés, amélioration d'un itinéraire, etc.

c) Il peut aussi s'agir d'ouvrages à modifier pour d'autres raisons, par exemple élargissement de chaussée, modifications diverses de superstructures ou remise en état. Les cas qui peuvent se présenter étant très divers, ils ne seront pas traités individuellement. Il convient cependant de retenir que ces modifications d'ouvrages donnent souvent des occasions à ne pas négliger de procéder, dans les meilleures

conditions, à l'amélioration des dispositifs de retenue.

■ 7.4.3 - Les principes de base

L'étude d'une amélioration de la sécurité sur ouvrage d'art doit être effectuée à partir d'une méthodologie basée sur les principes suivants :

■ 7.4.3.1 - Coordination

L'Ingénieur de la CDES doit se rapprocher de l'Ingénieur Spécialisé ouvrages d'art (ou vice versa) afin d'examiner en commun la ou les solutions techniques envisageables et d'en dégager un compromis.

Nous insistons sur cette **nécessaire coordination** et sur le danger de tout projet d'intervention sur un ouvrage d'art sans avis d'un ingénieur spécialiste (par exemple l'ouvrage peut être irrémédiablement endommagé par certaines fixations ou par le fonctionnement des dispositifs, ou ceux-ci peuvent être inefficaces).

■ 7.4.3.2 - Données de l'ouvrage

Il faut recueillir les données propres à l'ouvrage.

Ceci est indispensable **et essentiel**. Se lancer dans l'étude comparative de diverses solutions est voué à l'échec si l'on ne dispose pas des données concernant le pont :

a) la géométrie détaillée, à savoir notamment :

- le tracé en plan, y compris sur les accès immédiats,
- le profil en travers (sur le pont et les approches),
- la nature des trottoirs et leur constitution,
- l'existence d'une étanchéité et laquelle,
- etc.

b) les dessins d'exécution (tels qu'ils devraient être dans le dossier de l'ouvrage), comprenant notamment les ferrailages et, s'il y a lieu, la précontrainte,

c) etc.

■ 7.4.3.3 - Définir les objectifs

Il faut choisir le niveau de sécurité souhaitable (voir § 7.4.4 ci-après).

Une fois ceci défini, la fixation dans la structure existante sera étudiée en vue :

a) de permettre un fonctionnement correct du dispositif (et par conséquent un bon comportement du véhicule en cas de choc),

b) de ne pas mettre en péril la structure porteuse, y compris son étanchéité de protection. **Une note de calcul justificative sera pratiquement systématiquement à produire.**

c) d'assurer une continuité des divers cheminements, dont le plus important et trop souvent oublié est celui des piétons,

d) de permettre une réparation facile et rapide,

e) enfin, dégager un compromis acceptable.

■ 7.4.4 - Règles du choix du niveau de sécurité

En premier lieu, il y a le cas des "mises en conformité" techniques pour lesquelles on appliquera simplement la réglementation technique ou les prescriptions concernant les dispositifs.

Dans les autres cas, contrairement à un projet de pont où on ne dispose que de peu d'éléments statistiques sur le trafic et, évidemment, encore moins sur les accidents, le danger sur le site d'un pont existant est relativement facile à appréhender ce qui permet d'étudier et de justifier le projet sur la base de **calculs de rentabilité** économique (voir, à ce sujet, les documents spécialisés).

Dans les cas douteux ou limites, si l'on désire une confirmation du bien-fondé du choix, on pourra appliquer la méthode décrite dans le fascicule "choix du niveau d'un dispositif de retenue".

Il est aussi parfois possible d'assimiler l'ouvrage existant à un projet de pont neuf sur le même

site et de le traiter par simple application de la réglementation quand elle existe (il s'agit surtout de celle incluse dans ICTAAL).

Si les accès doivent, pour des raisons de sécurité, comporter des DR, ceux-ci doivent être poursuivis sur les ouvrages par un DR de classe au moins équivalente. Même si cela n'est pas expressément écrit dans les Instructions, c'est affaire de bon sens : l'ouvrage, dans la majorité des cas, constitue une zone à plus grand risque que les zones d'accès.

De ce qui précède on aboutira à un niveau de sécurité souhaitable. Il restera à savoir si un modèle de ce niveau pourra être mis en place. Le plus souvent on aura à arbitrer vers un compromis et même, dans quelques cas, à conclure à une impasse totale, toute amélioration de la sécurité s'avérant impossible sans modification importante de la structure, voire sa reconstruction.

■ 7.4.5 - Solutions possibles

■ 7.4.5.1 - Avertissements préliminaires

a) L'intervention d'un spécialiste ouvrage d'art est là aussi indispensable et devient même fondamentale, les répercussions sur la structure porteuse étant très importantes ; c'est à lui normalement de prendre l'étude en main ;

b) Les solutions, lorsqu'elles existent, sont difficiles à mettre en place et coûtent cher ; aussi nous conseillons de réserver ces interventions aux cas de figures où les gains en sécurité à en attendre sont évidents.

■ 7.4.5.2 - Possibilités géométriques

Avant d'engager toutes études approfondies sur l'implantation d'une barrière H2-H3 sur un pont existant, on procédera à une analyse rapide du profil en travers pour savoir si une solution est à tout le moins envisageable.

En effet, l'implantation d'une barrière implique la prise en compte :

a) de l'encombrement du dispositif de retenue.

b) de l'effet de paroi.

On ne peut admettre de faire circuler les véhicules au ras d'un dispositif de retenue sans encourir une réduction des largeurs efficaces des voies de circulation qui se ferait alors au détriment de la sécurité. Le gain d'amélioration de la sécurité serait alors annulé.

Cet effet de paroi est au minimum de 0.5 m. Dans certaines configurations de circulation urbaine, il peut être réduit, très exceptionnellement, et après décision du Maître d'Ouvrage, à 0.3 m.

Une largeur de 0.75 m sur les voies rapides est préférable.

c) de la possibilité de fonctionnement du dispositif.

Ces largeurs de fonctionnement sont rappelées dans le tableau de la *figure 41*.

d) de la présence d'une piste piéton que l'on doit maintenir.

En fonction de ces données, on pourra examiner la solution technique adaptée à cette géométrie.

On trouvera, dans le guide du projeteur, des exemples de profil en travers avec les modèles de barrières les plus couramment rencontrés que l'on pourra adapter à son cas particulier.

■ 7.4.5.3 - Les solutions types

En supposant que les possibilités géométriques d'implantation existent, voici les principales solutions de mise en place de ces modèles sur une structure existante.

1 - Planter sur l'ouvrage et sur les accès immédiats la barrière normale BHO ou BN5

L'ancrage de la barrière BHO ou BN5 se fera par l'intermédiaire de support soudé sur une platine (Cf. § 3.3.5) liée à la structure par des vis ou des tiges filetées.

Deux possibilités selon la longueur de l'ouvrage.

a) l'ouvrage a une longueur supérieure à 30 m.

Ceci permet l'implantation de la solution par longrine non ancrée telle que décrite en annexe E. En effet, **la longueur minimale de la longrine doit obligatoirement être de 30 m.**

L'implantation doit être conforme aux dispositions décrites sur les dessins de l'annexe E.

b) l'ouvrage n'a pas une longueur de 30 m ou ne permet pas l'implantation d'une longrine

On étudiera alors une solution d'ancrage par tiges filetées scellées dans des trous forés (Cf. *Figure 75*).

2 - Couler en place une barrière GBA

C'est une solution très intéressante car elle limite l'importance des travaux d'aménagement sur l'ouvrage.

3 - Fixer une BN4 (ou similaire)

C'est la solution qui donne le minimum d'encombrement. Son ancrage dans la structure doit être fait selon la disposition de l'ancrage P tel que défini dans l'annexe D.

4 - Autres cas

Il existe quelques autres solutions comme l'installation d'une BN2 sur un pont existant. La plupart de ces solutions nécessitent des reprises de structure tellement importantes que l'on peut considérer le gain de sécurité apporté par rapport à l'investissement comme disproportionné. Cela ne peut se concevoir que parce que l'on souhaite privilégier d'autres aspects positifs de cette installation et dans un cadre plus général de remise à niveau d'un ouvrage.

Dans tous les cas de figures, y compris la GBA, une étude des conséquences sur la structure est à faire. L'étude considérera plus particulièrement les efforts supplémentaires à reprendre par la structure : charge permanente et efforts développés lors d'un choc, selon les critères définis au § 5.4.2.2.4.

■ 7.4.6 - Amélioration de l'efficacité des barrières BN4

Il est possible de passer du niveau H2 des barrières BN4 au niveau H3 en conservant l'ancrage (après une remise en état éventuelle conformément aux conseils du § 7.3.3), le support et la lisse inférieure. Le changement de la lisse supérieure et moyenne permet de passer en BN4-16. Le coût de ces travaux est modeste au regard de l'amélioration du niveau de sécurité obtenue. Cf. Fig 76.

■ 7.4.7 - Conclusions

L'examen des conséquences du recours à une barrière PL sur un ouvrage (y compris les murs de soutènement) doit être fait très en amont des études afin d'éviter toute improvisation sur chantier ou de créer des zones dangereuses ultérieurement.

Le coût de ces mises en œuvre est toujours important et très souvent sous-évalué. Sommairement, on peut estimer que cela revient à doubler, au moins, le coût fourniture et pose du même dispositif sur un ouvrage neuf.

L'amélioration de la sécurité sur les ponts en service est une opération particulièrement délicate et complexe. Elle touche à des domaines inhabituels aux spécialistes de la sécurité en section courante qui sont pourtant souvent à l'origine de l'idée. Aussi doivent-ils s'entourer du maximum de conseils dès le stade de la conception, et sous-traiter l'étude à un spécialiste des structures.

On aura parfois à arbitrer entre plusieurs exigences ; la solution définitive n'est pas toujours la meilleure du seul point de vue de la sécurité, mais c'est celle qui globalement (techniquement, sous tous ses aspects, et économiquement) est la meilleure, voire seulement la moins mauvaise.

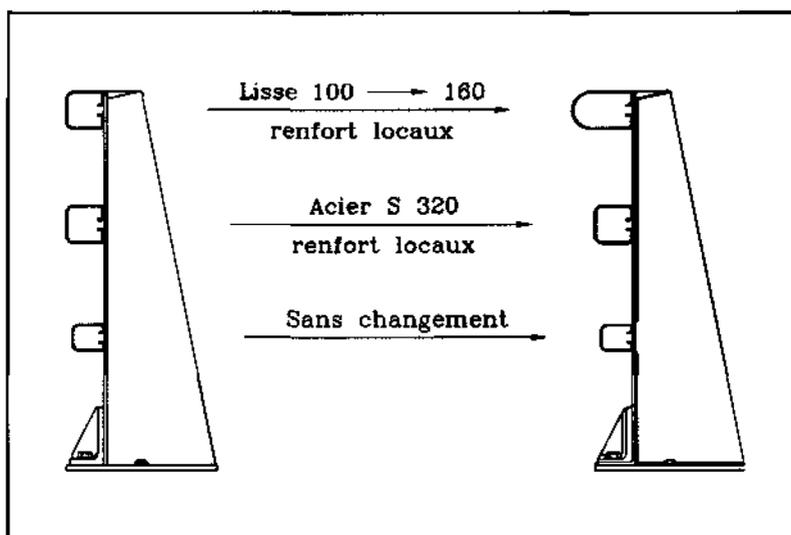


Figure 76
Transformation d'une BN4 en une BN4-16

AIDE À LA RÉDACTION DES PIÈCES DU MARCHÉ

■ 8.1 - CCTP ET AUTRES PIÈCES DE MARCHÉ

Les produits étant largement décrits dans des normes ou des annexes techniques à des circulaires d'homologation et les dispositions du profil en travers une prérogative du Maître d'œuvre, sinon d'Ouvrage, les éléments qui sont à introduire dans les documents du marché sont relativement limités. Sans prétendre à l'exhaustivité, nous citerons les suivants :

- Choix du modèle de barrière et si une possibilité de variante est admise ou non, en référence aux normes ou aux circulaires d'homologation (à citer) ;
- Adaptation éventuelle au trafic piéton et/ou type d'habillage ;
- Aménagement des abouts et liaison avec le DR de la section courante. Calage du joint éventuel ;
- Ancrage dans la structure et définition des efforts selon les indications du § 5.4.2 ;
- Dérogation aux DCC de 79 pour calculer la structure à l'État Limite de Service et non à l'État Limite Ultime (§ 5.4.3.3) ;
- Fourniture des calculs justificatifs et des dessins d'exécution des ouvrages selon le texte du § 6.2.1 ;
- Définition de point d'arrêt à la mise en œuvre ;
- Notice d'entretien et d'intervention en réparation à fournir.

■ 8.2 - ATELIERS DE SERRURERIE

■ 8.2.1 - Présentation

Les ateliers cités ci-après :

- connaissent les normes et le présent fascicule,
- ont en stock les constituants courants nécessaires à la réalisation des modèles standards,
- connaissent les divers problèmes de fabrication et de pose de ces modèles.

Ils sont donc théoriquement à même de fournir une offre tenant compte des diverses sujétions.

Mais ceci ne veut absolument pas dire:

- que toutes leurs réalisations soient à l'abri de tout reproche : le contrôle reste indispensable. Sur cet aspect "qualité de fabrication et de pose", certains ont mis en place des systèmes qualité performants et efficaces, d'autres n'en sont encore qu'aux balbutiements!
- qu'ils soient les seuls à pouvoir fabriquer des barrières.

■ 8.2.2 - Liste des ateliers de serrurerie

AVERTISSEMENTS

- a) Ceci n'est pas une liste d'homologation,
- b) Elle n'est pas limitative,
- c) Elle est donnée par ordre alphabétique et est établie à la date de publication du présent guide.

<i>Nom</i>	<i>Adresse</i>	<i>Téléphone</i>	<i>Télécopie</i>
AVD	ZI de villette d'anthon BP 13 38280 - VILLETTE D'ANTHON	04.72.02.27.97	04.72.02.43.71
ÉQUIPEMENT ROUTIER (SLER)	Parc d'activités "les cèdres bleus" Niévroz - BP 69 01123 - MONTLUEL CEDEX	04.72.25.28.88	04.72.25.28.90
LPC-SOGAM	BP 72 03500 - ST POURCAIN/ SIOULE	05.65.33.13.94	05.65.33.14.98
ROUSSEAU	Coat An Doc'h BP 33 22170 - LANRODEC	02.96.32.68.68	02.96.32.68.60

BIBLIOGRAPHIE

- Ouvrages de soutènement : MUR 73 - Dossier pilote - SETRA/CTOA -1988 (Réf : F 8856)
- Texsol : ouvrages de soutènement - Guide Technique - SETRA/CTOA-LCPC -1990 (Réf : F 9025)
- Ouvrages en Terre Armée : recommandations et règles de l'Art - SETRA/CTOA-LCPC -1979 (Réf : F 7910)
- Ouvrages de soutènement - Guide de conception générale - SETRA/CTOA - 12/98 (Réf : F 9849)
- Surveillance et entretien des ouvrages d'art - Fascicule 21 : équipements des ouvrages - DRCR - 1983 (F 80097)
- Visite des équipements des ponts - Guide Technique - DRCR - 1983
- Choix et application des produits de réparation et de protection des ouvrages en béton - Guide technique - SETRA/CTOA-LCPC -08/1996 (Réf : F 9613)
- Note d'information SETRA/CTOA N° 22 : Remise en état des douilles d'ancrage de barrière BN4 ou similaire (3/1998)

Normes

XP P 98.405	Barrières de sécurité routières	Garde-corps pour ponts et ouvrages de génie civil
NF P 98.409	Barrières de sécurité routières	Critères de performance, de classification et de qualification
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 98.420	Barrières de sécurité routières	Barrière de sécurité en acier BHO
XP P 98.421	Barrières de sécurité routières	Barrière de sécurité en acier BN4
XP P 98.422	Barrières de sécurité routières	Barrières de sécurité en béton armé et en métal BN1-2
XP 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)
NF EN ISO 1461 (A 91.121)	Revêtements par galvanisation à chaud sur produits finis ferreux	Spécifications et méthodes d'essai
NF EN ISO 14713 (A 91.130)	Protection contre la corrosion du fer et de l'acier dans les constructions	Revêtements de zinc et d'aluminium. Lignes directrices
NF P 98.302	Chaussée	Bordures et caniveaux préfabriqués en béton
XP P 18.305	Béton	Béton prêt à l'emploi

C 88-49 du 9 Mai 1988 relative à l'agrément et aux conditions d'emploi des dispositifs de retenue des véhicules contre les sorties accidentelles de chaussées et l'Instruction Technique qui l'accompagne.

Arrêté du 3-5-78 relatif aux conditions générales d'homologation des équipements routiers de signalisation, de sécurité et d'exploitation (Texte 159-0/JO 27.06.78/708(78/26).

ANNEXE A

**AUTRES MODÈLES DE BARRIÈRES
DE NIVEAU H**

A.1 - La barrière légère en alliage d'aluminium

C'est l'exemple type de l'erreur de "marketing". Ce dispositif devait correspondre à un créneau technique et économique entre les barrières modèle GS les barrières BN4 ou équivalentes alors onéreuses. Malheureusement, le choix de l'aluminium (matériau coûteux), face à un développement des barrières normales et à une chute de leur prix du fait de l'industrialisation de la fabrication, a rendu ce produit non compétitif pour le niveau de sécurité qu'il apportait : retenue d'un petit camion de 5 t. Son poids est de l'ordre de 25 kg/m (version 3 lisses).

Les ouvrages équipés sont simplement entretenus³⁹ mais il n'existe plus aucune implantation.

Pour toutes informations sur ce modèle de barrière consulter les gestionnaires de ce document.



Figure A.1
La barrière légère
en alliage d'aluminium
(Version avec main courante)

A.2 - La Barrière Provence B

Ce modèle a été mis au point par la Société Équipement Routier en liaison avec la DDE 13.

Elle est constituée par des supports implantés tous les 1,1 m constitués de deux âmes verticales en tôle de 14 mm soudées sur une platine de 270 x 210 x 20 mm. Sur ces supports, trois lisses (100 x 100 x 4 et deux 85 x 70 x 3) sont fixées.



Figure A.2
La barrière Provence B

³⁹. Avec difficultés car il a fallu reconstituer les filières et les moules parfois disparus. Par ailleurs le filage de quelques mètres de lisses est très coûteux (Cf. "garde-corps" article 3.3.2).

Un essai en niveau H2 financé par la Direction Dle de l'Équipement des Bouches du Rhône a permis de noter que si le comportement était satisfaisant, on observait un léger vrillage de la tête des supports et une flèche notable de la lisse supérieure (0,6 m). Ceci conduit à penser que le dispositif est à la limite de sa capacité de retenue en niveau H2. Comme son prix est peu différent par rapport à celui de la BN4, son intérêt en a été très vite réduit.

L'implantation des supports tous les 1,1 m constituait son principal avantage en répartissant mieux les efforts en bord d'encorbellement et en constituant une sorte d'ancrage linéaire.

Son poids est de l'ordre de 70 kg/m.

Son emploi a été limité à un seul département et les ouvrages équipés sont simplement entretenus mais il n'existe plus aucune implantation nouvelle.

Pour toutes informations sur ce modèle de barrière consulter la société Equipement Routier⁴⁰.

A.3 - La barrière dite "Escota"

Ce modèle avait été développé en Italie sur un brevet datant de 1967, maintenant dans le domaine public.

La barrière est constituée par une barrière GS de profil A ou B placée à une hauteur de 0.5 m et appuyée, par l'intermédiaire d'un écarteur métallique, sur une poutre composée de deux IPE 180 horizontaux fixés sur des supports IPE 80 (légèrement inclinés vers la chaussée) tous les 2 m. Son poids est de l'ordre de 60 kg/m.

Les essais faits à l'époque conduiraient à classer ce dispositif au plus en niveau H1. Conscients de ce niveau d'efficacité insuffisant par rapport au trafic empruntant leurs voies et suite à des constatations lors d'accidents, les Maîtres d'Ouvrages ayant ce modèle de barrière sur leurs ponts ont fait procéder, sur site (ce qui constitue, à notre connaissance, le seul cas en France), à des essais qui ont confirmé que la performance de retenue n'était pas H2. Devant ce résultat, une étude de renforcement a été faite complétée par un essai dynamique en niveau H2. Un programme de remise à niveau du parc a été fait sur la base de ces études.

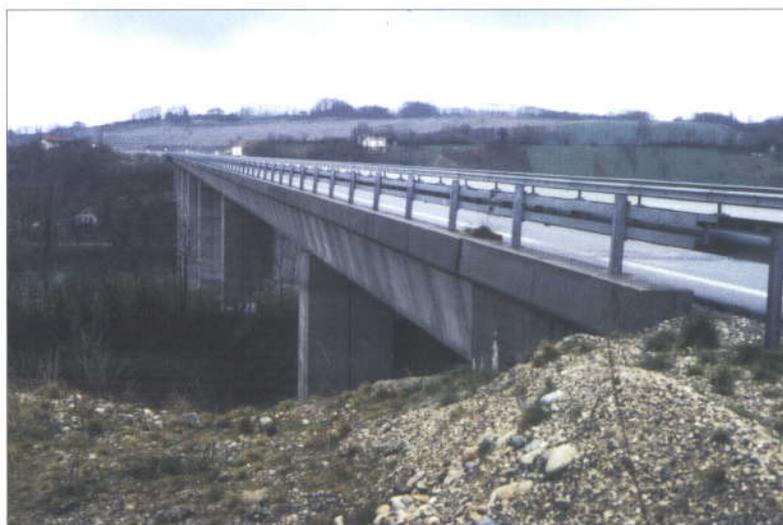


Figure A.3
La barrière
"Escota"

40. Cf. § 8.2.2.

Cependant son emploi (même renforcée) reste déconseillé.

L'implantation des supports relativement peu résistants tous les 2 m constituait son principal avantage en répartissant mieux les efforts permettant ainsi d'avoir des encorbellements moins ferrillés.

Pour toutes informations sur ce modèle de barrière consulter les gestionnaires de ce document.

A.4 - Barrière normale en alliage d'aluminium

Il s'agit d'une copie de la BN4 mais en alliage d'aluminium en utilisant des lisses similaires à celles de la barrière légère citée ci-dessus (mais non identiques car très légèrement renforcées bien que leur pose sur la barrière légère soit possible)⁴¹.

Les essais ont été très satisfaisants malgré des conditions de chocs de 25 % supérieures aux conditions normalisées.

Son développement, voulu par les promoteurs de l'alliage d'aluminium, n'a cependant pas été à la hauteur des espoirs. Malgré ses avantages : poids (45 kg/m), esthétique, faible coût d'entretien (du fait de la bonne tenue à la corrosion de l'alliage), efficacité, etc., son coût à l'investissement a rebuté de nombreux Maîtres d'Œuvre et un seul ouvrage, à notre connaissance, a été équipé à la satisfaction du service gestionnaire malgré les problèmes de réapprovisionnement des pièces après un accident (Cf. § A1 ci-dessus et le Fascicule "Garde-corps", § 3.3.2).

Pour toutes informations sur ce modèle de barrière consulter les gestionnaires de ce document.

A.5 - Barrière Sécuribel®

Il s'agit d'un écran acoustique jouant le rôle de barrière de niveau H2. Il a été mis au point par la Société ARBEL⁴².

Cette barrière est composée de caissons modulaires, de dimensions extérieures hauteur 3 m - largeur 1,1m - épaisseur 0.2 m assemblés les uns aux autres par des boulons. Chaque caisson est formé de deux panneaux emboutis et de deux montants verticaux intégrés au caisson et formant poteau.

Malgré l'intérêt (en gain de profil en travers) que constitue le couplage d'une barrière de niveau H2 avec un écran, le développement est resté confidentiel. Le type d'écran acoustique (absorbant classique), son esthétique injustement décriée (l'amélioration par peinture donne de très bons résultats) et son caractère industriel ne semblent pas correspondre à la demande des Maîtres d'Ouvrages (et des architectes!).

Pour toutes informations sur ce modèle de barrière consulter la société Arbel.

41. L'inverse n'est pas possible!

42. ARBEL SOMENOR 194 Bld Faucherbe BP 190 59500 - DOUAI



Figure A.4
La barrière normale
en alliage d'aluminium.

Figure A.5
La barrière Securibel®



FigureA.6
Le garde corps renforcé.

