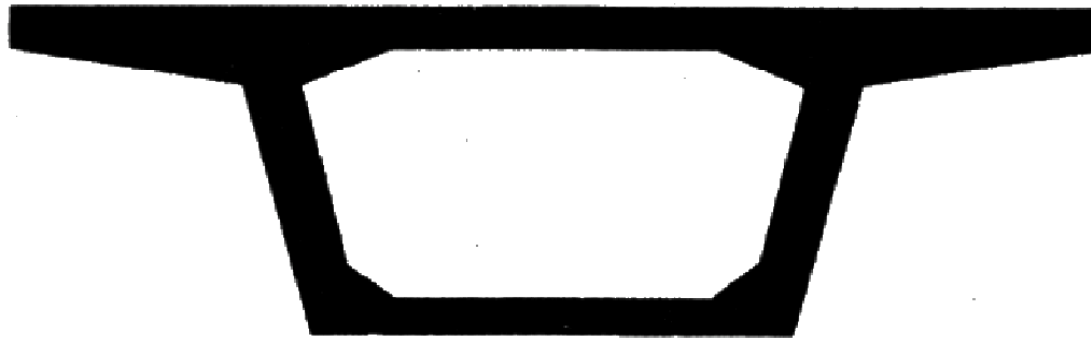


Poutre-caisson

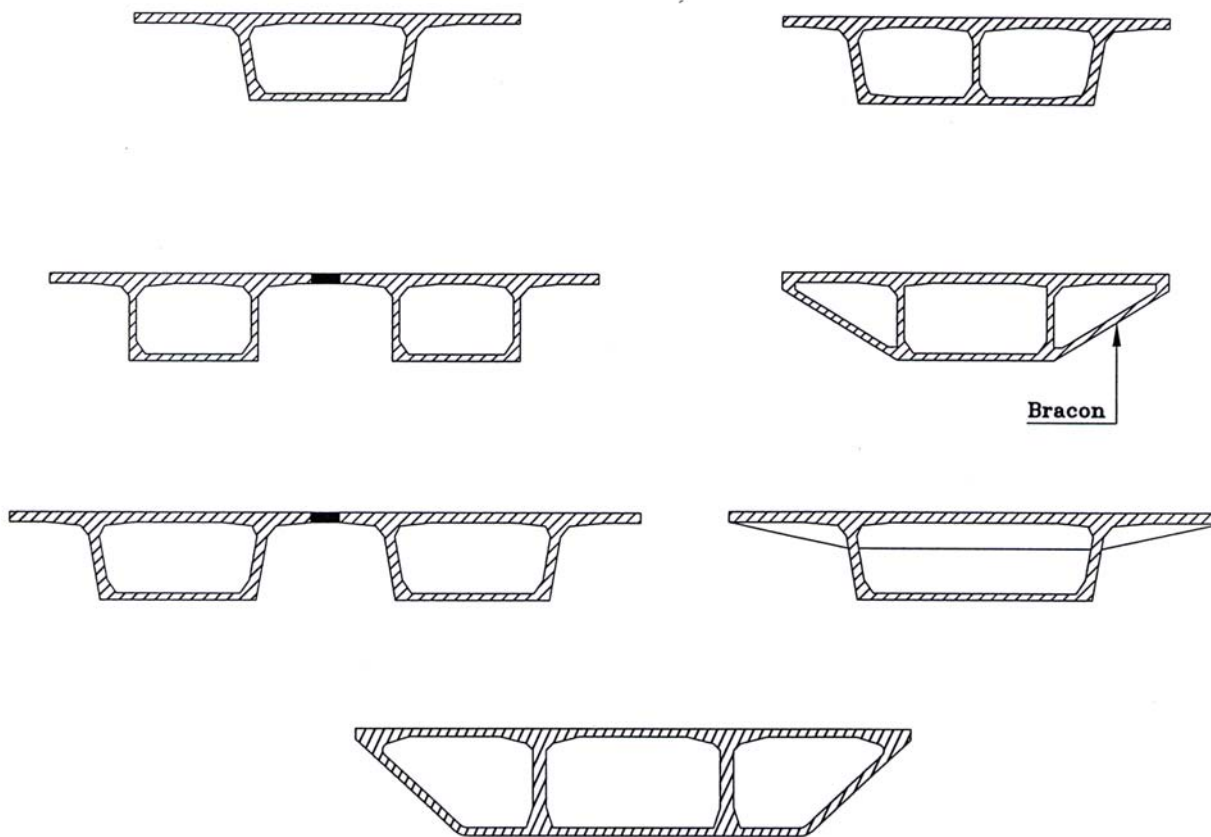


Morphologie

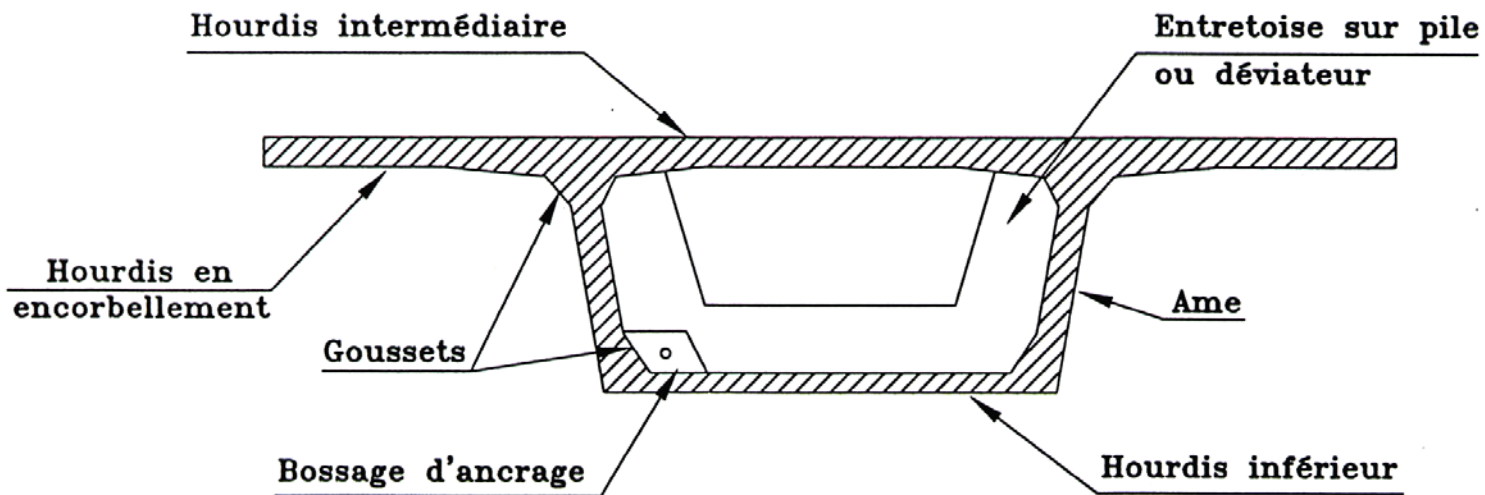


Morphologie

COUPES TRANSVERSALES



Morphologie