A.6 - Le garde-corps renforcé

(anciennement BNBV : Barrière Normale à Barreaudage Vertical)

Ce dispositif a été mis au point à la fin des années 60 pour répondre à un objectif d'amélioration des garde-corps. C'est donc d'abord un garde-corps que l'on a voulu renforcer pour lui permettre de retenir un poids lourd. Cependant, compte tenu de l'évolution de la réglementation et de la connaissance en matière de dispositif de retenue, ce concept ne répond plus aux exigences actuelles (notamment la norme NF P 98.409 ou NF EN 1337.1 et 2). La présence du barreaudage vertical fait qu'il est impossible de respecter la spécification relative au véhicule léger (NF P 98.409) ou petit véhicule (NF EN 1337.2). L'effet de "râpe" lors d'un choc d'un véhicule léger provoque des dégâts élevés au véhicule et les décélérations subies par les occupants dépassent de beaucoup les limites fixées par les normes.

Ceci explique que **le garde-corps renforcé dit BNBV ne soit pas un dispositif de retenue homologué.**

Ce n'est donc qu'un garde-corps, certes renforcé, mais non un dispositif de retenue. Son emploi est cependant possible dans les conditions suivantes :

- en combinaison C1 (dispositif seul) uniquement en zone urbaine, sur un itinéraire à vitesse limitée à 50/60 km/h,
- en combinaison C2 (dispositif implanté derrière une barrière de sécurité de niveau N) sur les autres voiries.

Les spécifications de fabrication, les dispositions d'ancrage, les efforts transmis à la structure, les caractéristiques techniques, etc., font l'objet d'un document séparé disponible auprès du SETRA/CTOA sur simple demande. Signalons que dans ce document, les raccordements de cette barrière, en cas d'usage en combinaison C1, avec d'autres dispositifs de retenue (barrière de niveau N ou H) ne sont pas étudiés et paraissent difficiles à mettre au point.

Son coût reste proportionnellement élevé par rapport à d'autres modèles d'une efficacité au moins équivalente, notamment du fait de la complexité de sa fabrication, de l'existence de nombreuses découpes avec pertes de matière, de nombreuses soudures provoquant, au refroidissement, des déformations dont il faut tenir compte à la fabrication, etc. Enfin signalons l'apparition d'un bruit, fort désagréable, dans le cas de vent, parfois faible, sous certaines incidences. Des dispositions techniques sont alors à prévoir dans la conception de la barrière : plat profilé en tuile, en aile d'avion, plats non parallèles alternés à $+ 5^\circ/- 5^\circ$, ... (Voir le fascicule "garde-corps", § 3.5).

ANNEXE B

**GUIDE DE POSE
DES BARRIÈRES MÉTALLIQUES
MODÈLES BN4 OU SIMILAIRES**

Dans la suite du texte, quand il est écrit BN4, il faut entendre ce modèle et les barrières similaires : BN4-16 et TETRA S13-S16 ; les conseils peuvent aussi être utile pour la mise en œuvre de la Bhab.

B.1 - GÉNÉRALITÉS

La barrière normale modèle BN4 (XP P 98-421), comme les barrières similaires (BN4-16, TETRA, ...) comporte, dans sa partie en élévation au-dessus de sa longrine de fixation, des éléments métalliques dont le montage, par boulonnage, sur chantier, sont précisées dans la norme (ou les annexes techniques) du produit.

Par contre, cette barrière est liée à la structure par des boulons fixés dans une pièce d'ancrage spéciale scellée dans une partie en béton armé associée à un ferrailage spécial.

On a pu vérifier que le comportement de ce dispositif de retenue lors des essais de type ou des accidents sur des ouvrages en service, voire même lors d'opérations de contrôles par des essais statiques au vérin, dépendait de la bonne exécution du scellement de cette pièce d'ancrage.

Les difficultés de mise en œuvre semblent provenir de la différence de précision d'exécution inhérente aux deux corporations intervenant et qui n'utilisent pas les mêmes unités de mesure : le maçon qui exécute le ferrailage en attente et le bétonnage, et dont l'unité de mesure la plus familière est le centimètre (voire la paire de centimètre!), et le serrurier qui fabrique les pièces métalliques au millimètre près (voir *Figure B.1*).

Figure B.1
Mariage difficile des aciers de la corniche
et ceux de l'ancrage en attente de la BN4.



De meilleurs résultats pourraient être obtenus par une modification de la conception de l'ancrage afin de lui permettre de s'adapter aux tolérances de pose de chacun. Ceci nécessiterait des études longues et coûteuses que les crédits disponibles n'ont pas permis de lancer. Il a donc paru opportun de rédiger un "guide de pose" pour faire connaître les problèmes que l'on peut rencontrer et montrer comment ils peuvent être résolus pour la plupart.

Il précise, en outre, les limites des **MODIFICATIONS ACCEPTABLES SANS RISQUE** pour le comportement de la BN4 (ou similaire) en cas d'accident et les **MODIFICATIONS FORTEMENT DÉCONSEILLÉES** sous peine de graves conséquences.

B.2 - CONSEILS POUR L'ÉTABLISSEMENT DU PROJET DE L'OUVRAGE

B.2.1 - Nature des aciers en attente

Les aciers des structures sont couramment des aciers HA. Par contre, il est souhaitable que **LES ACIERS EN ATTENTE DE L'ANCRAGE DE LA BN4 SOIENT EN ACIER DOUX** et ce pour les raisons suivantes :

- de par leur position en attente, ces aciers sont susceptibles d'être pliés et dépliés. L'acier doux supporte mieux ces opérations ;

- en règle générale, les aciers doux permettent des rayons de courbure plus faibles que les aciers HA. Ainsi, le ferrailage des angles sera mieux assuré⁴³.
- Il a été démontré que les aciers doux ont une meilleure tenue aux sollicitations dynamiques.

Sur chantier, il ne semble pas que cette différence de nature soit correctement perçue et comprise. Cependant, cela ne constitue pas une erreur grave et on peut admettre des aciers HA à condition de prendre les précautions pour éviter les pliages/dépliage et de respecter les rayons de courbure.

B.2.2 - Conception du ferrailage de la structure

B.2.2.1 - Principe général

La conception du ferrailage de la structure doit tenir compte de celle du ferrailage pour le scellement de la pièce d'ancrage de la BN4 dans la zone des aciers en attente.

Ce dernier ne peut pas et ne doit pas être modifié, c'est au ferrailage de la structure de s'adapter.

B.2.2.2 - Description du ferrailage dans la structure

Le ferrailage proposé n'est qu'un exemple qui a eu le mérite d'avoir fait l'objet d'essais dynamiques sur des BN4 installées sur une structure construite à cet effet et représentant un bord de dalle en encorbellement. Il a donc été conçu pour ce type de structure ; par contre, il doit être adapté au cas d'autres types de structure sur la base des efforts définis dans le § 5.4.2.2.

Ce ferrailage représenté sur les figures B2 (a et b) constitue un exemple. Il est rappelé que des cadres doivent être mis en place en dehors de la zone d'ancrage pour lier les contre-corniches ou les corniches au hourdis.

Il est simple dans son principe général : une série de cadres HA 12 de 15X55 (fers ①) hors tout et espacés de 12,5 cm (c'est-à-dire 8 par mètre). Ces cadres sont jumelés à deux séries d'aciers transversaux (par rapport à l'axe de l'ouvrage) :

- une nappe inférieure en HA 12 (fers ②),
- une nappe supérieure en HA 14 (fers ③).

Le projeteur devra noter cependant que l'espacement entre cette série de cadres et les aciers transversaux qui sont liés à ces cadres n'est pas uniforme à 12,5 cm sur la longueur de l'ouvrage ; au droit de l'ancrage, il est modulé comme suit :

... 12,5 - 12,5 -15 - 7,5 - 15 -12,5 - 12,5 ...

Cette modulation de l'espacement va permettre l'insertion des cadres Ø 12 (18 x 37 mini cm) en avant ④ et des cadres arrière ⑤ de la partie centrale de l'ancrage dont l'espacement est impérativement fixé à 7,5 cm.

- Si cet espacement n'est pas respecté, la position des cadres en attente rendra difficile, sinon impossible, l'insertion de la pièce d'ancrage.

À noter aussi la difficulté d'insertion de la pièce d'ancrage si les crochets des cadres ④ en attente sont positionnés dans cette zone (voir § B.3.1 ci-après). Sur chantier, le respect de ces cotes est du domaine du possible. Les vérifications par le Maître d'œuvre ou son représentant sont rapides et aisées.

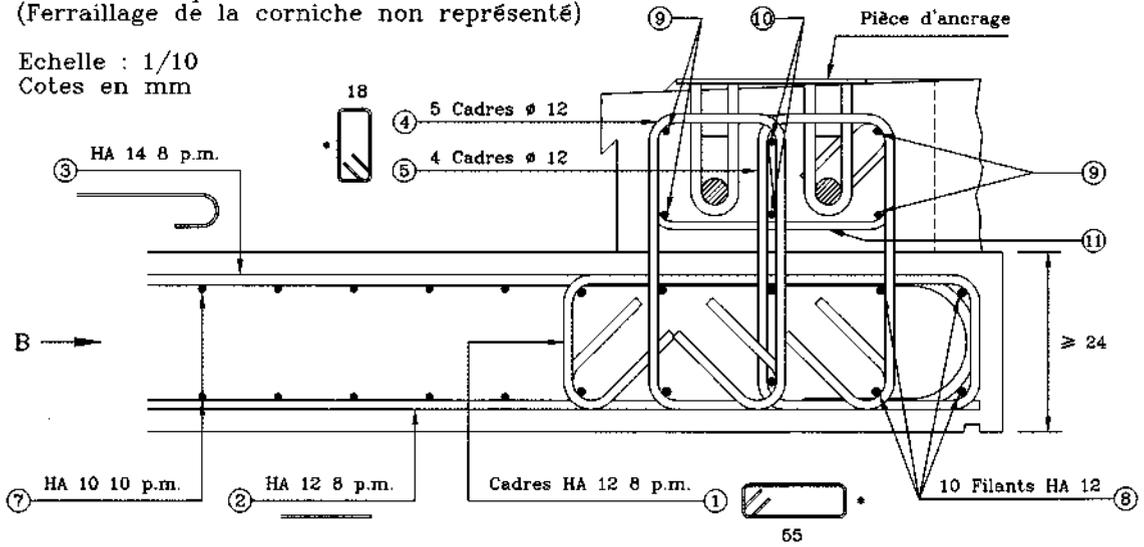
43. Il est fréquent, malheureusement, de constater, sur un chantier, un non respect des rayons de courbures des aciers HA.

Figure B.2

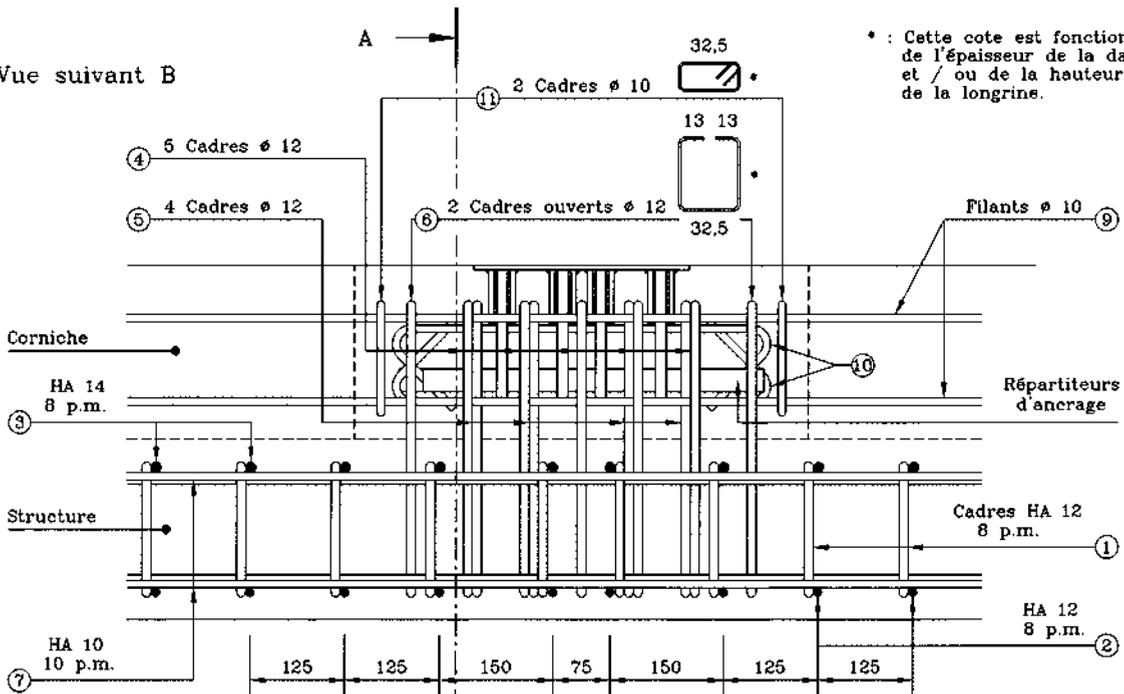
a) FERRAILLAGE POUR L'ANCRAGE DE LA BARRIÈRE BN4
CAS D'UNE CORNICHE COULÉE EN PLACE

Coupe transversale A A
(Ferrailage de la corniche non représenté)

Echelle : 1/10
Cotes en mm

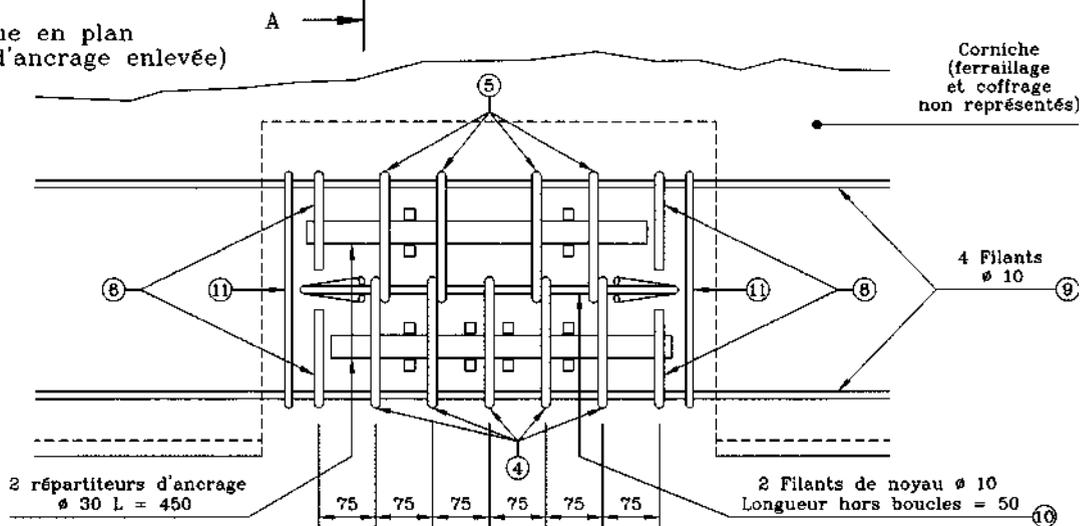


Vue suivant B



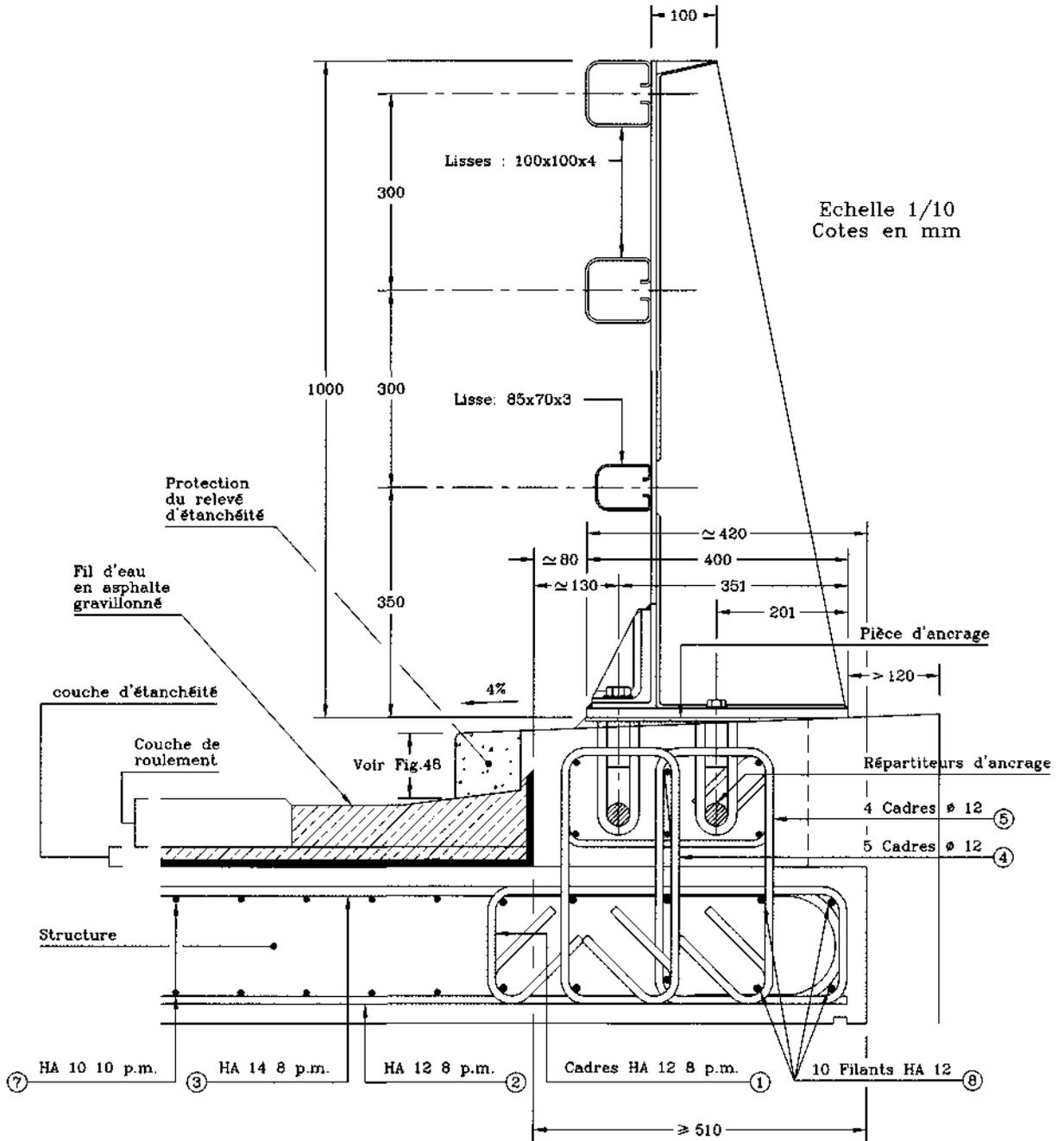
* : Cette cote est fonction de l'épaisseur de la dalle et / ou de la hauteur de la longrine.

Vue en plan
(Plaque d'ancrage enlevée)



Corniche (ferrailage et coffrage non représentés)

Figure B.3
POSITION RELATIVE DE LA BN4 ET DU BORD LIBRE



Parmi les solutions envisageables :

- Prévoir un montage du ferrailage en tenant compte des cotes nécessitées par l'ancrage, ceci à l'aide de gabarits de fixation provisoire des aciers ;
- Tenir compte des exigences respectives de la préfabrication et de la précision du ferrailage dans la zone d'ancrage en recherchant des solutions adéquates (préfabrication partielle, par exemple) ;
- Envisager une modification de l'ancrage, donc du ferrailage en attente, pour avoir des espacements réguliers. Cette dernière solution n'est pas possible dans l'immédiat (Cf. § B.1, 5^{ème} alinéa).

Figure B.4
Dans le cas de structures préfabriquées (ici ouvrage type VIPP à hourdis général), la position des aciers manque de précision. Aussi, l'introduction de la pièce d'ancrage ne sera possible que moyennant quelques adaptations plus ou moins acceptables ; d'autant que les crochets des cadres en attente sont en position haute, ce qui ne correspond pas au dessin et gênera encore plus l'insertion de la pièce d'ancrage.

Photo Société Équipement Routier.



Figure B.5
Conséquence d'un défaut de ferrailage : le répartiteur d'ancrage n'avait pas été mis faute de place dans la dalle.

B.2.2.3 - Conclusion à l'attention des projeteurs

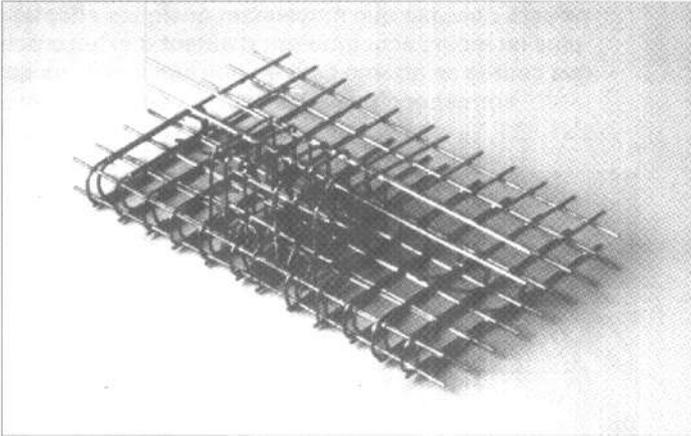
Du bon respect des cotes du ferrailage du tablier découlera une mise en œuvre facile de la pièce d'ancrage donc une efficacité certaine du dispositif de retenue.

C'est dès le stade de la conception du ferrailage que l'on facilitera le respect de ces cotes sur chantier.

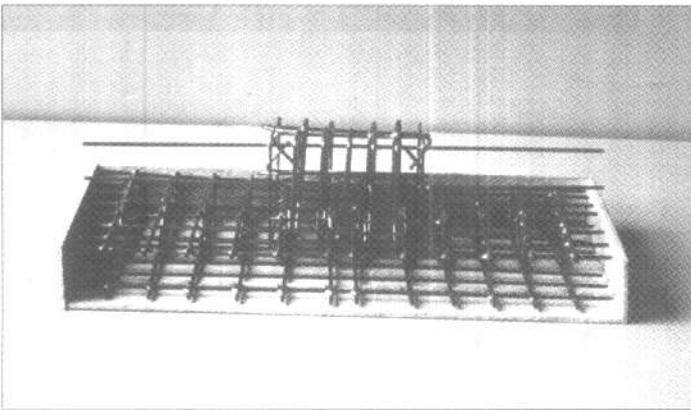
Quelles que soient les solutions, la mise en œuvre est délicate. Aussi, l'attention des Maîtres d'œuvre et des Entrepreneurs est attirée sur ce point.

Les modifications lors de la conception, ou les adaptations libres sur chantier pour faciliter la pose peuvent être, à ce niveau, graves de conséquence (voir *photo B.5*). **La soudure des aciers du ferrailage est interdite** : le comportement des aciers soudés aux sollicitations dynamiques risque d'être moins bon.

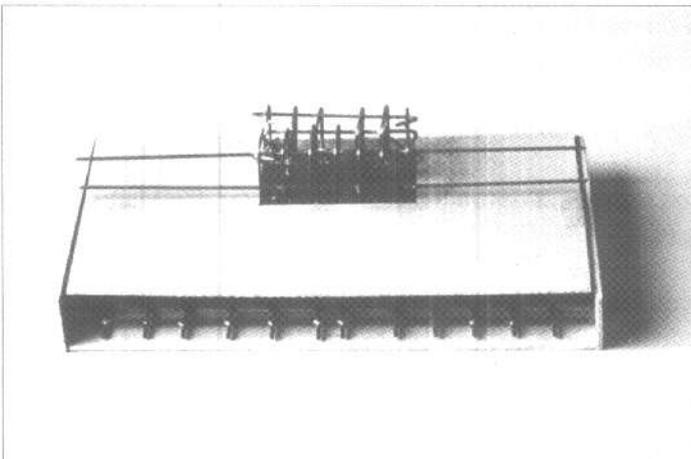
Figure B.6
LES ÉTAPES DE LA POSE AU NIVEAU DE LA STRUCTURE



a) Vue du ferrailage.



b) Coffrage.



c) Bétonnage de la dalle.