Morphologie



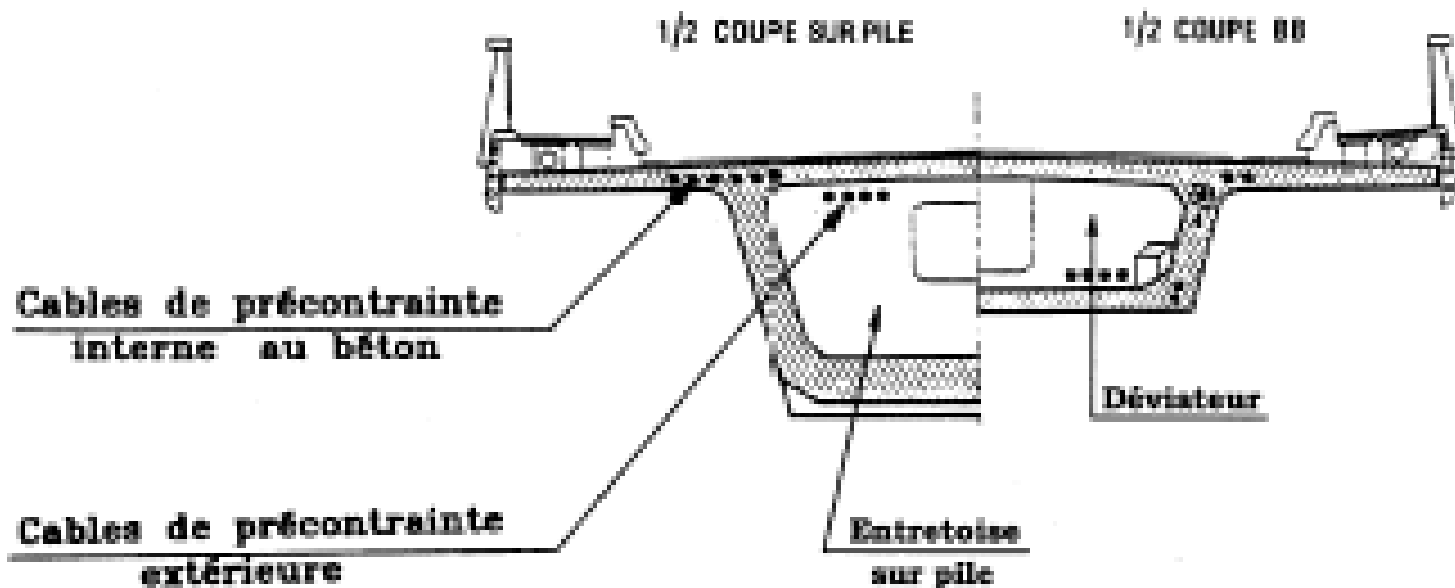
**Mono-caisson avec
bracons métalliques**