B.3 - CONSEILS POUR LA POSE DES PIÈCES D'ANCRAGE

B.3.1 - Examen du ferrailage en attente

En principe, cet examen est à faire par le Maître d'Œuvre ou son représentant avant d'autoriser le bétonnage du tablier (et non de l'ancrage de la barrière). C'est donc **UN POINT D'ARRÊT**.

On procédera à une réception des aciers en attente : nature, espacement, implantation locale et générale (longitudinale et transversale).

On évitera des poses sur des ferrailages comportant :

- 6 cadres ⑤ en avant, 7 cadres ④ en arrière, au lieu de l'inverse, comme cela a été parfois relevé ;
- un mauvais calage transversal des cadres ④ & ⑤ Ø 12 (18 x 37) se traduisant par une disposition non centrée des arceaux en fer carré de la plaque d'ancrage. Notamment si ces arceaux se trouvent décalés vers le brin vertical côté chaussée des cadres Ø 12, la capacité résistante du système est réduite ;
- le non respect du positionnement relatif exact des cadres ④ Ø 12 (18 x 37) avant par rapport aux cadres ⑤ Ø 12 (18 x 37) arrière conduisant la plupart du temps aux inconvénients cités plus haut ;
- un mauvais positionnement vertical des cadres Ø 12 ④ & ⑤, ce qui fait qu'au réglage la longueur de recouvrement entre arceaux d'ancrage et cadres Ø 12 n'est pas suffisante pour permettre la formation normale des biellettes-béton assurant le transfert de charge entre répartiteurs d'ancrage et brins verticaux des cadres Ø 12.

Les crochets des cadres ④ & ⑤ en attente doivent être positionnés dans le hourdis et non dans la partie du plot sous la platine d'ancrage. Ainsi, les crochets ne seront pas en zone tendue et ils ne gêneront pas l'insertion de la pièce d'ancrage (entre les deux douilles centrales avant de l'ancrage, l'espace de 15 mm ne permet le passage que d'un cadre Ø 12) (Cf. *Figure B.4*). Ceci a été constaté lors d'un essai où ces erreurs ont provoqué une diminution de la résistance de la zone d'ancrage⁴⁴.

Dans la mesure du possible, cette réception se fera en présence du serrurier et du maçon.

B.3.2 - Pose de la pièce d'ancrage

B.3.2.1 - Position longitudinale par rapport aux aciers en attente

La position du support de la BN4 est déterminée uniquement par celle des aciers en attente.

Elle ne doit pas dépendre d'autres motifs : par exemple, la recherche de l'esthétique conduisant à une position du support bien centré sur un joint de corniche, mais scellé à côté des aciers en attente est interdite (*Figures B 7*).

B.3.2.2 - Positions possibles en hauteur

La hauteur totale de l'ancrage tel qu'il est décrit sur la *figure 26* de la norme XP P 98.421 est de 18 cm minimum. Cette cote permet la pose dans une épaisseur de béton au moins égale à 20 cm dans cette zone.

44. Essai ONSER 311-68A du 29.9.80.

Des hauteurs supérieures à 18 cm sont par contre parfaitement possibles, mais cela implique que cela soit spécifié au moment de la signature du marché, car il faut fabriquer les pièces d'ancrage en conséquence.

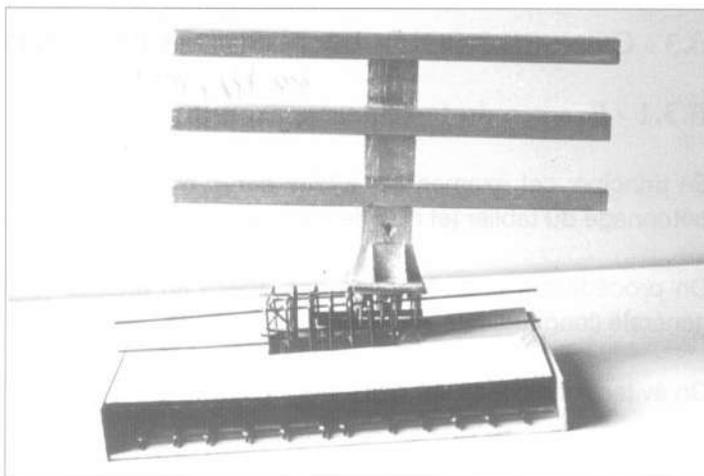


Figure B.7
DÉCONSEILLÉ
Calage de la BN4 non centré
sur les aciers en attente.

B.3.3 - Mise en place des répartiteurs d'ancrage

Ces répartiteurs (\varnothing 30, long = 45 cm) sont les clés de voûte du système d'ancrage de la barrière BN4. On ne doit pas les omettre sous prétexte que l'on a des difficultés à les introduire (Le comportement lors d'accidents est venu le rappeler : *Figure B.5*).

Il faut cependant noter que l'introduction de ces répartiteurs n'est pas toujours une opération aisée dans l'encombrement réduit de la zone d'ancrage, au milieu des aciers en attente (*Figure B.12*).

Elle reste cependant possible à condition de prendre quelques précautions qui vont être détaillées dans le § B.4 ci-après.

Quelle que soit la hauteur de l'ancrage, les répartiteurs devront toujours avoir une position telle qu'ils fassent participer les filants \varnothing 10 ⁹ ¹⁰ supérieurs. La distance minimale entre répartiteurs et brin supérieur des cadres en dessous de laquelle il paraît peu raisonnable de descendre, en l'absence d'essais, est de 12 à 15 cm (de génératrice à génératrice).

B.4 - RÉGLAGE DES PIÈCES D'ANCRAGE ET DES SUPPORTS

B.4.1 - Généralités

Une fois les pièces d'ancrage en place dans le ferrailage et les répartiteurs introduits dans ce ferrailage, l'étape suivante consiste à procéder au réglage en altitude et en alignement de l'ensemble support, lisses, pièces d'ancrage.

Plusieurs cas de figure sont possibles selon que l'on règle la pièce d'ancrage seule, indépendamment des supports (surtout pour les ouvrages courts et simples) ou la pièce d'ancrage liée au support, ce qui reste la solution préférable et qui est la configuration initialement retenue lors de la mise au point de ce dispositif.

Un autre paramètre concerne la corniche : selon qu'elle est préfabriquée ou coulée en place, les techniques de calage sont différentes.

Les principaux cas sont examinés ci-après. Ils serviront au Maître d'œuvre à apprécier la valeur de la méthode qui lui sera proposée.

B.4.2 - Les corniches sont préfabriquées

a) Avec contre-corniche

Les corniches comportent une encoche réservant la zone d'ancrage. Cette dernière est bétonnée en même temps que la contre-corniche (Figures B.10 & B.12).

Il s'agit de la solution de base.

C'est aussi la solution qui présente le moins de difficultés à la pose à condition de prévoir :

- soit la mise en place de la pièce d'ancrage et des répartiteurs avant la pose des corniches (Figure B.10),
- soit, si la pose des corniches se fait avant la pièce d'ancrage, une réservation dans la corniche plus large sur un des côtés.

Figure B.8
Schéma du coulage de l'ancrage avec une corniche préfabriquée et une contre-corniche.

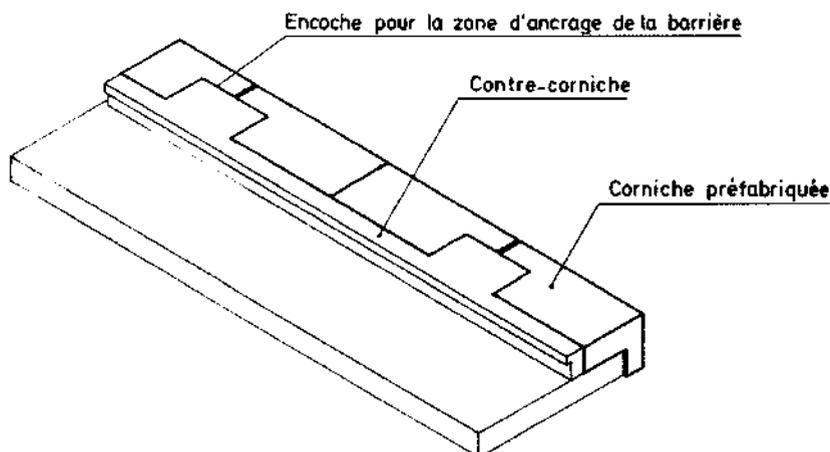
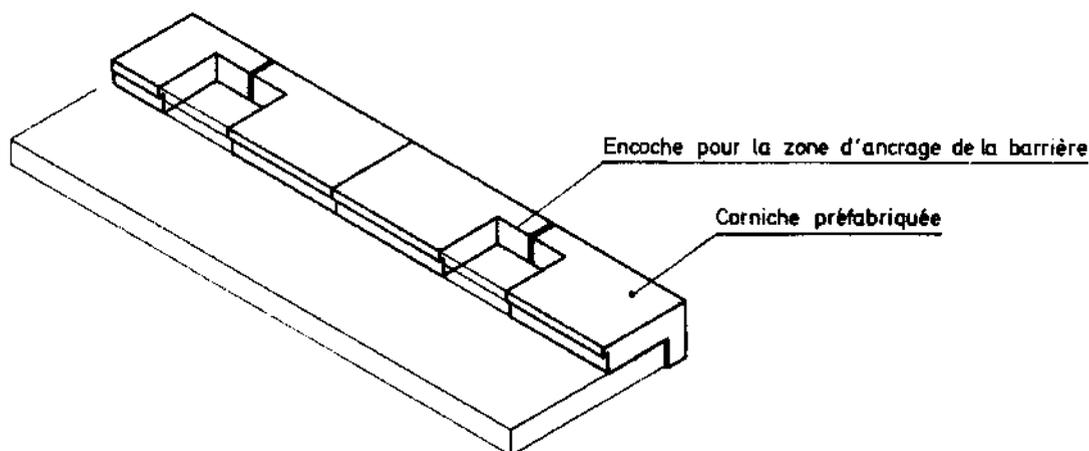


Figure B.9
Schéma du coulage de l'ancrage avec une corniche préfabriquée sans contre-corniche.



Une surlargeur de 5 à 10 cm doit permettre une mise en place aisée des répartiteurs d'ancrage (Figures B.11 et B.12).

b) Il n'y a pas de contre corniche (Figure B.9)

Il s'agit d'une disposition critiquable pour les raisons suivantes :

- absence de contre corniche permettant un relevé efficace de l'étanchéité dans une engravure ;
- absence de répartition des efforts dans la contre corniche, diminuant d'autant la rigidité de l'ensemble à la torsion ;
- encombrement d'aciers dans la zone d'ancrage : mariage difficile des cadres en attente du scellement de la barrière avec les aciers en attente de la corniche.

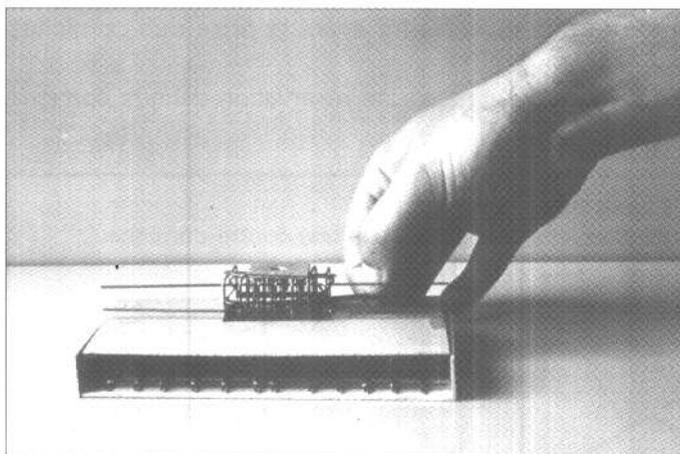


Figure B.10
Cas n° 1
Pose de la pièce d'ancrage et des répartiteurs
avant la pose des éléments de la corniche.

Figure B.11
Cas n° 2
Pose des éléments
de corniches préfabriquées ...

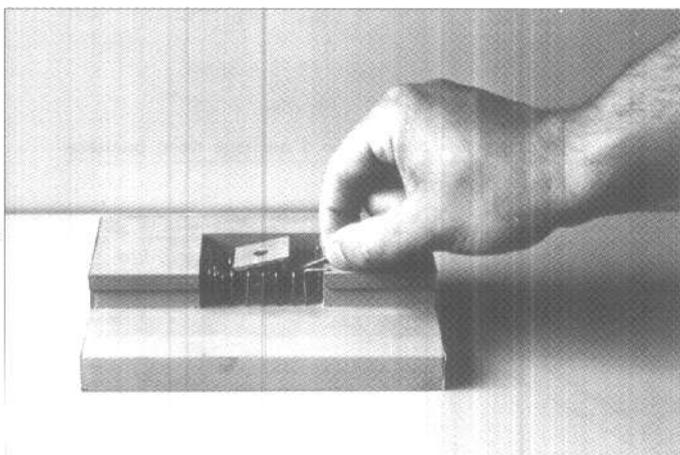
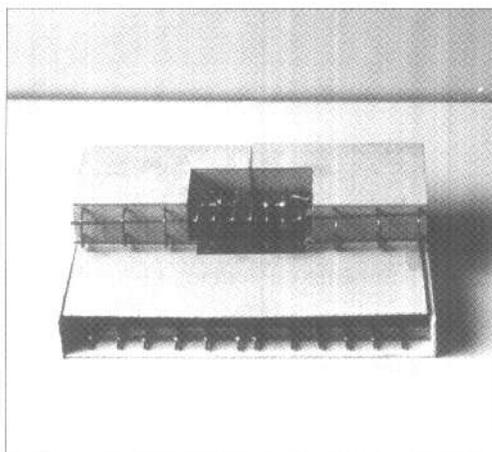


Figure B.12
... puis pose de la pièce d'ancrage
et des répartiteurs d'ancrage en prévoyant
une légère surlargeur de la réservation.

Pour la mise en place de la pièce d'ancrage et du répartiteur d'ancrage, ce qui est dit en a) s'applique également.

B.4.3 - La corniche est coulée en place

a) La zone d'ancrage est coulée en même temps que la corniche (*Figures B.13 & B.17*).

Dans cette disposition (de loin la meilleure du point de vue facilité de mise en œuvre et qualité du bétonnage) la seule difficulté sera le maintien provisoire à la bonne position des pièces d'ancrage (et, éventuellement, des supports).

b) Il est ménagé une réservation pour la zone d'ancrage de la barrière (*Figures B.14 & B.15*).

Cette disposition, variante de B4.2 a), conduit à retrouver les mêmes problèmes en y ajoutant ceux résultant de la nécessité de ménager une réservation. En particulier : comment traiter la reprise de bétonnage? Quel est l'état de la réservation après le bétonnage ? Doit-on enlever ou laisser le grillage de la reprise de bétonnage? etc.

NOTA : Les solutions de fixation de la BN4 dans des longrines ou des contre bordures indépendantes de la corniche sont, dans leur principe, à rattacher à l'une des solutions B4.3.

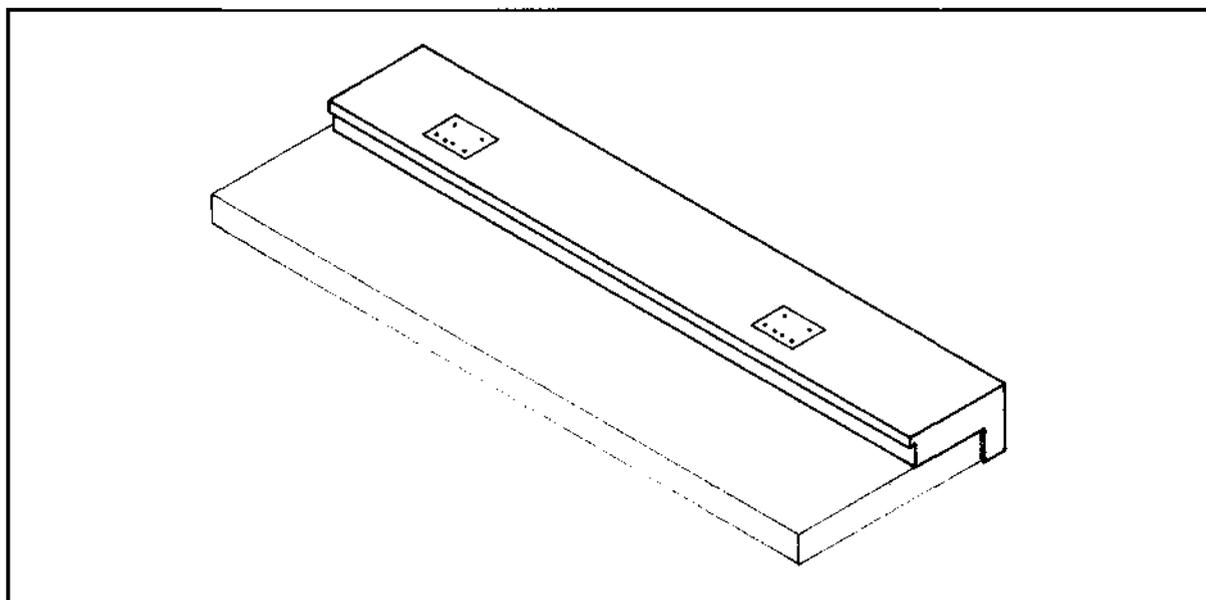


Figure B.13

Schéma de coulage de l'ancrage avec une corniche coulée en même temps que la zone d'ancrage

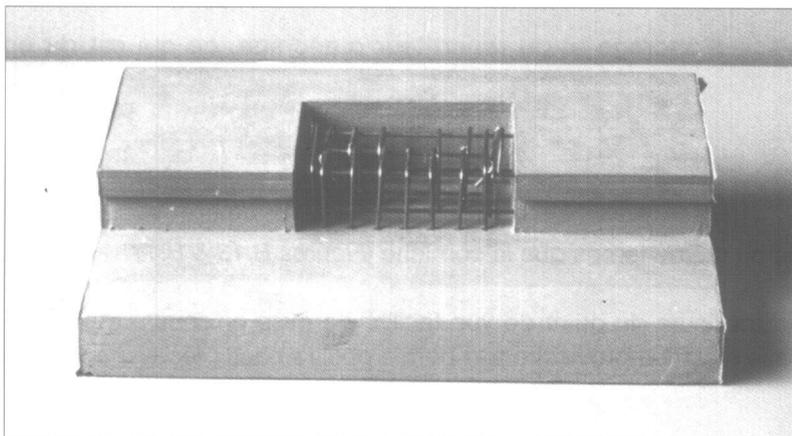


Figure B.14
Pose avec une corniche
coulée en place en ménageant
une réservation pour l'ancrage
de la barrière.

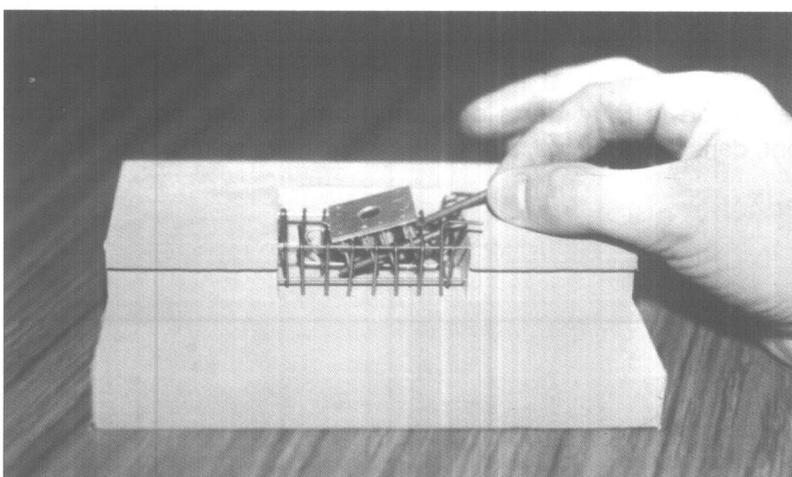


Figure B.15
Mise en place des répartiteurs
d'ancrage.

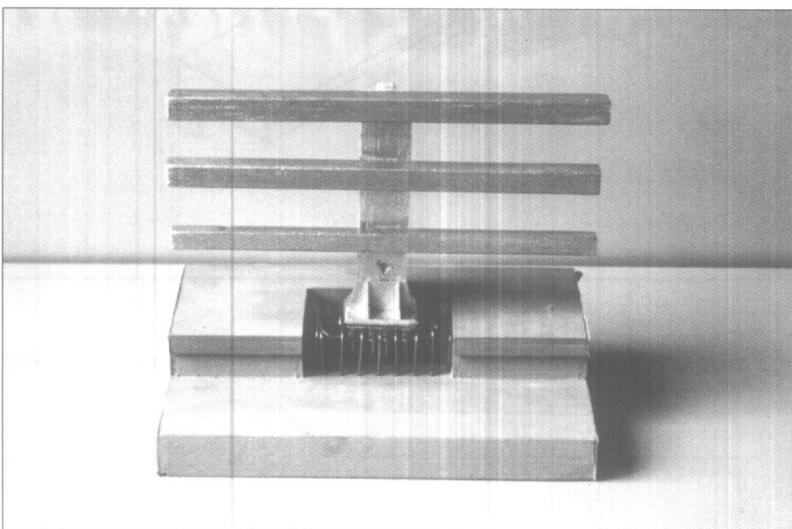


Figure B.16
Pose du support.

B.4.4 - Difficultés spécifiques aux réservations

Les réservations de petites dimensions nécessitent des volumes de béton très faibles, mis en œuvre sans un contrôle très strict après une fabrication souvent artisanale. De ce fait, la qualité de l'ancrage risque d'en souffrir.

Il est aussi important de veiller à ce qu'aucun mortier ne vienne inopinément se loger dans la réservation avec le risque de gêner la mise en place de l'ancrage et d'obliger, de toutes façons, à un nettoyage indispensable mais long et coûteux.

B.4.5- Maintien provisoire des supports

Les dispositions de maintien provisoire de la pièce d'ancrage et, éventuellement du support, sont à laisser à l'initiative du poseur. Cependant, on déconseillera les solutions risquant soit de laisser des cales en acier (galvanisées ou non) sous la platine, soit un vide, une fois le bétonnage terminé (Figure B.18).

La réalisation d'une assise correcte de la platine du support sur le béton est primordiale. Faute de cette assise, principalement dans la zone arrière du support (côté vide), **il y a déplacement du point d'application du moment d'encastrement de la barrière et donc diminution de la capacité de retenue de la BN4** (Figure B.18).

Ainsi, on préférera à la cornière sous toute la platine, un système tel que celui de la *figure B.19*.

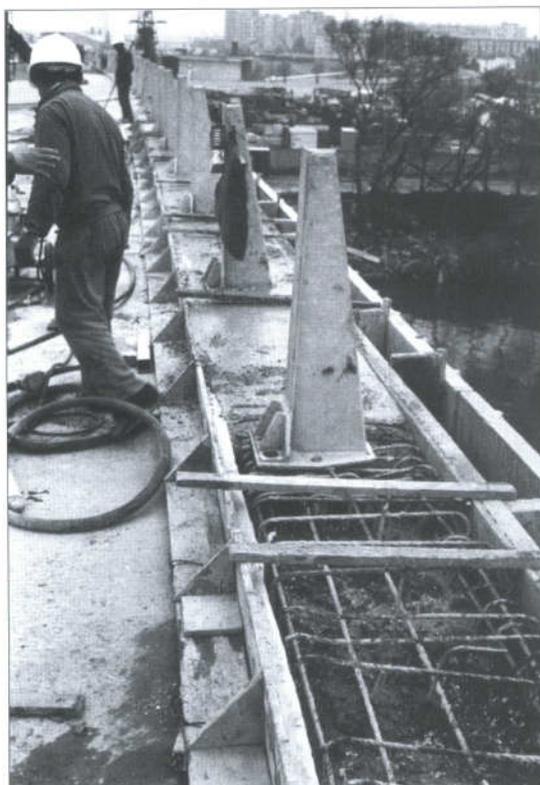


Figure B.17
Bétonnage sans réservation de la corniche
et de la zone d'ancrage de la barrière de la dalle.

À noter la mise en œuvre du support lié à la pièce d'ancrage qui assurera une bonne assise du support.

Il est possible d'utiliser, provisoirement, les vis de fixation du support sur la pièce d'ancrage pour fixer des dispositifs qui serviront à s'appuyer sur le coffrage adjacent.

L'alignement des supports sera fait à l'oeil et au cordeau.

B.4.6 - Maintien provisoire des pièces d'ancrage

(quand elles sont posées seules, ce qui ne constitue pas une solution conseillée)

La pose des pièces d'ancrage indépendamment des supports est possible mais plus délicate si l'on veut un alignement et un positionnement corrects des supports de la barrière.

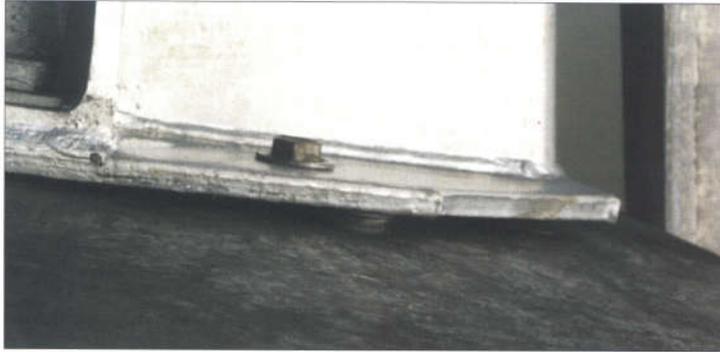


Photo D. Poineau

Figure B.18

INTERDIT

Le vide sous platine d'une valeur supérieure à 10 mm doit être repris par un calage au mortier de calage inscrit à la marque NF dans cette catégorie.

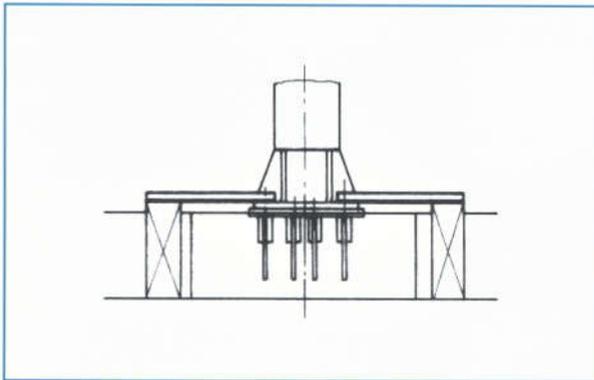


Figure B.19

Maintien provisoire pour éviter un calage sous la platine.

Les ancrages peuvent être fixés sous des profilés en L filants au moyen de quatre boulons d'angle (2 \varnothing 22 et 2 \varnothing 16). Le réglage en alignement et en horizontalité est ainsi facilité et l'ancrage bien tenu laisse son orifice \varnothing 75 disponible pour la vibration.

Veiller :

- à la bonne position de l'ancrage avec quatre trous à l'avant et deux trous à l'arrière (et non l'inverse) ;
- au bon alignement et à l'horizontalité (inférieure à 1 mm sur la surface) ;
- à la protection des douilles d'ancrage contre la pénétration de laitance (remplissage par graisse et/ou bouchons).

On évitera les soudures sauf ponctuelles et de "pointage" pour un maintien provisoire.

B.5 - BÉTONNAGE

B.5.1 - Qualité du béton

Le béton de scellement de la BN4 n'est pas un mortier de calage ou un béton de scellement de poteau de garde-corps.

C'est un béton de structure et il doit en avoir toutes les qualités.

Celui-ci sera "fabriqué, transporté et mis en œuvre dans les mêmes conditions que le béton de la structure".

Cela signifie que les articles du CCTP de l'ouvrage concernant les bétons sont applicables *ipso facto* au béton de scellement de la BN4.

On pourra cependant tolérer après épreuve de convenance, éventuellement, une formulation en granulats adaptée à la densité de ferrailage dans cette zone.

Notons aussi que le diamètre des aiguilles vibrantes doit être adapté aux dimensions du ferrailage. À priori des diamètres de 5 à 6 cm sont conseillés.

B.5.2 - Contrôle du bon bétonnage

L'assise de la platine sur le béton doit être parfait. Il convient donc :

a) Soit de contrôler sa bonne exécution par un sondage au marteau sur un échantillonnage serré (1 support sur 10 par exemple) des pièces d'ancrage. Pour ce faire, le support est démonté et on examine si le béton a bien remonté par le trou Ø 75 de la platine d'ancrage.

En cas de défaut sur un support, tous les supports sont à examiner et éventuellement repris par injection ou recalage .

b) Soit d'exiger :

- un coulage d'un mortier de calage à la marque NF pour cette opération entre la platine et le béton, sur une épaisseur supérieure à 1 cm,
- une réception de la planéité de la platine d'ancrage dans le cas, et seulement dans ce cas, où la platine est posée et bétonnée indépendamment du support (dans le cas d'une pose du support fixé sur la pièce d'ancrage, le serrage platine-support permet d'obtenir un bon contact des deux surfaces).⁴⁵



Figure B.20
Coffrage pour coulage d'un mortier de calage sous un support.

On exigera une tolérance de planéité inférieure à 1 mm sur la surface (Cf. XP P 98.421, *figure 26*).

⁴⁵. Vérifier cependant l'assise correcte de l'arrière du support (Cf. Fig B.18).

B.6 - CAS PARTICULIER DES OUVRAGES BIAIS ET/OU À DÉVERS

L'insertion de la pièce d'ancrage dans le ferrailage en attente se fait avec une tolérance très faible mais qui reste suffisante pour des ouvrages droits ou à biais faible.

Dans le cas d'ouvrages à biais prononcé, il peut arriver, mais ce n'est pas toujours le cas (en particulier si l'ouvrage est précontraint ou s'il est en béton armé à plusieurs travées pour les ponts très biais), que le ferrailage fasse un angle avec le bord libre. Les cadres en attente devront s'insérer dans le ferrailage de la structure pour permettre au support de la BN4 d'être implanté correctement, car la possibilité de rotation est de $\pm 4^\circ$ autour d'un axe vertical.

L'autre point concerne les ouvrages comportant un dévers. La norme XP P 98-421 (Art 5.4) impose des supports verticaux. Ceci parce que c'est une règle générale et que la verticalité se mesure facilement au fil à plomb!

Il ne paraît pas nécessaire de modifier cette position sauf circonstances particulières, mais il faut savoir que cela présente des difficultés au montage à savoir :

- difficultés d'insertion des pièces d'ancrage dans les cadres en attente,
- nécessité d'un plot de calage sous les platines,
- diminution de la tolérance pour l'alignement horizontal des lisses.

Les cas où il paraît possible d'accepter une perpendicularité au rampant seraient ceux, par exemple, d'ouvrages très déversés mais sans point de vue d'observateurs extérieurs ou d'ouvrages en dos d'âne peu prononcé.

Dans ce cas, il est alors conseillé de prévoir des cadres $\emptyset 12$ ④ & ⑤ en attente, de hauteur variable compte tenu du dévers et/ou de la pente longitudinale.

B.7 - ÉTANCHÉITÉ AUTOUR DE LA VISSERIE

Pour améliorer l'étanchéité dans la zone des vis, il est conseillé de prévoir un dispositif d'étanchéité de type Comprigum®, ou similaire. Cf. Fascicule "garde-corps", page 37.

B.8 - RÉCEPTION

En cours ou à la fin du chantier, le Maître d'Œuvre ou son représentant doit procéder à la réception de cet équipement ou de certaines de ses parties.

On trouvera ci-après une liste non limitative des points à vérifier.

B.8.1 - Ferrailage

● 5 cadres étroits Ø 12 ④ côté tablier.	Nature, implantation, position du crochet en partie basse, etc.
● 4 cadres étroits Ø 12 ⑤ côté corniche	
● 2 cadres larges Ø 12 ⑥	
● Aciers filants : présence, nombre, position, etc.	

NOTA : Le chiffre dans un cercle fait référence à la nomenclature de la figure B2.

B.8.2 - Pièce d'ancrage

- contrôle de la position et du réglage en niveau et en plan,
- contrôle de son calage provisoire pour un bon bétonnage,
- contrôle de la planéité de la plaque d'ancrage,
- contrôle de la présence et de la stabilité des deux répartiteurs d'ancrage

B.8.3 - Réglage des supports

Réglage en verticalité et en alignement.



Figure B.21
Attention à l'absence de certaines vis, ou d'écrou.

B.8.4 - Bétonnage de la zone d'ancrage

- qualité du béton ;
- remplissage correct sous la platine d'ancrage (éventuellement reprise par mortier de calage).

B.8.5 - Qualité des éléments de la barrière

- protection anticorrosion (épaisseur de la galvanisation, absence de blessures, teinte uniforme, ...) ;
- contrôle des boulons fusibles (qualité de l'acier sur les documents qualité du fournisseur, diamètre, congé, ...) ;
- contrôle des soudures,
- présence de toute la visserie complète (*Figure B.21*).

B.8.6 - Serrage

Le couple de serrage est, dans les conditions fixées par la norme XP P 98.421 (art 5.4), de :

- 150 Nm pour les 4 vis avant de la fixation,
- 50 Nm pour les 2 vis arrière de la fixation.

B.8.7 - Essai

Dans le cas de doute sur la qualité d'exécution d'un ferrailage d'ancrage, il est possible de faire des essais de réception par poussée statique au vérin sur un support (Cf. § 6.2.3 et *Fig 67*) suivant un protocole bien précis pour en faciliter l'interprétation et conduire à l'acceptation ou non.

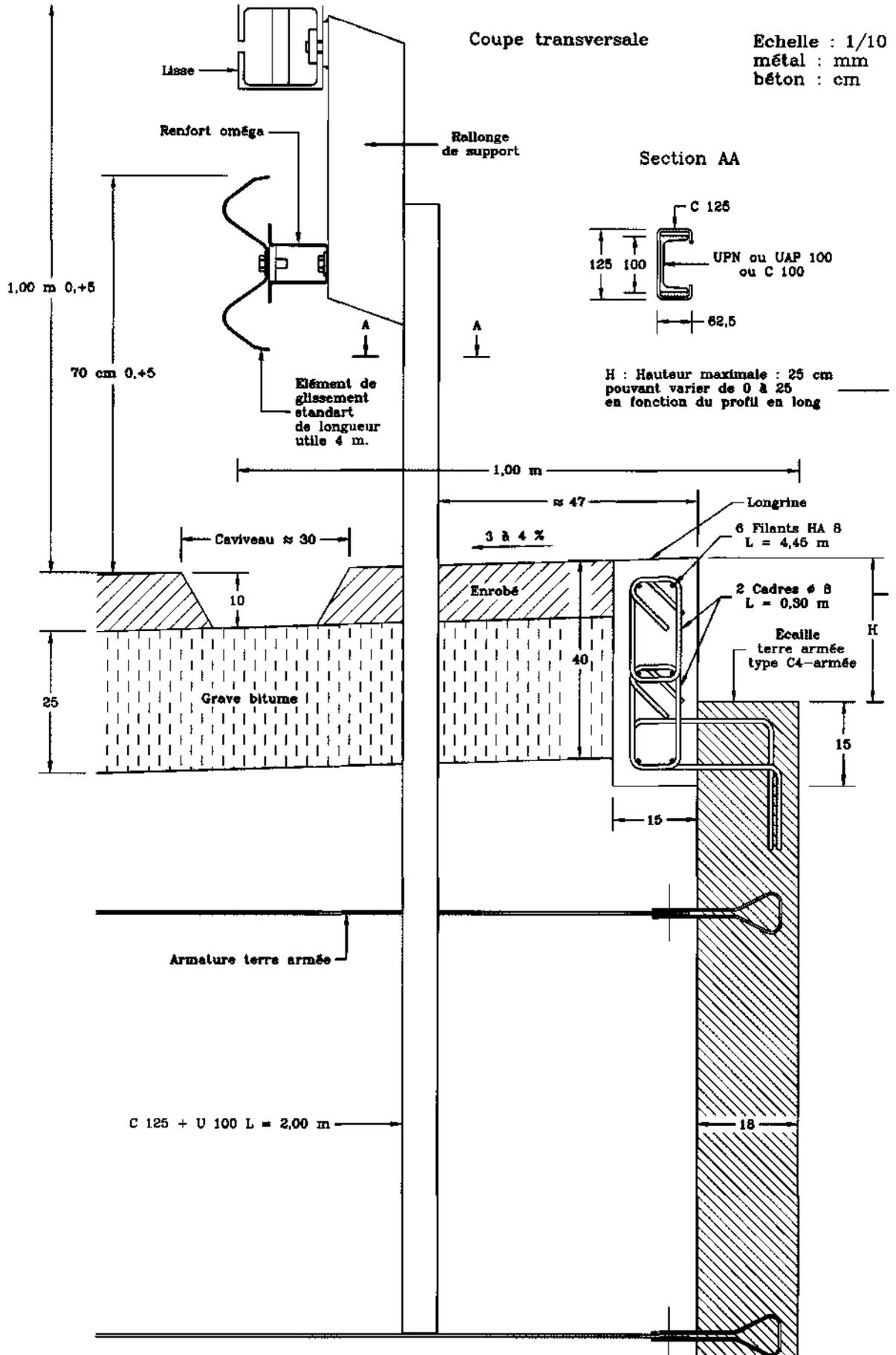
ANNEXE C

**IMPLANTATION DE BARRIÈRES H2-H3
SUR DES MURS DE TYPE A**

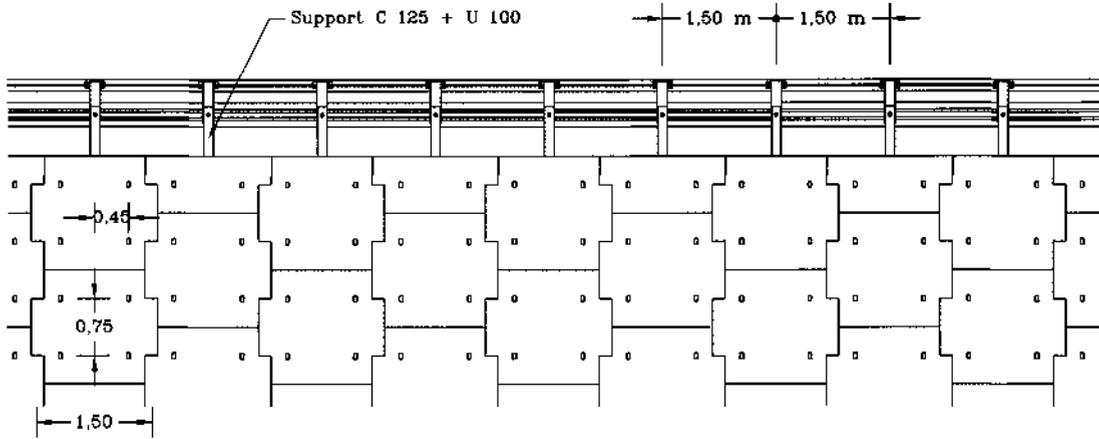
(TERRE ARMÉE, ...)

SOLUTION DE BHO EN CRÊTE D'UN MUR EN TERRE ARMÉE

La disposition présentée permet l'accrochage d'une corniche en tête du mur. Pour le détail de cette implantation, on se reportera aux documents spécialisés (guide GC "Corniches" ou "les ouvrages en Terre Armée").



Élévation arrière



NOTA : La longrine est coulée en place en éléments de 4,50 m de long avec des joints secs, pour pouvoir suivre les mouvements du mur.

Echelle : 1/100
Cotes en m

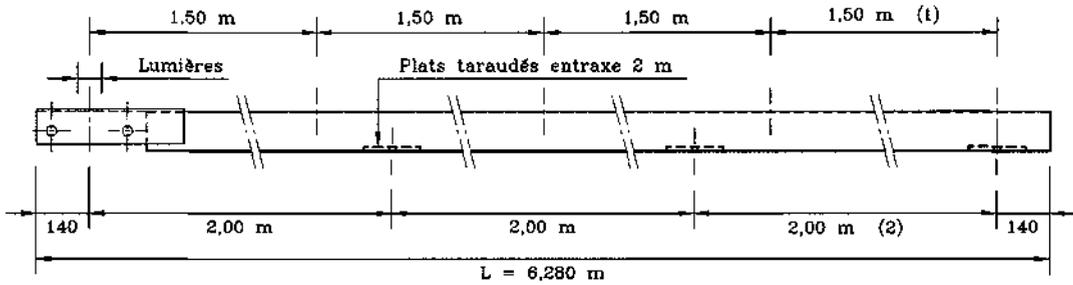
PIECES PARTICULIERES POUR UNE BHO AVEC UN SUPPORT TOUS LES 1,50 M

RENFORT OMEGA Élévation avant

(Longueur et entraxe spéciaux, le reste conforme à la BHO standard)

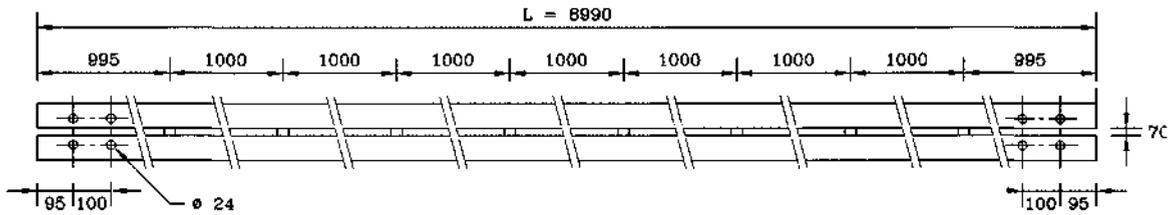


Vue de dessus



LISSE SUPERIEURE Élévation

Echelle : 1/200



Variante d'assemblage supprimant le poinçonnage

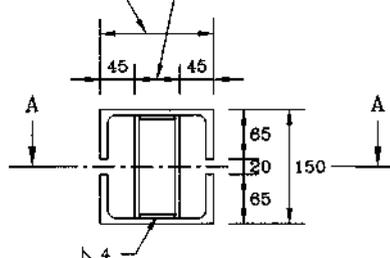
(1) : Pas permettant la fixation sur les supports tous les 1,50 m

(2) : Pas permettant la fixation tous les 2,00 m d'éléments de glissement standards.

UAP 150 x 65 U 60 x 30

Echelle : 1/10
Cotes en mm

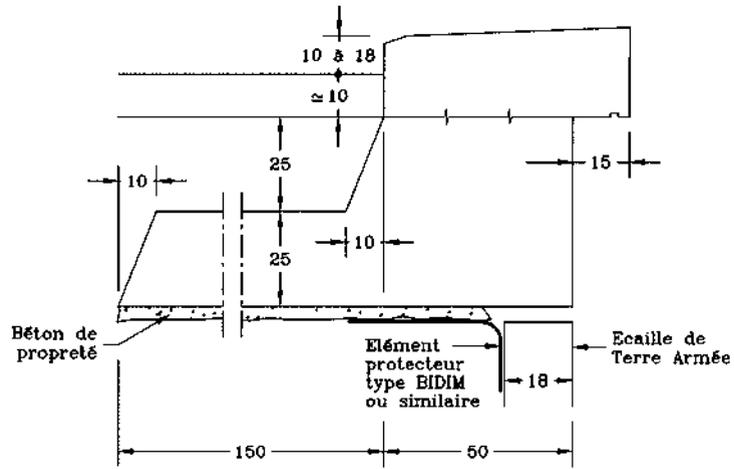
Section A A



DALLE DE FROTTEMENT POUR BN4 (ET BARRIÈRES SIMILAIRES)

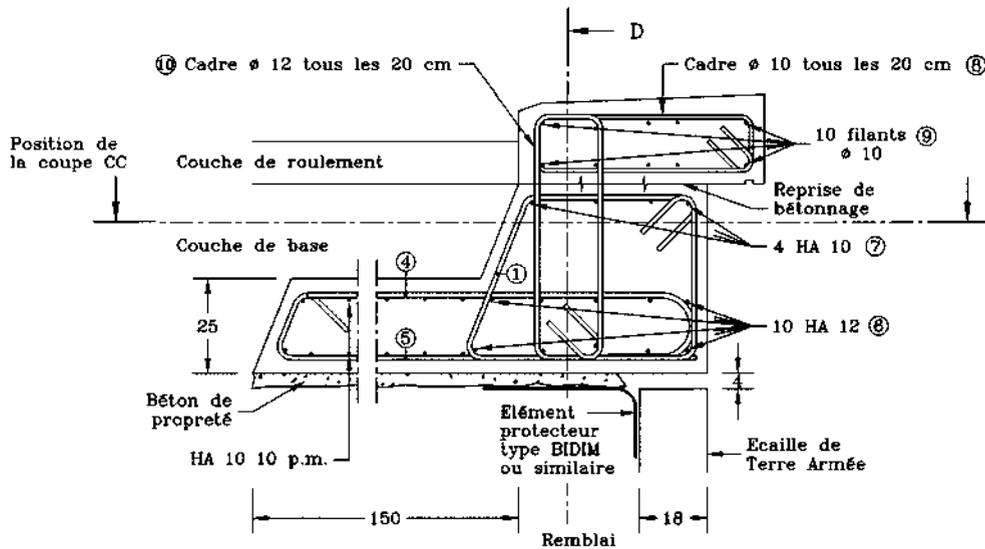
La distance entre joints est de 7,5 m.

Pian de coffrage



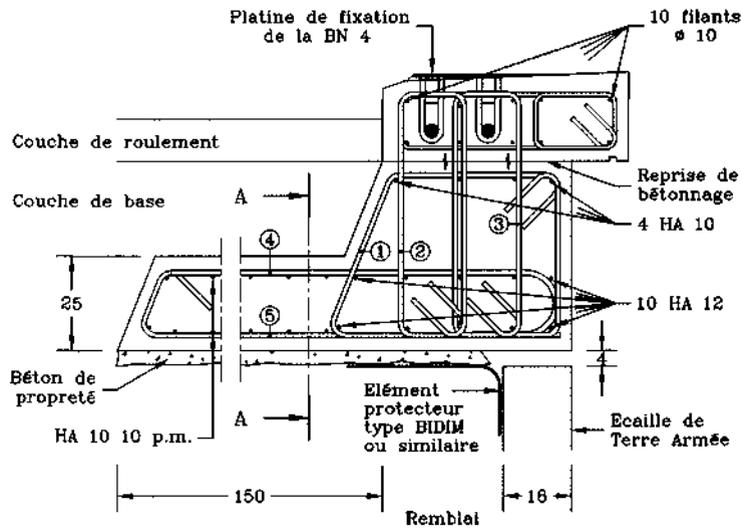
Echelle : 1/20
Cotes en cm

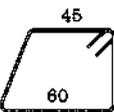
Ferrailage entre deux supports



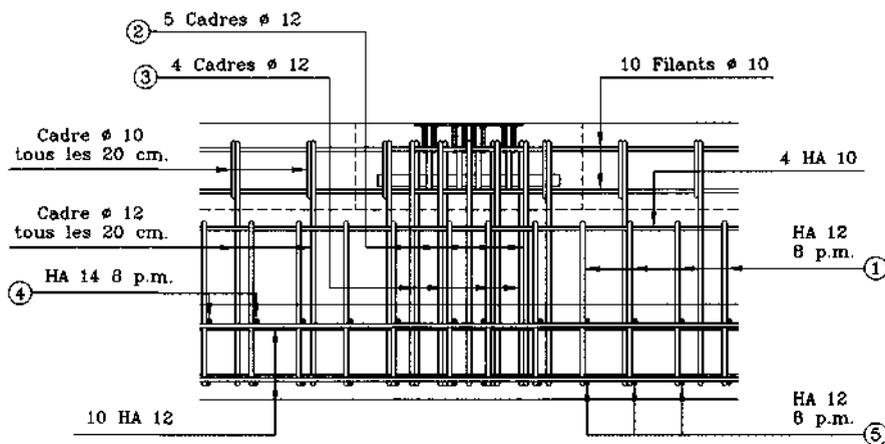
Echelle : 1/20
Cotes en cm

Ferrailage au droit d'un support de barrière



- ① Cadre HA 12 8 p.m. 
- ② 5 Cadres ø 12 au droit de la fixation + 6 p.m. entre les fixations 
- ③ 4 Cadres ø 12 au droit de la fixation
- ④ HA 14 8 p.m. ancré par courbure 
- ⑤ HA 12 8 p.m. 