**Mono-caisson avec bracons
métalliques et âmes métalliques
plano-tubulaires**

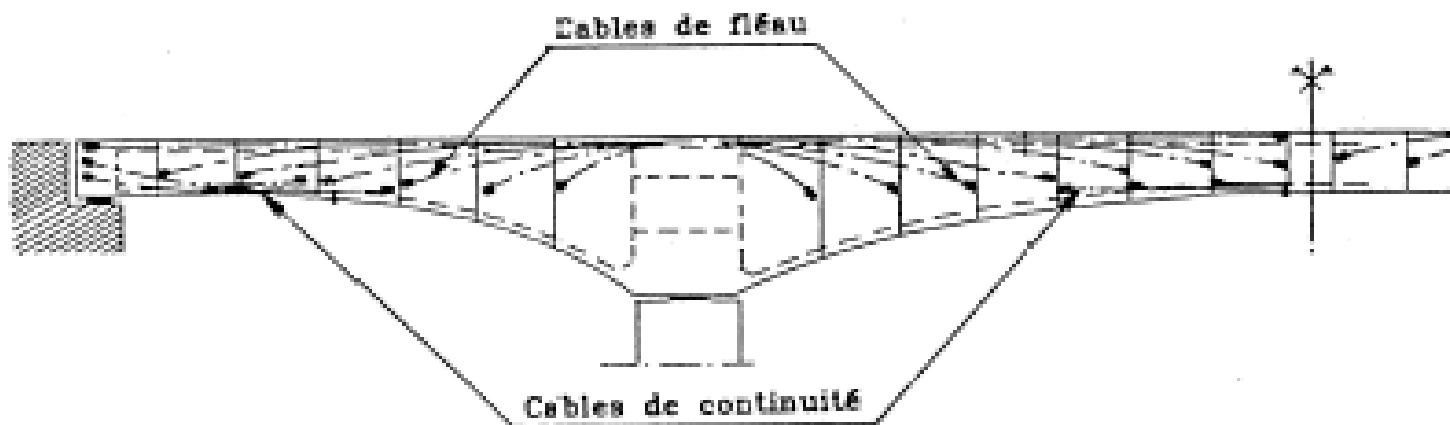
Câblage

Coupe transversale



Câblage

Précontrainte intérieure



▶ Câbles de fléau

Assemblage des voussoirs pendant la phase de construction

▶ Câbles de continuité

Assemblage des fléaux et des extrémités du tablier

Câblage

Précontrainte extérieure

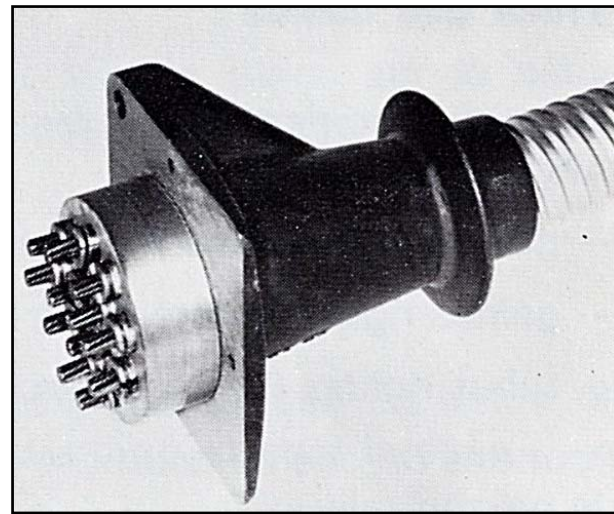


La précontrainte extérieure est couramment utilisée en câblage de continuité depuis les années 1980

Précontrainte

▶ Armatures

Les câbles sont composés de torons : par exemple un câble 12T15S est composé de 12 torons de 15,7 mm de diamètre et d'une section de 150 mm² chacun



▶ Ancrage

Les câbles sont ancrés à la structure au moyen de clavettes ou mors, plaque et tromplaque

Protection des câbles

► Conduits

Les armatures sont disposées dans des conduits ou gaines

- Précontrainte intérieure : les conduits en feuillard d'acier sont noyés dans le béton
- Précontrainte extérieure : les conduits sont généralement en polyéthylène haute densité (PEHD) et disposés à l'extérieur du béton et à l'intérieur des caissons



Protection des câbles

▶ Produits de protection

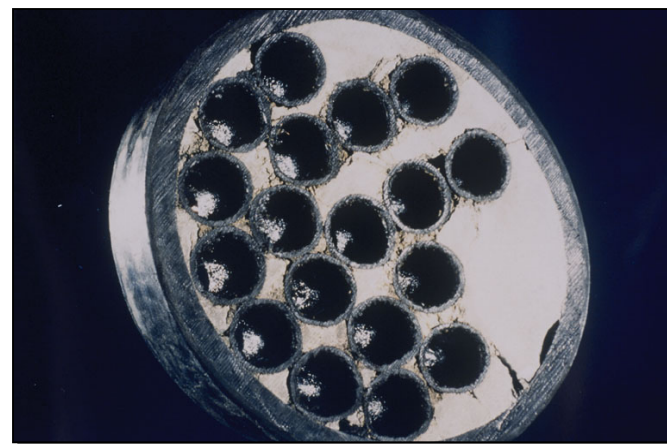
Les armatures sont protégées contre la corrosion

- Précontrainte intérieure : les conduits sont injectés au coulis de ciment
- Précontrainte extérieure : les conduits peuvent être injectés soit par du coulis de ciment soit par des produits souples (cire ou graisse)