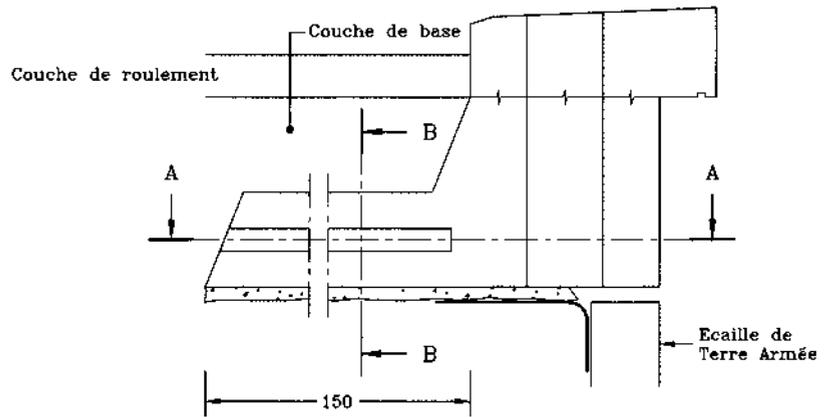
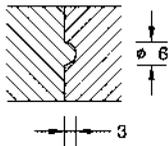
Coupe AA



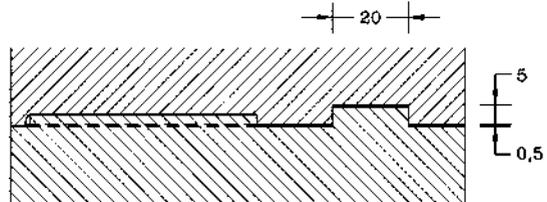
Echelle : 1/20
Cotes en cm

Détail des tenons et mortaises

Section BB

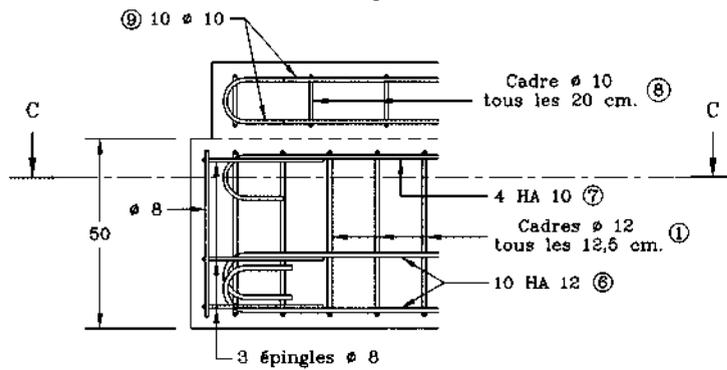


Coupe AA

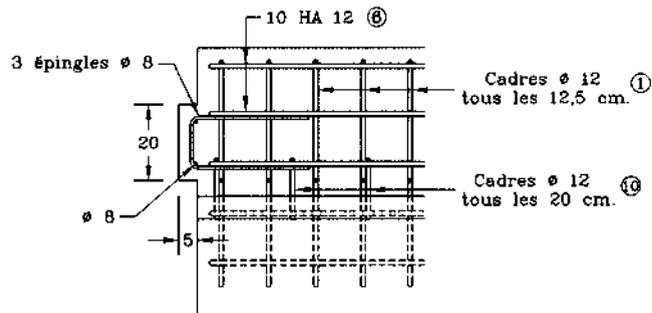


Echelle : 1/20
Cotes en cm

Coupe DD



Coupe CC



ANNEXE D

ANCRAGE P DE BARRIÈRE MÉTALLIQUE
MODÈLE BN4 OU SIMILAIRE

D.1 - COMMENTAIRES ET PRÉSENTATION

D.1.1 - Caractéristiques de ce mode d'ancrage

Pour assurer la liaison de la barrière BN4 à la structure, il existe un mode d'ancrage décrit dans le § 5.4.2.2.2 (Fig 50), dans l'annexe B et dans la norme XP P 98.421. Ce mode de liaison est constitué par un ferrailage en attente. Dans le cas d'une installation sur un pont existant, ce ferrailage est très délicat à implanter, aussi, une solution se dispensant de ces aciers a été étudiée et mise au point. Elle permet d'implanter la barrière en transmettant à la structure des efforts parfaitement déterminés et positionnés. Elle est plus simple d'installation et plus efficace.

Son principe consiste à assurer la liaison d'une pièce d'ancrage de BN4, différente de la pièce d'ancrage de la norme, par deux barres courtes de précontrainte (Cf. Fig D5).

Il ne s'agit donc que d'une nouvelle possibilité d'ancrage de la BN4 qui est offerte aux projeteurs. La présente annexe donne les éléments pour en assurer une exécution conforme.

D.1.2 - Domaine d'application

Ce mode d'ancrage a été étudié pour installer des BN4 sur des ponts existants, pour lesquels un ferrailage de liaison à la structure n'avait pas été prévu lors de la construction.

Son emploi sur des ouvrages neufs peut s'envisager, simplement au lieu de réaliser des forages on exécutera des réservations dans la dalle par des tubes.

Ce dispositif a subi des essais de chocs conformes à la norme NF P 98.409 correspondant au niveau "barrière normale" (car de 12 t à 70 km/h sous 20°). **Toutes modifications du système tel qu'il est décrit dans le texte qui suit doit faire l'objet d'une autorisation du SETRA.**

D.1.3 - Ancrage dans la structure

La reprise des efforts dans la structure au droit des supports joue un rôle primordial si l'on ne veut pas avoir de détérioration dans le béton après le choc, surtout sur un ouvrage dont le ferrailage et les dispositions constructives initiales n'avaient pas prévu l'implantation d'un dispositif de retenue de ce niveau.

Lors des essais, des mesures ont été effectuées. Elles donnent des résultats qui doivent servir de base à la vérification de la structure en place et, éventuellement, à son renforcement : **pour vérifier si la structure est apte à reprendre les efforts prévus avec ce mode d'ancrage, voir le paragraphe 5.4.2.2.3.**

D.1.4 - Pose

La pose de la pièce d'ancrage peut être effectuée par une entreprise ayant une compétence correcte en béton armé. Par contre la mise en place des éléments de précontrainte et la mise en tension ne peuvent être faites que par une entreprise spécialisée en la matière et ayant obtenu l'homologation du procédé (procédé Dywidag/VSL, Procédé MacAlloy/CIPEC, ...).

Nous attirons l'attention sur la nécessité d'une extrême précision pour l'implantation des forages et des pièces d'ancrage. Le § D.3 donne quelques conseils issus des constatations lors des premières applications prototypes.

D.1.5 - Coût

Outre l'application du prototype lors de l'essai dynamique, nous avons pu obtenir les éléments d'informations sur un chantier (Juillet 96) qui a permis de préciser l'ordre de grandeur du coût de l'opération.

Pour 53 ancrages à réaliser, le coût de la fourniture des pièces d'ancrage est ressorti à 920 F/U HT ce qui est nettement trop élevé compte tenu de la composition de la pièce. Il doit être possible d'avoir des prix plus raisonnables pour cette pièce.

Pour la fourniture et la mise en place des ancrages, exécution des forages, coulage de la longrine, serrage des barres d'ancrage, etc. le coût a été d'environ 3820 F/U HT. Dans ce prix n'est pas compris le forfait d'installation de chantier, la fourniture et la pose de la BN4 et les implications particulières de préparation de la zone qui sont intrinsèques à chaque chantier (et donc à apprécier au cas par cas).

D.1.6 - Prescriptions diverses . Brevet

Ce mode d'ancrage a été étudié par le SETRA/CTOA, en collaboration avec le LIER. Il ne fait pas l'objet d'un brevet.

Par contre, ce mode d'ancrage utilise des barres courtes de précontrainte qui sont soumises à des droits de protections industrielles et commerciales.

D.1.7 - Protection contre la corrosion

La pièce d'ancrage est en acier protégé contre la corrosion par galvanisation à chaud conformément à la norme NF A 91.121.

D.2 - DESSINS TYPES

Les dessins présentent le dispositif d'ancrage et le principe d'une installation sur un pont. Ce ne sont pas des dessins d'exécution.

Les tolérances d'exécution des pièces métalliques sont ± 1 mm.

Attention à ne pas modifier les dimensions de la plaque d'appui supérieure, faute de quoi, l'assemblage ne serait plus possible avec la pièce d'ancrage dans les tolérances prévues.

Il est possible, voire même souhaitable, d'augmenter les dimensions de la plaque inférieure pour éviter des efforts de compression trop élevés sur le béton de l'intrados.

D.3 - ÉTAPES DE LA MISE EN PLACE DE L'ANCRAGE

D.3.1 - Positionnement des axes des trous

Après avoir dégagé la zone d'ancrage et mis à nu la surface de béton du tablier, on procédera au positionnement précis des axes des trous en alignement, en distance par rapport au bord libre du tablier et en espacement par paire. Ce positionnement est très important pour assurer un parfait montage de la pièce d'ancrage et lui permettre de fonctionner correctement.

Ce positionnement devra tenir compte de l'encombrement dans la structure : ferrailage existant et, surtout, existence de câbles de précontrainte.

Un marquage au sol est recommandé.

Pour respecter la tolérance de l'espacement des paires, il est recommandé d'utiliser un gabarit permettant le percement des deux trous sans déplacer l'outil comme cela a été fait sur un chantier récent, ce qui a permis un parfait respect des cotes.

Le matériel de carottage est capable d'assurer une tolérance en verticalité largement suffisante et à ± 4 mm près en alignement.

Les trous seront verticaux pour être homogène avec la barrière BN4 dont le support est vertical.

D.3.2 - Forage

Les trous seront obligatoirement forés par carottage à la couronne diamantée.

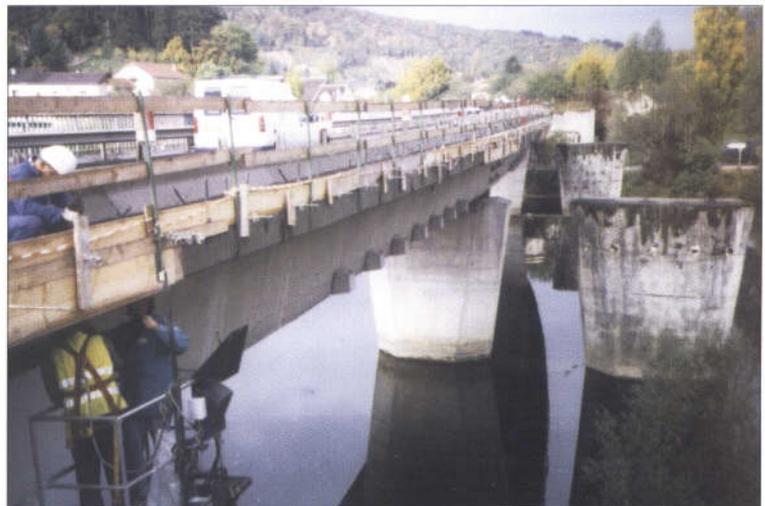
Il existe des matériels très performants pour ces travaux (SPIT : carotteuse SD10, HILTI, FORBETON, ...).

L'engin sera fixé soit sur un gabarit de positionnement permettant le percement des deux trous, soit par ventouse avec pompe à vide. La fixation par cheville d'ancrage est fortement déconseillée pour ne pas faire des trous supplémentaires dans le béton. Prévoir une alimentation en eau sous pression (moins de 3 bars) et une époussette de récupération de la carotte par en dessous pour vérifier si l'on n'a pas trop coupé d'acier!

Les longueurs de forage sont de 300 à 450 mm selon les matériels mais on peut aller au delà avec des rallonges de carottes, cependant on perd un peu en respect de verticalité.

Le diamètre du trou sera un $\varnothing 32$, mais on peut envisager un $\varnothing 34$.

Figure D.1
Ce type d'ancrage nécessite une intervention en sous-face du tablier, donc des moyens d'accès comme une nacelle.



D.3.3 - Mise en place des tubes pvc

Pour isoler la tige du béton de la longrine de scellement de la pièce d'ancrage, on met en place un tube PVC de Ø 32 extérieur et d'épaisseur 2.4 (norme T 54.003). Ceci permet de positionner le tube dans le trou carotté avec un léger collage avec une pâte époxy qui a l'avantage d'assurer l'étanchéité à la laitance. Si on carotte à Ø 34, on peut insérer le tube PVC sur toute la longueur du trou carotté.

Le diamètre intérieur de Ø 27 permet un passage correct de la tige de Ø 22.

D'autres types de tube PVC peuvent être envisagés à condition de respecter les règles de mise en place précitées.

Dans le cas d'une installation sur un pont neuf, prévoir le tube PVC sur toute l'épaisseur de la dalle, s'assurer que toutes les dispositions ont été prises pour obtenir une verticalité à $\pm 2^\circ$ près et une obturation parfaite du trou. Faute de ces précautions, l'entreprise réalisera l'ancrage comme dans le cas d'un pont existant.

D.3.4 - Positionnement et réglage de la pièce d'ancrage

Les pièces d'ancrage sont alors mises en position et réglées en utilisant les vis de calage prévues à cet effet. Le nivellement sera celui du niveau fini à ± 2 mm près de telle sorte que l'aile inférieure de l'UPN soit à plus de 3 cm au-dessus du béton du tablier.

Pour éviter une instabilité de la pièce d'ancrage, si l'on ne met pas en place les barres de précontrainte avant le bétonnage, il est possible de prévoir, en lieu et place des vis Ø 8, des tiges filetées prises dans des petits scellements dans la dalle (ce qui présente l'inconvénient de faire des percements supplémentaires!).

Les tiges d'ancrage sont ensuite enfilées dans les trous et fixées provisoirement par un léger serrage. Cette opération nécessite une intervention en sous-face de la dalle, donc une nacelle ou une passerelle (*figure D1*). Ceci peut être fait en continu, une fois toutes les pièces d'ancrage positionnées.

Pour tenir compte des irrégularités de surface du béton et des pentes de l'intrados, il sera utilisé des supports d'écrous rotulés qui sont décrits dans les procédés.

REMARQUE : *Les écrous rotulés n'existent dans les procédés agréés qu'à partir d'un diamètre de 26. Il peut être intéressant d'envisager ce diamètre ; même s'il présente l'inconvénient d'exiger des forages de plus gros diamètre, pour pouvoir bénéficier de ces écrous rotulés. L'effort de précontrainte sera réglé en conséquence.*

La protection des têtes de vis sera assurée par un capot rempli de graisse. Des propositions techniques seront à faire par les détenteurs des procédés sur la base des dessins.

D.3.5 - Ferrailage complémentaire et bétonnage

Le ferrailage complémentaire de la longrine ainsi que celui de liaison entre la corniche et la structure ou entre la corniche et cette longrine aura été mis en place (il n'est pas représenté sur les dessins,

pour ne pas en alourdir la lisibilité). Ce ferrailage est impératif pour la reprise des efforts de compression en arrière du support et pour compléter la tenue à la torsion sous choc du bord de la dalle ou du hourdis.

Le béton est de type B40 au moins et d'une formulation adaptée à une bonne tenue aux cycles de gel/dégel et aux sels de déverglaçage dans les régions où cela est nécessaire. Il est mis en œuvre sans précautions particulières. Son niveau supérieur affleura l'aile supérieure de l'UPN 180. On s'assurera que le béton ne vient pas trop autour des plaques d'appui supérieures des ancrages. **Il est important que la plaque d'appui supérieure de la barre de précontrainte n'ait pas son assise sur du béton mais uniquement sur la partie métallique de l'ancrage.**

D.3.6 - Mise en tension

Celle-ci est faite, à l'aide d'un vérin (à l'exclusion de tout autre moyen comme la clé dynamométrique), conformément aux règles découlant de l'agrément du procédé⁴⁶.

L'effort de précontrainte est de $0,8 F_{rg}$ (limité à 250 kN à rupture).

La protection contre la corrosion autour de la tête de la barre et de l'écrou sera assurée par un remplissage à la graisse conformément aux dessins. La protection de la barre sera assurée par une injection selon les procédés classiques (Figure D2).

La protection contre la corrosion de la plaque d'ancrage est assurée par la galvanisation à chaud conformément à la norme NF EN ISO 1461, éventuellement complétée par une peinture.

Figure D.2
Vue de l'ancrage après bétonnage. Noter les tubes évents pour l'injection des barres de précontrainte.



⁴⁶ Voir notamment le document suivant : "Éléments courts de précontrainte" de A. Chabert. Bulletin de liaison des P & C, N° 128, de Nov-Déc. 1983.

D.3.7 - Installation de la barrière

La barrière est mise en place de manière comme sur l'ancrage normalisé. Pour éviter une stagnation d'eau sous le support, il est conseillé de prévoir un mortier de calage ou l'injection d'un produit assurant l'étanchéité.

D 4 - SPECIFICATIONS TECHNIQUES⁴⁷

D.4.1 - Indications générales et description

L'ancrage de la barrière BN4 sera constitué et mis en place conformément aux indications des dessins annexés. Ce dispositif constitue une variante du mode d'ancrage prévu dans la norme XP P 98.421. Seuls les points spécifiques à ce mode d'ancrage sont traités ci-après, pour les autres aspects il est fait renvoi au document précité (notamment verticalité des supports de BN4, espacement, ...).

D.4.2 - Qualité des matériaux

D.4.2.1 - Qualité de l'acier

L'acier constitutif de la pièce d'ancrage est un acier S235JR conforme à la norme EN 10025 (IC A 35.501). Il sera de qualité apte à la soudure.

D.4.2.2 - Soudures

a) Mode de soudage

Il sera exigé l'établissement d'une qualification du mode opératoire de soudage suivant la norme XP P 22.472 (que ce soit en soudure manuelle, semi-automatique ou entièrement robotisée). Cette qualification est acquise et maintenue si les conditions prévues par la norme le sont (qualité de l'acier, matériel de soudage, matériau de soudage, pas d'arrêt du poste de plus de 3 ans, etc.).

Les soudeurs devront avoir une qualification prévue par la norme XP A 88.110.

b) Contrôle de la qualité d'exécution des soudures

Dans le cadre d'un contrôle externe mis en place lors de l'établissement du PAQ les cordons feront l'objet d'essais, **au moins** de ressuage ou de magnétoscopie (avant galvanisation) par lot à définir lors de la mise en place du PAQ.

Les critères d'acceptation des défauts relevés visuellement, par ressuage ou par magnétoscopie, ainsi que les tolérances de formes et de dimensions seront ceux de la classe 2 (Norme NF P 22.472).

c) Consistance du PAQ

Il sera celui prévu pour la BN4 (Cf. Annexe B).

47. Ces spécifications peuvent servir de base à l'établissement d'un CCTP.

D.4.2.3 - Protection contre la corrosion

La protection contre la corrosion de la pièce d'ancrage sera assurée par galvanisation à chaud dans un atelier agréé par le Maître d'Œuvre.

Il sera exigé une protection de 500 g/m² simple face (soit 70 micromètres) à plus ou moins 50 grammes près correspondant à la catégorie des pièces en acier d'épaisseur supérieure ou égale à 5 mm conformément à la norme NF EN ISO 1461.

Afin d'assurer la libre circulation des liquides du bain décapant puis du bain de galvanisation et d'éviter les déformations, des dispositions spéciales seront prises en accord avec l'usine de galvanisation.

Les barres de précontrainte seront enduites de graisse avant enfilage.

L'ancrage inférieur recevra un capot conforme aux dispositions prévues sur le dessin ; ce capot, vissé sur une partie fixée sous la rondelle cimentée inférieure, sera rempli à refus de graisse.

Sous la plaque d'appui de l'ancrage supérieur il sera prévu un joint torique en mastic silicone pour assurer l'étanchéité entre la plaque et le béton. La tête de l'ancrage recevra un tube PVC rempli de mastic bitumineux, genre Accoplast ou similaire.

D.4.3 - Mode d'exécution des travaux

D.4.3.1 - Dessins d'exécution des ouvrages

L'entrepreneur devra soumettre au visa du Maître d'Œuvre les dessins d'exécution donnant l'implantation des trous forés et de la pièce d'ancrage, dans un délai de trente (30) jours ouvrables avant la date prévue pour le début de sa construction.

Le Maître d'Œuvre les retournera à l'Entrepreneur s'il y a lieu accompagnés de ses observations, dans un délai de quinze (15) jours ouvrables.

Les rectifications demandées à l'Entrepreneur devront être faites dans un délai qui lui sera imparti.

D.4.3.2 - Fabrication et montage

Il est procédé à l'assemblage de tous les éléments.

Les forages dans le béton seront exécutés à l'aide de carotteuse de diamètre Ø 32 (ou Ø 34). La carotteuse sera fixée par un gabarit de positionnement ou par ventouse, à l'exclusion de tout autre moyen.

Les trous forés seront exécutés avec une tolérance de positionnement en alignement de ± 4 mm par rapport à la ligne idéale. L'espacement entre deux trous appartenant à un ancrage sera à ± 2 mm près celui de la cote théorique.

Des dispositions seront prises pour récupérer les carottes.

Une fois la pièce d'ancrage mise en place, le nivellement sera tel que ceci permette de respecter les tolérances de verticalité des supports de BN4 (faux aplomb de 0,5 cm sur la hauteur).

Le scellement des pièces d'ancrage n'interviendra qu'après vérification par le Maître d'Œuvre, ou son représentant autorisé, du parfait respect des tolérances fixées.

Le béton de scellement sera fabriqué, transporté et mis en œuvre dans les mêmes conditions que le béton de la structure.



Figure D.3
Vue générale des ancrages attendant la mise en œuvre des supports de la BN4.

Le béton est de type B40 au moins et d'une formulation adaptée à une bonne tenue aux cycles de gel/dégel et aux sels de déverglaçage si le Maître d'Œuvre le précise. Il est mis en œuvre sans précautions particulières. Son niveau supérieur affleura l'aile supérieure de l'UPN 180. On s'assurera que le béton ne vient pas trop autour des plaques d'appui supérieures des ancrages.

Le surfacage du béton de scellement sera soigné de telle sorte que l'eau ne puisse séjourner à l'encastrement des montants.

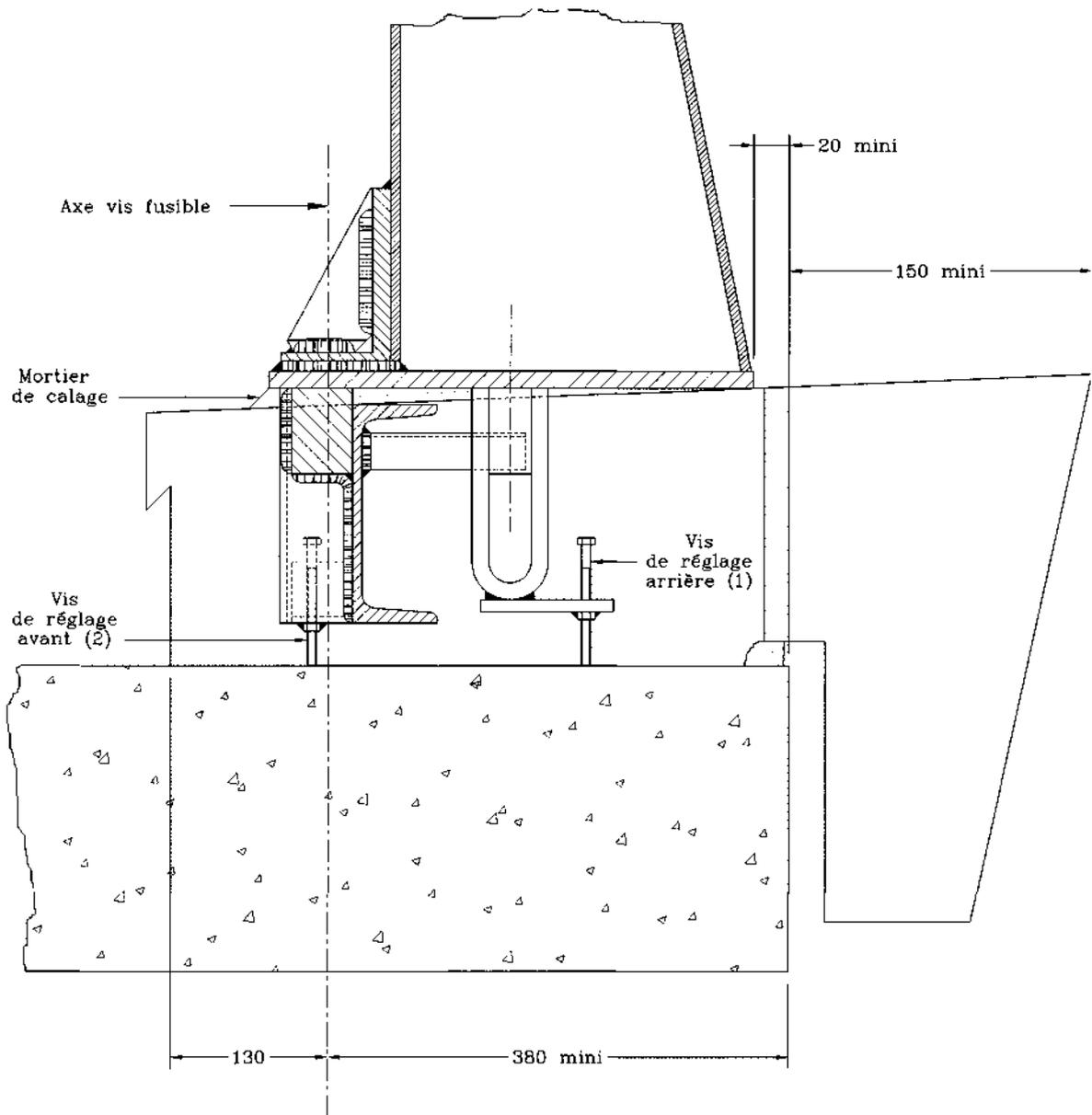
D.4.3.3 - Mise en tension des ancrages

Cette mise en tension interviendra quand le béton aura atteint la résistance requise.

Les boulons d'ancrage seront serrés pour obtenir un effort de $0,8 F_{rg}$ (limité à 250 kN à la rupture).

Les opérations de mise en tension seront effectués au vérin uniquement et conformément aux indications de la circulaire d'agrément du procédé (ou de son autorisation d'emploi). Pour la conduite de ces opérations on suivra les conseils donnés dans l'article "éléments courts de précontrainte" de A. Chabert, paru dans le bulletin de liaison des P & C, N° 128 (Nov/Déc 1983), notamment pour les essais de convenance, la procédure de mise en tension (du fait de l'utilisation de barre courte), le contrôle systématique des mises en tension, etc.

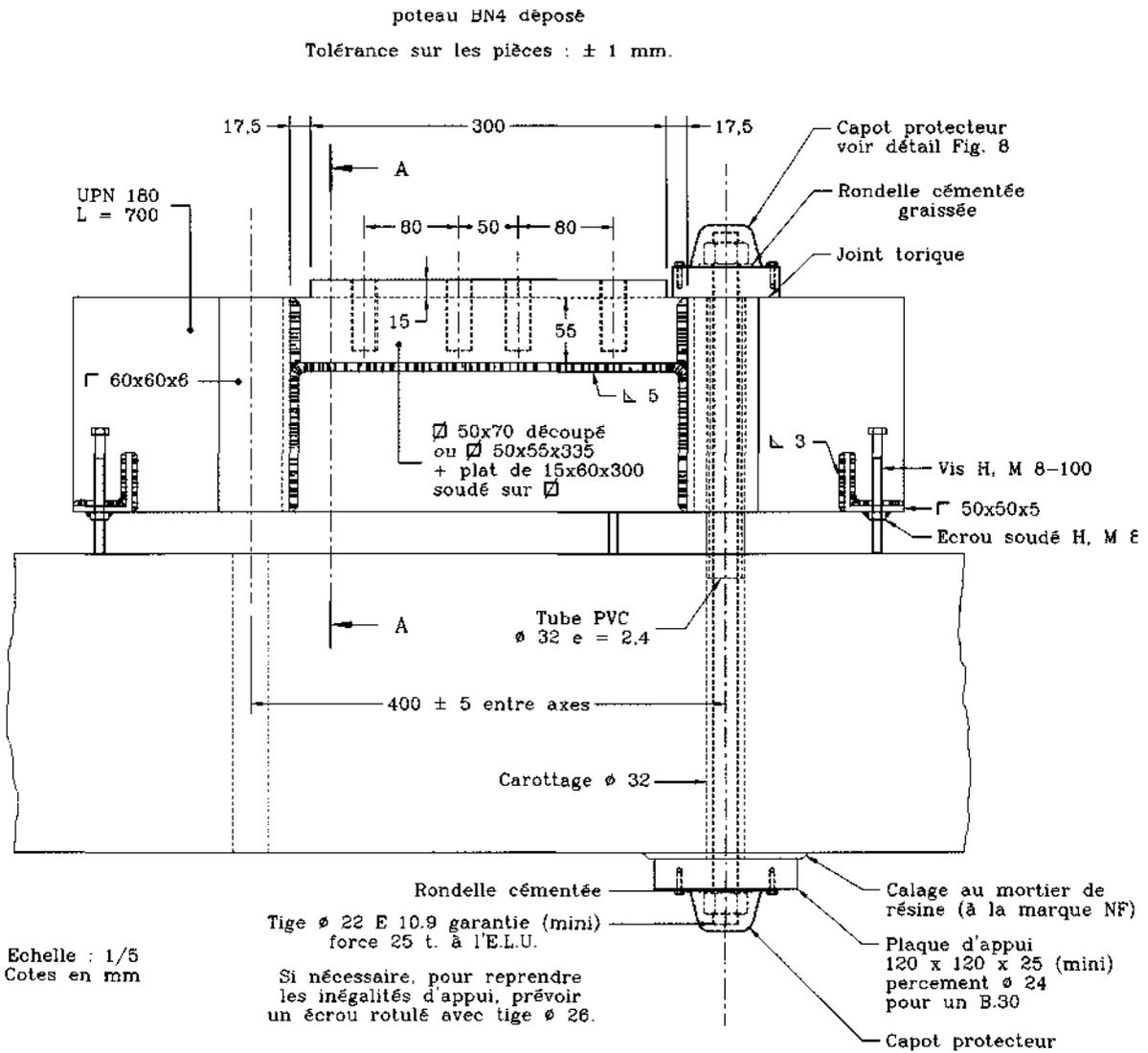
Figure D.4
COUPE COURANTE



Armatures à compléter

Echelle : 1/5
Cotes en mm

Figure D.5
ÉLEVATION FACE AVANT



avec plat reconstitué

Figure D6 :
COUPE AA

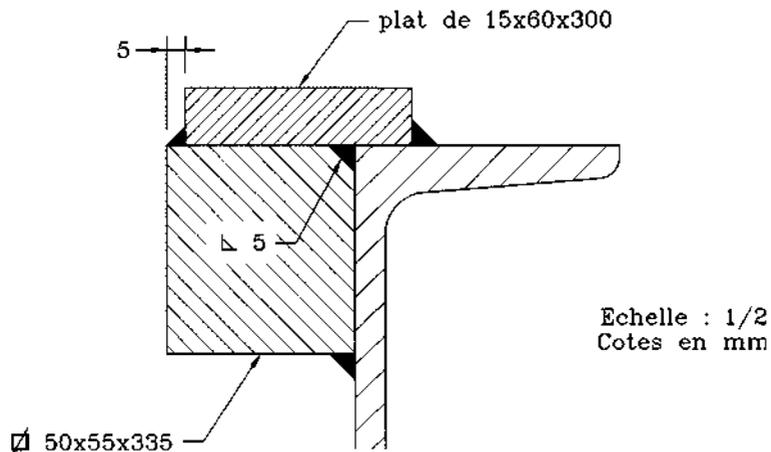


Figure D.7
VUE EN PLAN

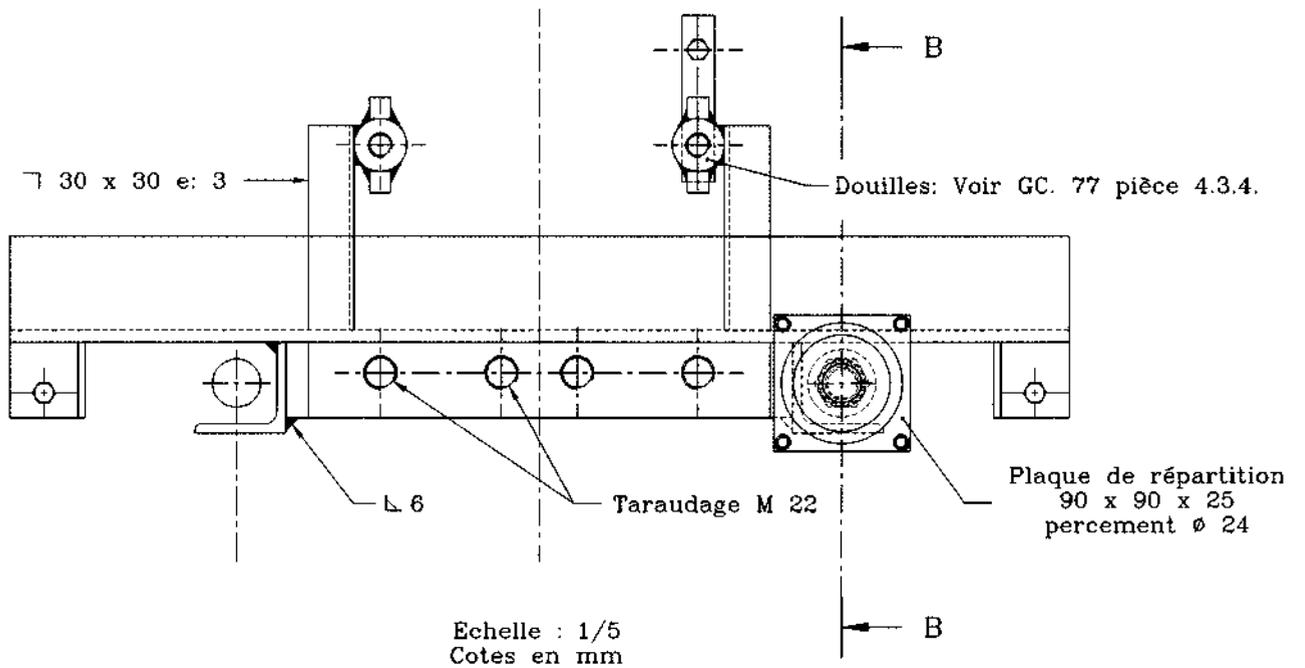


Figure D.8
COTES D'IMPLANTATION, SECTION BB

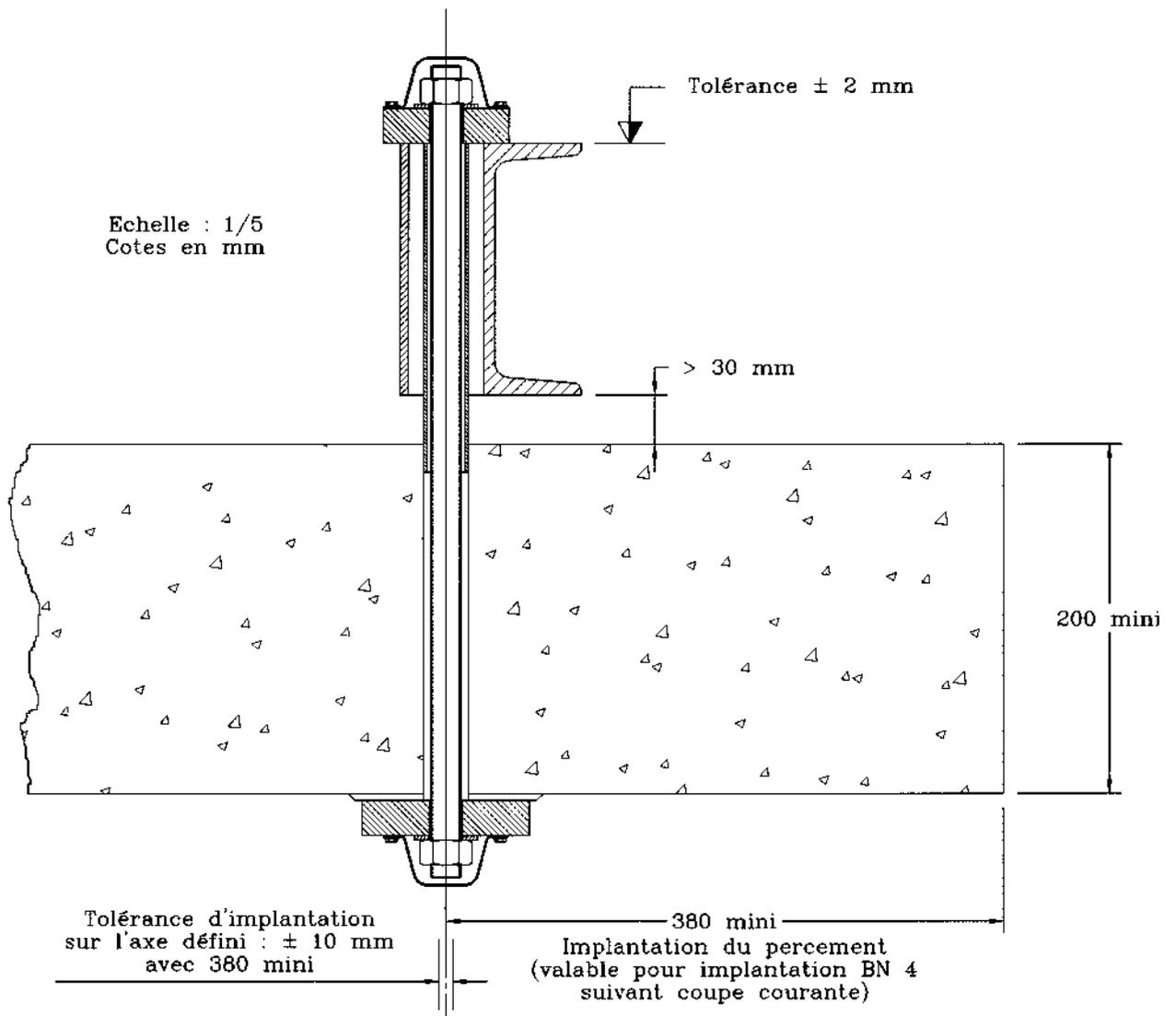
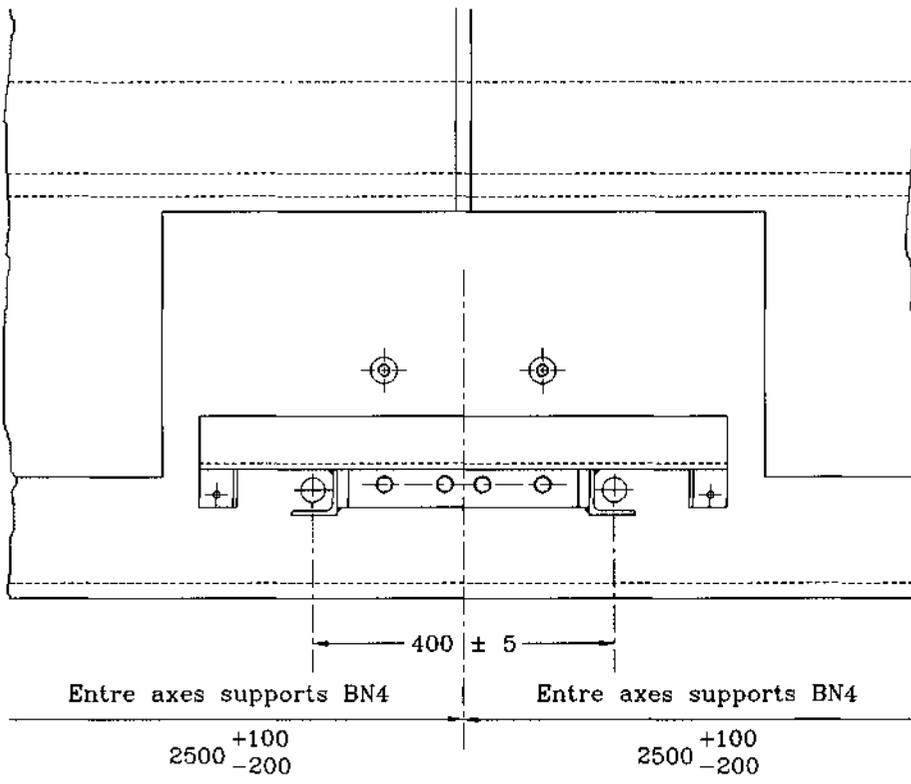


Figure D.9
COTES D'IMPLANTATION, VUE EN PLAN



Echelle : 1/10
Cotes en mm

Figure D.10

CAPOT DE PROTECTION DES TÊTES DE TIGES FILETÉES (PRINCIPE DE CONSTRUCTION)

SECTION AA

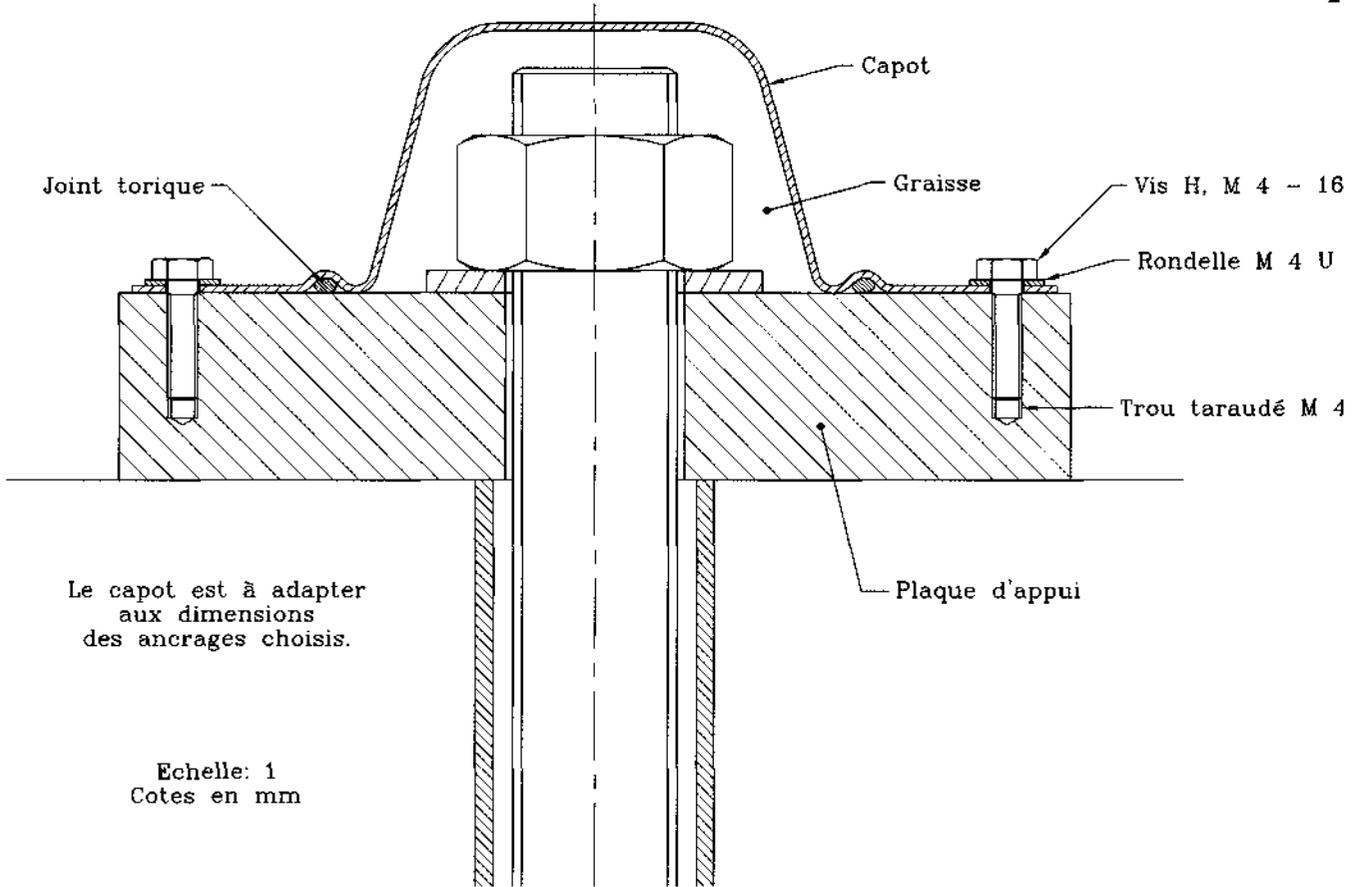
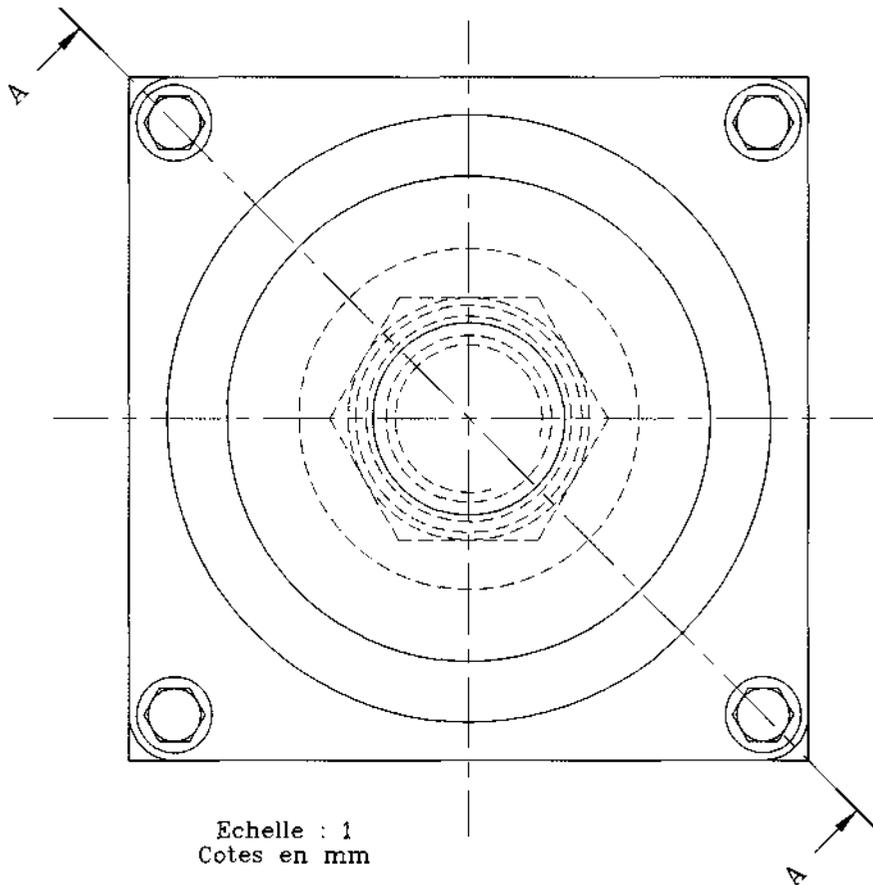


FIGURE D.11

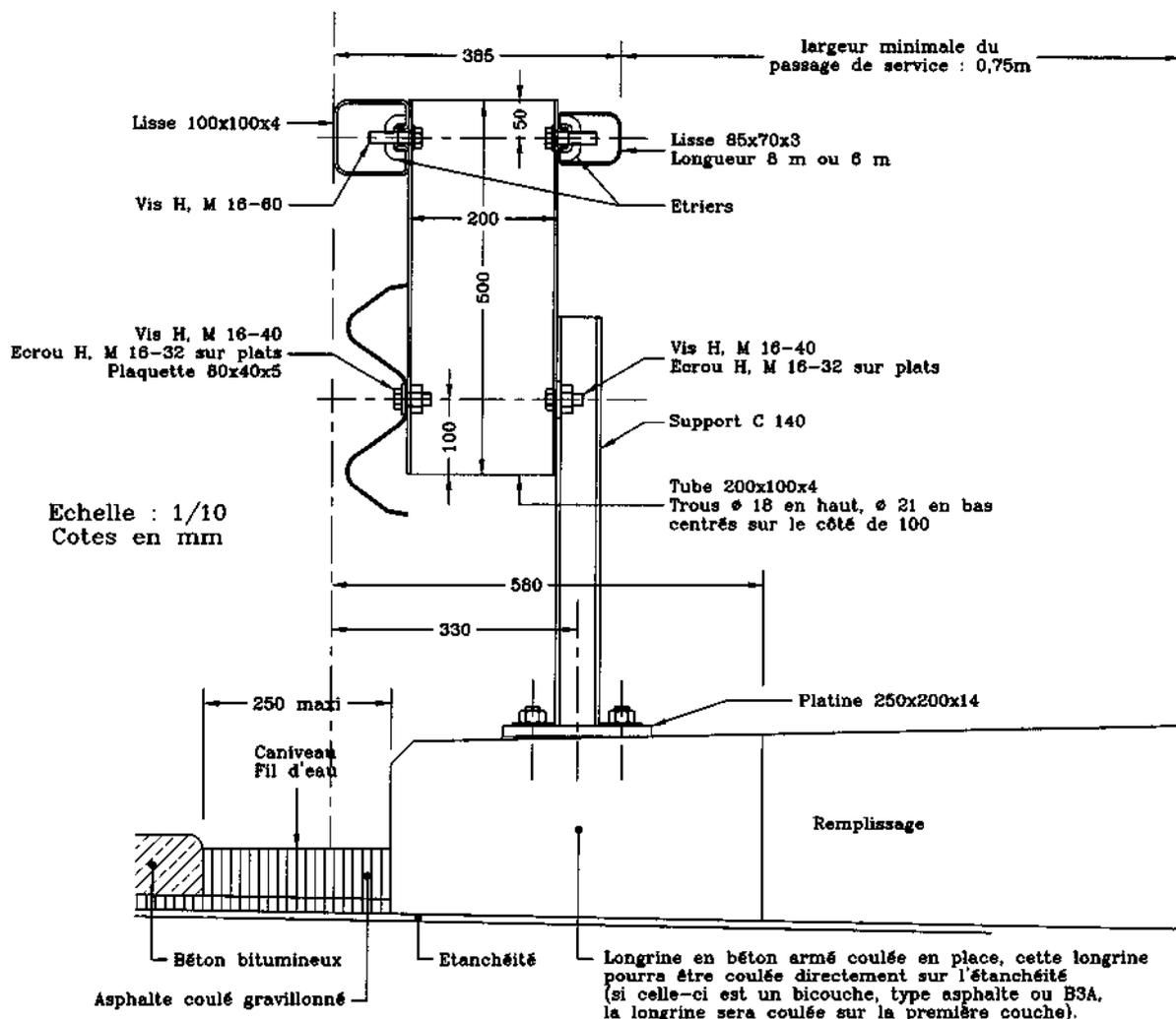
CAPOT DE PROTECTION DES TÊTES DE TIGES FILETÉES (PRINCIPE DE CONSTRUCTION)

VUE EN PLAN



ANNEXE E

**BHO OU BN5 SUR LONGRINE
NON ANCRÉE**



COUPE TRANSVERSALE COURANTE

Pour le détail de la composition de la barrière BN5 : Cf. XP P 98.424
L'implantation d'une BHO en lieu et place d'une BN5 est possible.
Pour le détail de la composition de la barrière BHO : Cf. NF P 98.420

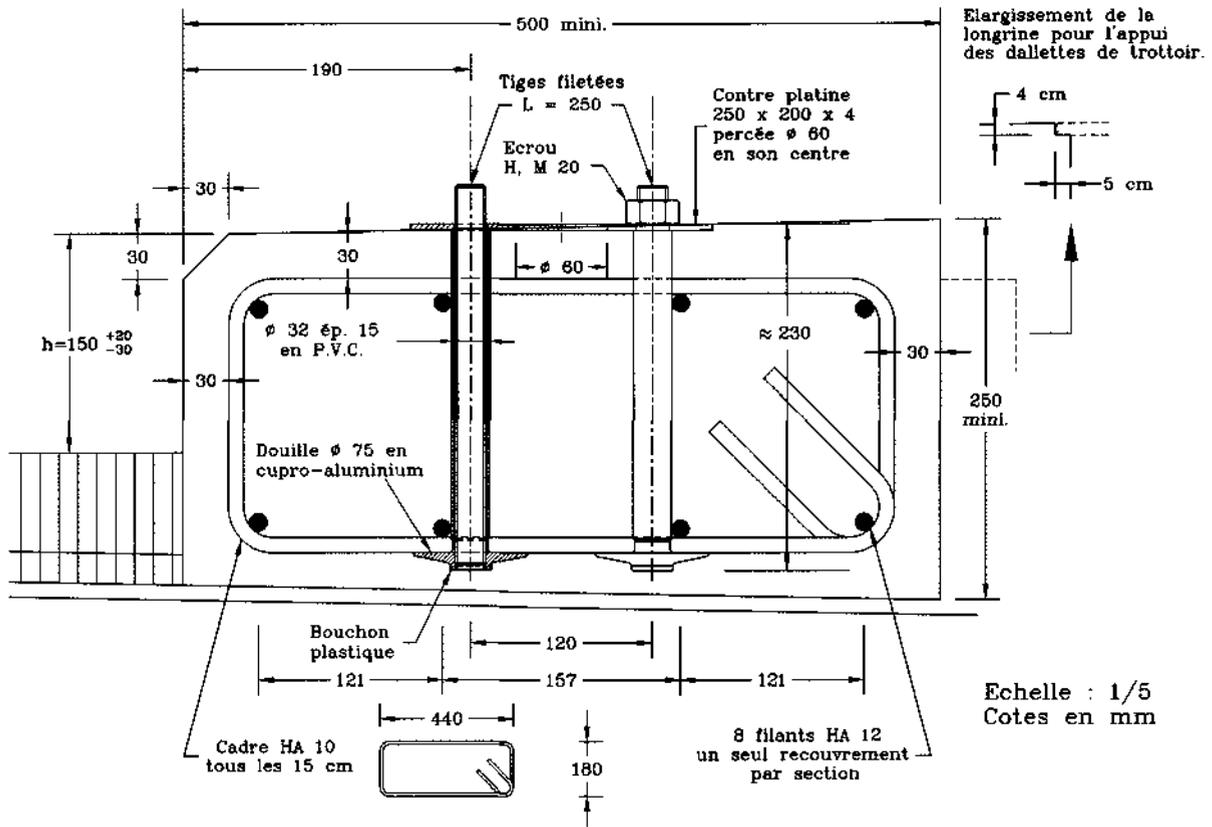
NOTAS IMPORTANTS :

La longueur minimale de la longrine est obligatoirement de 30 m.

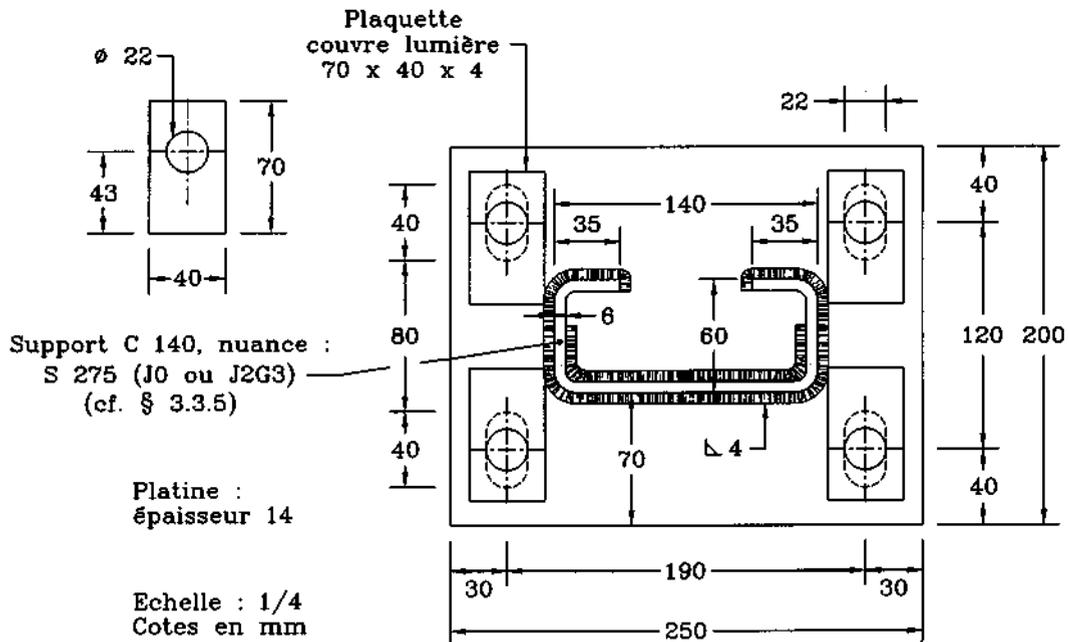
Seul le coulage en place est possible, toute préfabrication est exclue.

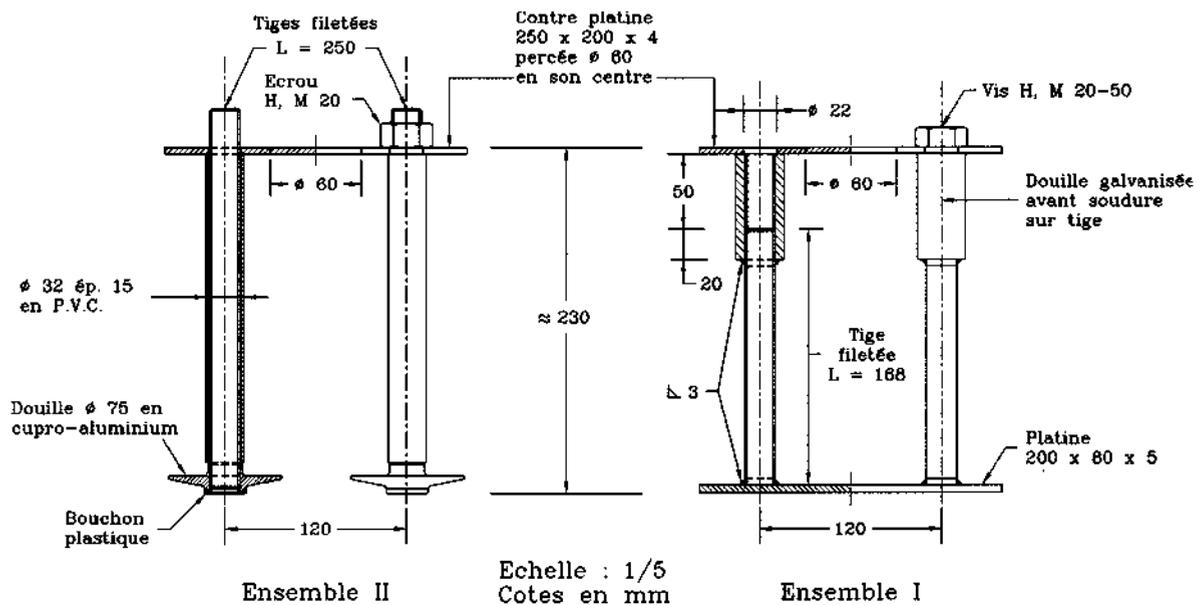
Le dessin est fait avec une fixation par douille et tiges filetées (ensemble II), la solution par vis et douille (ensemble I) est techniquement équivalente.

Pour tout ce qui concerne les spécifications techniques relatives à la longrine (composition du béton, nature des aciers, tolérances d'exécution, mise en œuvre, etc.) on se reportera à l'annexe A1, fixation de barrières GS sur LNA du fascicule "Barrières de sécurité pour la retenue des véhicules légers".

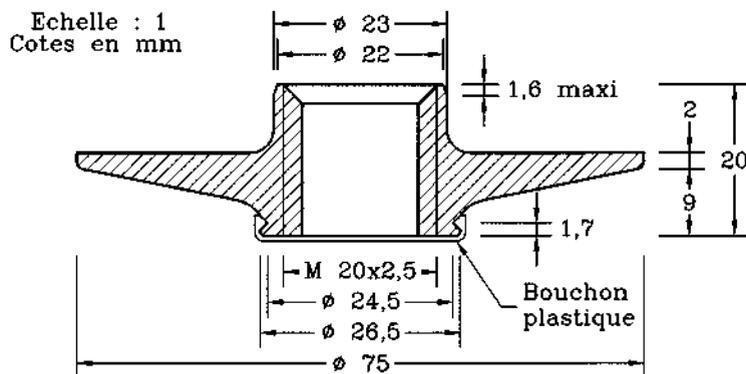


LONGRINE EN BETON ARME
Coupe transversale





FIXATIONS

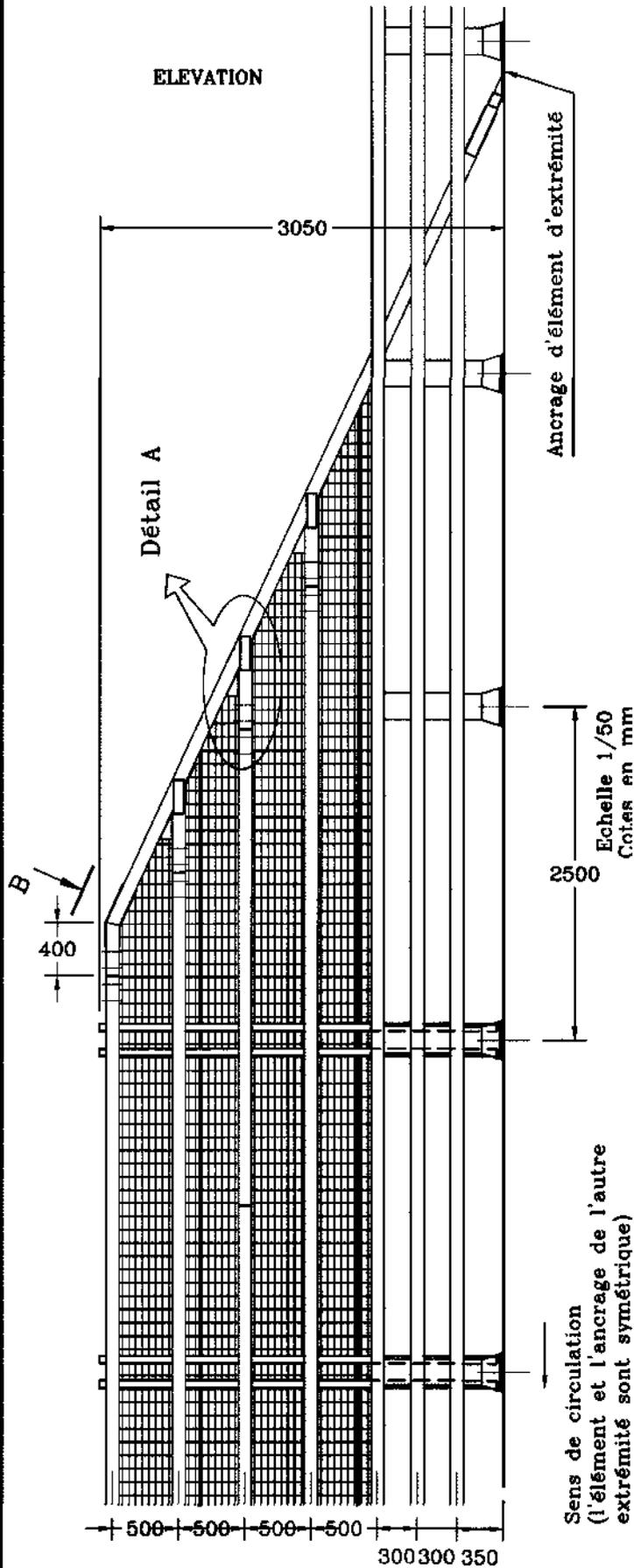


DOUILLE EN BRONZE-ACTOR Détail de la douille de l'ensemble II.

Les quatre douilles sont montées ensemble sur le contre-platine.

ANNEXE F

**ÉCRAN DE RETENUE
DE CHARGEMENT SUR BN4
ET BARRIÈRES SIMILAIRES**

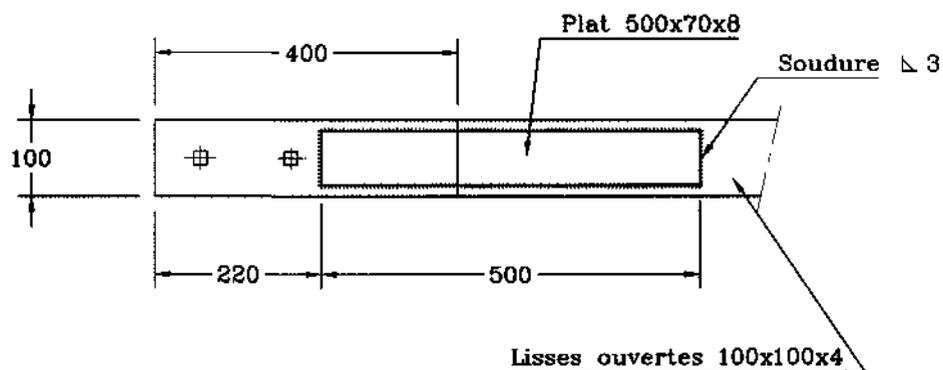


NOTAS :

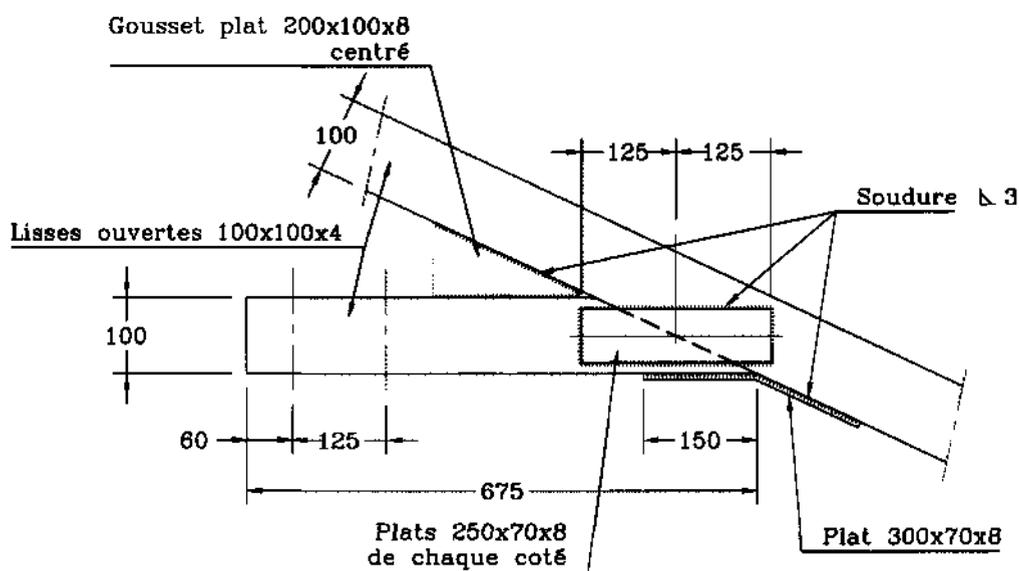
- 1) Les panneaux NERVESCO 1000 T, épaisseur 0,75 mm, panneau 3/3 de 1 m de large et 2,60 m de long en tôle d'acier galvanisée, servent à la retenue des petits objets et d'écran acoustique. Lorsque cette fonction n'est pas nécessaire ils peuvent être remplacés par un grillage identique à celui du haut mais de hauteur 1 m. Ils sont fixés sur l'arrière des montants verticaux par boulons J, M16-40, écrous H et rondelles LL16.
- 2) La liaison entre les lisses sera conforme aux dessins de la figure 5 de la norme P 98.421.
- 3) Toutes les pièces métalliques, y compris la boulonnerie, seront protégées contre la corrosion par galvanisation à chaud comme l'ensemble de la barrière BN4.
- 4) La longueur normale des lisses est de 7,50 m. Aux extrémités, la longueur sera à adapter en tenant compte de la nécessité de prévoir les joints de lisse avec un décalage sur la hauteur de l'écran et pour que la fixation soit sur l'élément d'extrémité.

ELEMENT D'EXTREMITE

VUE SUIVANT B



DETAIL A

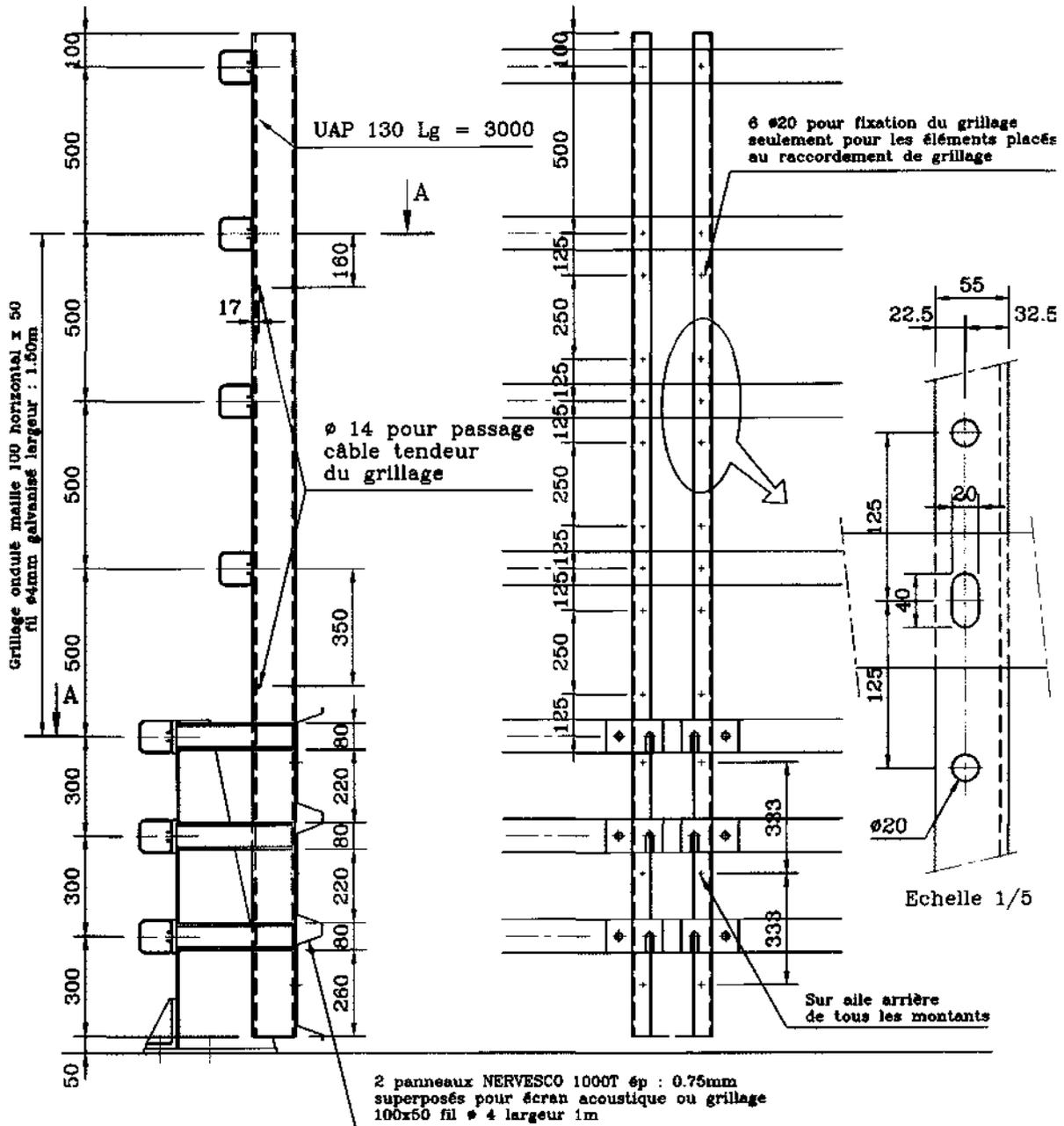


Echelle 1/10
Cotes en mm

MONTANTS

Coupe

Vue de face support BN4 enlevé

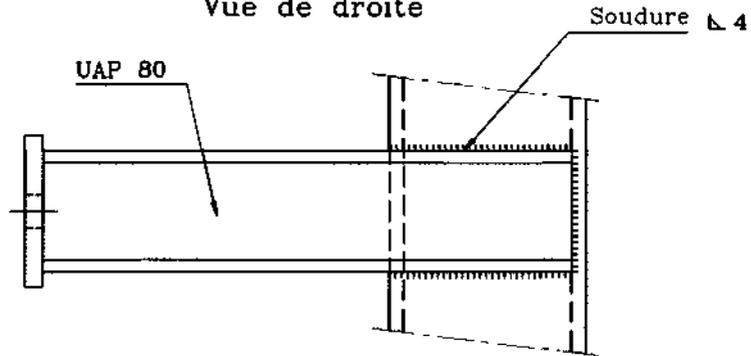


Echelle 1/5

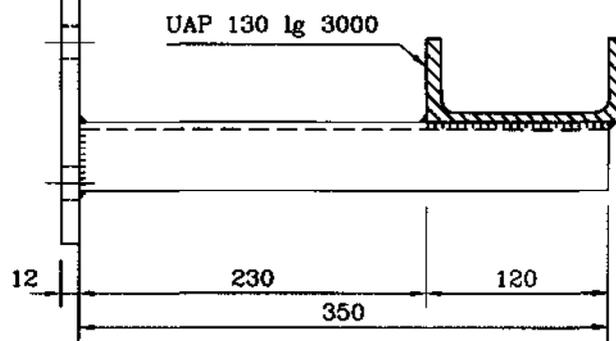
Echelle 1/20
Cotes en mm

ENTRETOISES

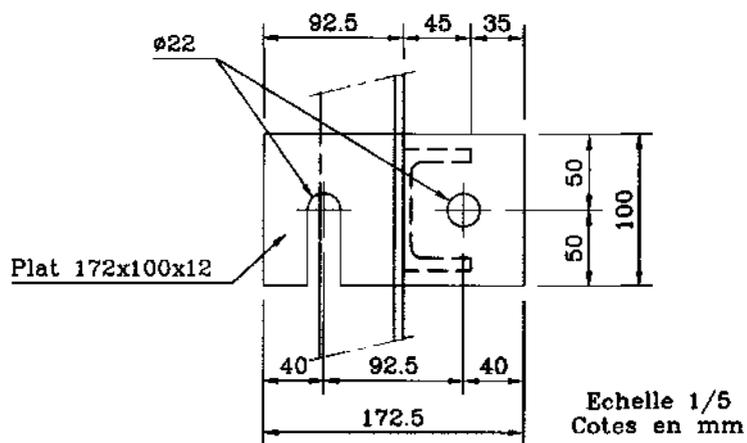
Vue de droite



Vue en plan



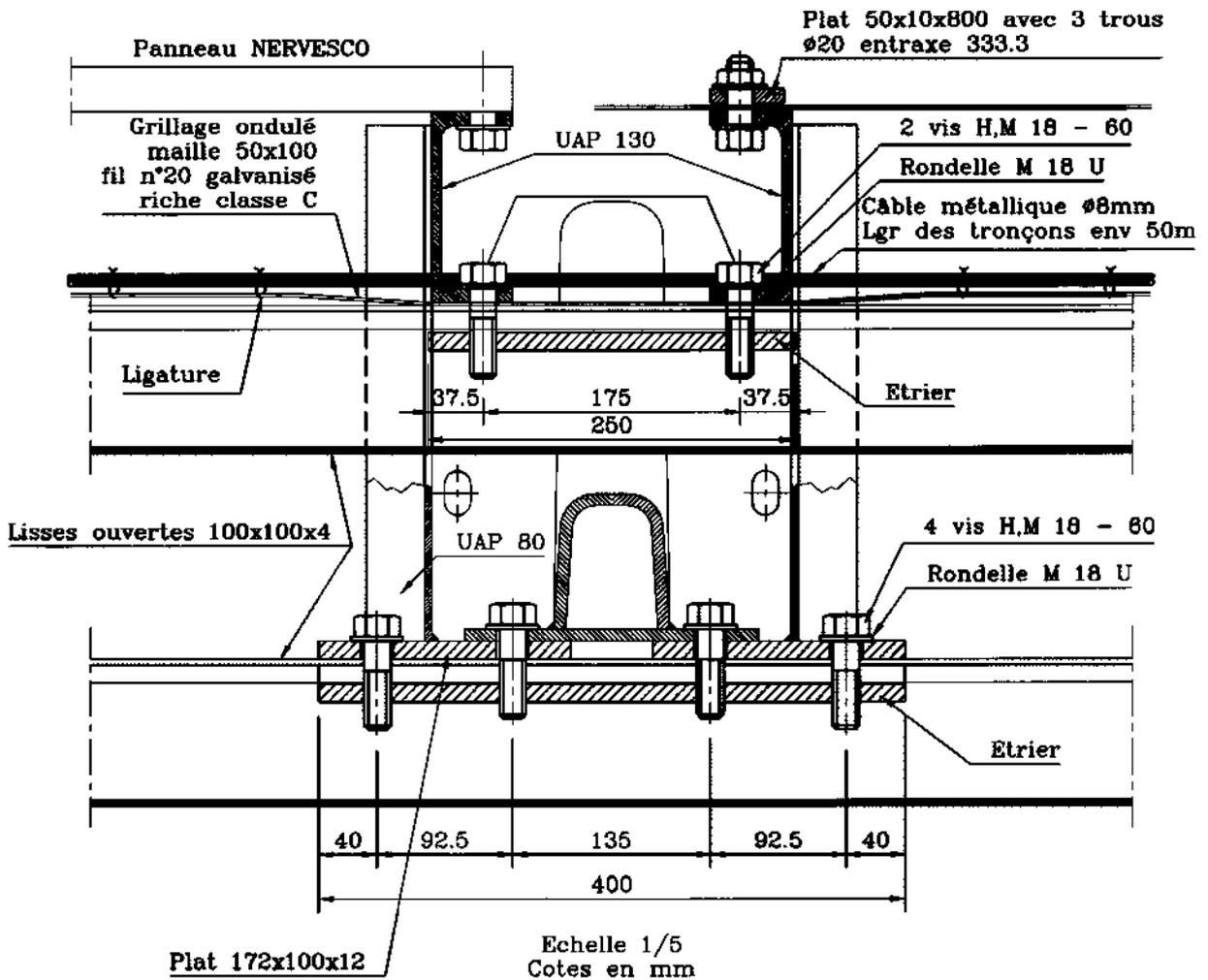
Vue de face avant (support BN4 enlevé)



COUPE A-A

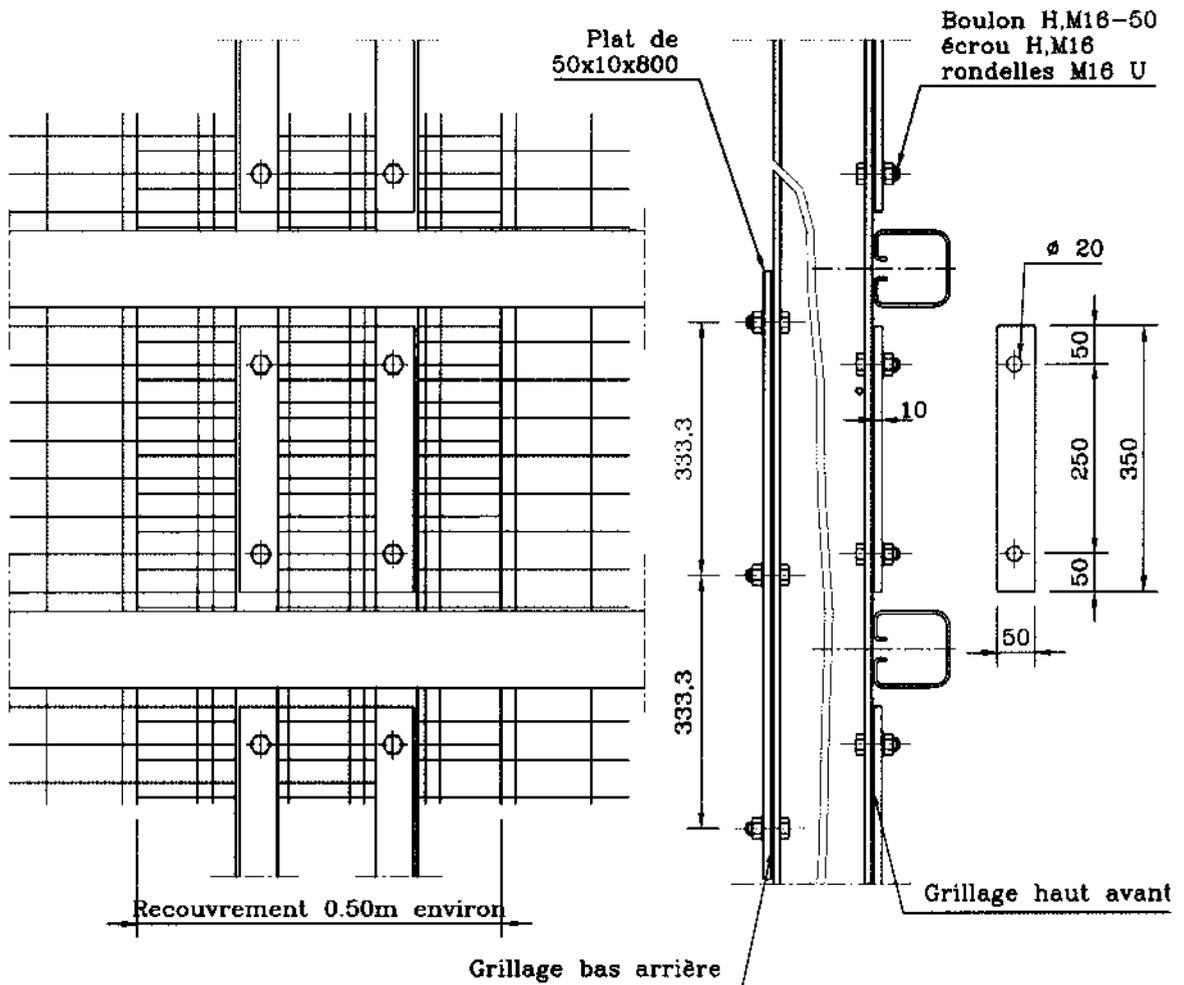
Double panneaux NERVESCO ou grillage bas arrière

Face arrière



PLAT DE FIXATION DU GRILLAGE

POUR GRILLAGE HAUT AVANT : A PREVOIR LORS DE LA JONCTION DES TRONCONS DE GRILLAGE
POUR GRILLAGE BAS ARRIERE : A PREVOIR SUR TOUS LES SUPPORTS



Echelle 1/10
Cotes en mm

ANNEXE G

**DISPOSITIONS AU PASSAGE
DES JOINTS DE DILATATION
DES PONTS**

G.1 - PRÉSENTATION GÉNÉRALE

Lors des visites d'ouvrages, notamment pour apprécier le comportement en service des joints de chaussées des ponts routiers, on constate, fréquemment, une absence ou une insuffisance des possibilités de dilatation des dispositifs de retenue au franchissement de cette zone. En effet, le tablier d'un pont subit des variations de longueur en fonction d'un certain nombre de paramètres dont le plus important mais non le seul est la température. Pour permettre cette libre dilatation de l'ouvrage, la chaussée est équipée d'un joint de chaussée de pont route.

Mais cette dilatation doit être possible au niveau de tous les équipements linéaires franchissant cette zone et, ce, avec une capacité de souffle équivalente à celle prévue au droit du joint de chaussée.

Lors de la mise au point des dispositifs de retenue (barrières et garde-corps) des solutions techniques ont été étudiées pour permettre de satisfaire à cette exigence sans nuire aux performances du dispositif lui-même.

La présente annexe se veut un "pense-bête" des diverses solutions existantes, en précisant les documents de référence et en donnant quelques conseils élémentaires pour caler correctement les joints dans les DR.

Nous ne saurions trop attirer l'attention des divers acteurs concernés par ce sujet sur l'importance de bien traiter le passage des zones de dilatation des ponts. Un défaut de dilatation peut entraîner la rupture du dispositif de retenue et un risque pour l'utilisateur en cas d'accident ; cela peut, aussi, provoquer le blocage d'un pont sur une ligne d'appui avec transfert de dilatation sur une autre ligne avec des conséquences sur la répartition des efforts sur les appuis ou un échappement par rapport à des appareils d'appui.

Il s'agit donc d'un point important pour le bon fonctionnement de l'ouvrage, du dispositif de retenue et pour la sécurité des usagers.

G.2 - JOINTS DANS LES BARRIÈRES DE SÉCURITÉ

Modèles	Références	Commentaires
BN1 et BN2	Norme XP P 98.422 <i>figures 8 à 13</i>	L'inconvénient de la solution de la <i>figure 8</i> de la norme est sa complexité et sa difficulté de réalisation. Elle ne permet pas le soulèvement ultérieur du tablier sauf à supprimer les barres (par sciage) sans possibilité de reconstitution. Pour des souffles de faible importance (moins de 5 cm), la solution à base de tenon-mortaise (<i>figure G.1</i>) est proposée pour de petits souffles. La solution inspirée du capot normal pour joint de la DBA ou GBA est préférable (<i>Figures 9 à 13</i> de la norme).

Modèles	Références	Commentaires
BN4	Norme XP P 98.421 <i>figure 24</i>	<p>Les manchons permettent des souffles jusqu'à 100 mm ; au-delà, on peut rallonger les trous ovalisés mais ceci se fait au détriment de l'efficacité de la barrière. Comme pour les manchons de raccordement, "il ne doit être prévu qu'un seul raccordement entre deux supports successifs pour les lisses hautes et intermédiaires" (art 5.4). Dans ce cas, on pose des étriers de dilatation (<i>Fig 25c</i> de la norme) sur les supports situés entre le manchon de dilatation et l'aplomb du joint.</p> <p>Le dispositif breveté TRANSPEC® (ou transmetteur de choc) a été mis au point par la société CIPEC en liaison avec le SETRA pour assurer la libre dilatation des lisses sans nuire à l'efficacité de la barrière dans cette zone en cas de choc par un véhicule. Il a été homologué dans le cadre des barrières BN4-16 et Bhab.</p> <p>Il est fortement conseillé pour les modèles BN4 si le souffle est supérieur ou égal à 100 mm.</p> <p>Dans ce cas, le dispositif est implanté sur les deux lisses supérieure et moyenne entre deux supports successifs.</p>
DBA et GBA	Norme XP P 98.433	<p>Il existe un dispositif qui est décrit dans le fascicule 3 de l'Instruction DR (accompagnant la C 88.49 du 9.05.88), pages 37 et suivantes et pages 67 et suivantes. Il est repris dans la norme NF P 98.433, § 4.3.1.1 et 4.3.1.2.</p> <p>Il existe deux types de capots : le capot "normal" quand la barrière DBA/GBA est prévue pour assurer un niveau de sécurité "barrière H2" ou retenue de PL. Le capot dit "simplifié" n'est toléré que pour les solutions à niveau de sécurité N "véhicules légers".</p>
BN4	Norme XP P 98.421 <i>figures 9 à 15</i>	<p>Le principe de la solution consiste à faire "glisser" la partie de la BN4 qui dépend de l'ouvrage (et est soumis à sa dilatation) derrière la barrière GS progressivement renforcée. Il n'y a donc pas de liaison entre les deux systèmes mais la barrière GS prend appui sur les lisses prolongées de la BN4 en cas de choc. et glissière</p> <p>Le dispositif est assez délicat de mise en œuvre et il convient d'être très attentif à un positionnement correct des étriers de dilatation et des étriers normaux en fonction de la position du joint dans le dispositif. La <i>figure 10</i> de la norme donne un schéma de répartition de ces équipements en fonction de la position du joint.</p> <p>La vérification de la bonne implantation lors de la réception du dispositif s'impose.</p>

Modèles	Références	Commentaires
BN4/GBA	Norme XP P 98.421 <i>figures 16 à 20.</i>	
BN4/BHO	Norme XP P 98.420 <i>figures 23 à 26.</i>	
BN5 BHO	Norme XP P 98.424 <i>Cf § G.2.</i>	<p>Les éléments constitutifs étant la lisse de BN4 et un élément de glissement de profil A ou B ; les dilatations seront traitées comme pour ces éléments constitutifs.</p> <p>Le traitement d'un joint de dilatation dans les parties constitutives d'une BHO est extrêmement délicat. Dans sa conception, la BHO n'a pas été prévue pour autoriser la constitution d'un joint de dilatation. Il faut prévoir un manchon de dilatation dans la pièce de jonction des UAP 150, un autre manchon dans l'oméga et des éléments de glissements conformes à la <i>figure 4</i> de NF P 98.411. Si ceci est techniquement possible, il faut noter que cela ne peut être réalisable que pour des souffles inférieurs à 8 cm environ.</p>
Autres modèles de barrières	S'il s'agit de modèles homologués, ces dispositions sont décrites dans l'annexe technique de la circulaire d'homologation.	L'étude du joint de dilatation sera à faire en fonction du modèle de barrière et de son principe de fonctionnement. Il est hautement conseillé de s'inspirer de solutions utilisées par ailleurs et donnant satisfaction.

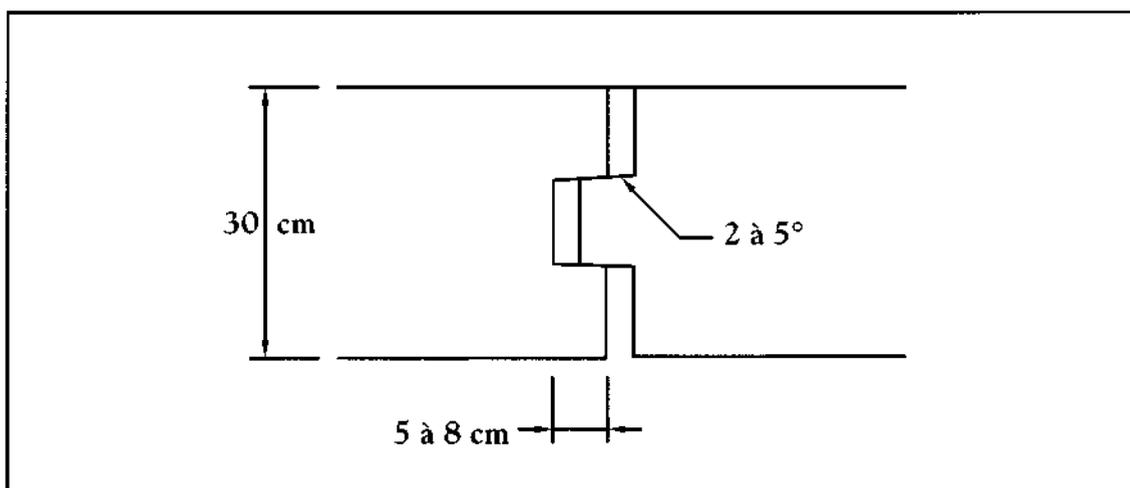


Figure G.4
Joint de BN1 par tenon/mortaise. Principe pour des souffles ≤ 3 cm.

G.3 - CALAGE DU JOINT

Prévoir un joint de dilatation dans un dispositif de retenue constitue une condition nécessaire mais peut s'avérer insuffisante si l'on n'a pas correctement **calé le joint en fonction de la température à la pose**. Il faut s'assurer que le joint fonctionnera librement aussi bien quand l'on sera en été (ouverture minimale du joint) qu'en hiver (ouverture maximale). Des désordres imputables à ces défauts de calage ont été observés.

La meilleure solution, et la plus simple, consiste à caler le joint du DR en prenant en compte l'ouverture du joint de chaussée et en la comparant aux valeurs données dans les Avis Techniques correspondants.

- **Cas des joints à revêtement amélioré** : prendre un joint de DR d'une capacité de 5 cm et caler le joint du DR à mi-chemin des possibilités extrêmes, c'est-à-dire à ± 25 mm des extrêmes.

- **Cas de joints à hiatus** (WOSD50, WR50, BETA 50, et similaires) : prendre l'ouverture du joint et la comparer aux valeurs mini/maxi d'ouverture du joint données dans l'avis technique.

Exemple : joint WOSD 50.

Ouverture au moment du chantier : 40 mm. La valeur mini de l'ouverture dans l'avis technique est de 10 mm. Ceci signifie que, pour une capacité de souffle de 50 mm, le joint est à 30 mm de son mini et à 20 mm de son maxi (l'écartement entre les lèvres varie de 10 à 60 mm, Cf. § I.1.3.2 de l'avis). Il faut donc caler le joint en prévoyant 30 mm pour sa fermeture (fonctionnement en été) et 20 mm pour son ouverture. A ces cotes, on ajoutera 10 mm de sécurité.

- **Cas des joints à peignes** (WD, WP, etc.) : prendre la distance entre l'extrémité d'une dent et le creux de la dent et la comparer à la longueur de la dent. Ceci donne le calage à prévoir. Là aussi, par sécurité, ajouter 10 mm à ces cotes, voire plus.

- **Cas de joints à bandes** : consulter les notices techniques des fabricants pour avoir la largeur mini/maxi du joint et la comparer à la valeur relevée sur site. Le principe du calage et la valeur de la sécurité restent identiques aux autres cas ci-dessus.

À titre d'information et parce qu'il s'agit de modèles de joints très courant, voici les cotes pour les joints de la famille M de Freyssinet International.

Modèle	Mini	maxi
M 65 & 80	165	245
M 100	225	325
M 150	485	635
M 200	625	825

Cotes en mm.

INDEX

A

Abouts de barrière	41
Ancrage béton armé	63
Ancrage P	128
Ancrage par "adhérence"	64
Ancrage par vis et douilles	64
Arrêté du 3 mai 1978	13
Ateliers de serrurerie	93

B

Barrière Bhab	18 ; 24
Barrière BN3	16
Barrière DBA/GBA	19
Barrière dite "Escota"	99
Barrière légère	98
Barrière normale en alliage d'aluminium	100
Barrière Provence B	98
Barrière Sécuribel	100
Barrières BHO et BN5	18
Barrières BN1-2	15
Barrière BN4	17
BHO en crête d'un mur en Terre Armée	124
BHO ou BN5 sur longrine non ancrée	144
BHO sur un mur en béton armé	72
BHO sur un mur en Terre Armée	67
BLOCAGE	39 ; 40 ; 41 ; 42
BN 4 en crête d'un mur	73
BN4 avec dalle de frottement	69
BN4-16	17
Barrière bois	25

C

Calage du joint	158
Carrefour giratoire dénivelé	40
Circulaire n° 88.49 du 9 mai 1988	13
Classement en fonction de la masse	27

Continuité	24
Corrosion galvanique	81
Couple de serrage	122
Coût	36
Coût global	36

D

Dalle de frottement pour BN4	126
Désalignement	42
Doucine	41 ; 44

E

Écran de retenue de chargement sur BN4	148
Écran de retenue d'objet	65
Écran	32
Écran de retenue de chargement	52 , 53 ; 54
Écran sur la barrière	35
Efficacité	52, 21
Efforts	57
ELS	62
ELU	62
Encombrement	27
Entretien des parties mobiles	84
Entretien et réparation	28
Essais statiques à la poutre	79
Esthétique	22
Étanchéité	120

F

Fabrication	77
Ferraillage	121
Ferraillage dans la structure	105
Flèche dynamique ou W	46
Fusible	28 ; 51 ; 64 ; 82

G		P	
Gabarit	47 ; 49	Paravent	32
GBA sur dalle de frottement	70	PAU	65
GBA/DBA en crête d'un mur	75	Piéton	64
		Ponts mobiles	44
I		Pose de la pièce d'ancrage	111
Indice ASI	39	Propriété acoustique	32
Isolement	42	Propriété industrielle et commerciale	37
		Protection contre la corrosion	81
J		Q	
Joint de dilatation	44	Qualité du béton	119
Joints dans les barrières	155		
L		R	
LBA	61	Rayons de courbure admissibles	35
Liaisons entre dispositifs de retenue	25	Réception	120
Longueur efficace	25 ; 26 ; 48	Rehaussement d'ancrage	84
		Remise en état des ancrages	85
M		Remplissage	30
Maintien provisoire des pièces d'ancrage	118	Réparation des parties accidentées	84
Maintien provisoire des supports	117	Répartiteurs d'ancrage	112
Manchons	45 ; 48	Réservations	117
Masse	26		
Mise en œuvre	78	S	
Mise en œuvre des parties en béton	78	Sécurité à la mise en œuvre	79
Mise en œuvre des parties métalliques	79	Sous-traitance	37
Mortier de calage	119	Surveillance	83
Muret d'about	50		
Murets ferrailés	71	T	
Murs de soutènement	65	TETRA	17
		Trafic piéton	30
N		Transpec	45
Nature des aciers en attente	104	Trottoirs	41 ; 55
Notice d'entretien	85		
		V	
		Visibilité	22

Édition des publications CTOA : Jacqueline THIRION : 01 46 11 34 82
Étude graphique et mise en page : Concept Graphic 45 : 02 38 92 03 25
Photogravure et impression :

**Ce document est propriété de l'Administration,
il ne pourra être utilisé ou reproduit, même partiellement,
sans l'autorisation du SETRA.**

Dépot légal
ISBN 2-11-090643-X

© 1999 SETRA