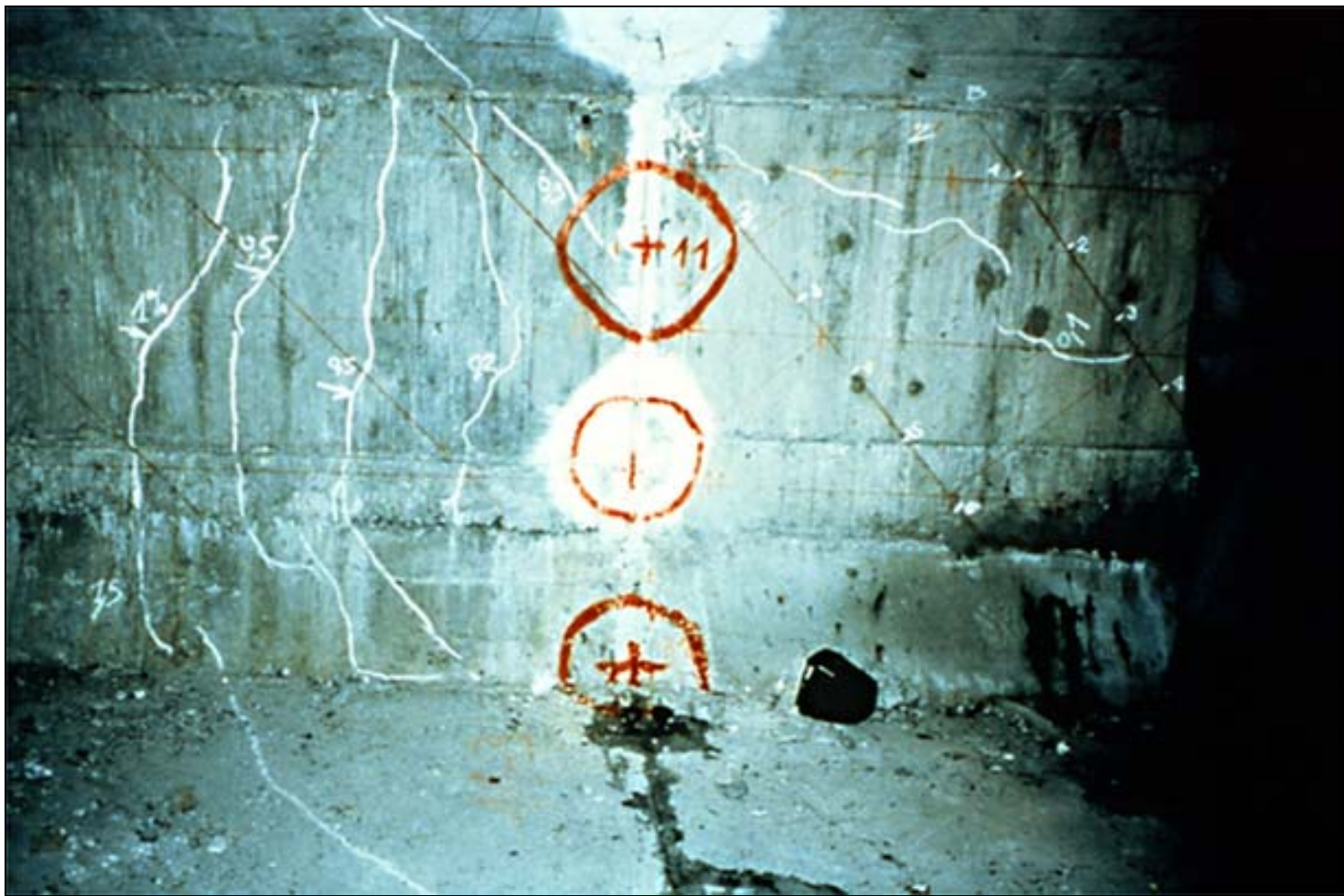
▶ Cas des monotorons

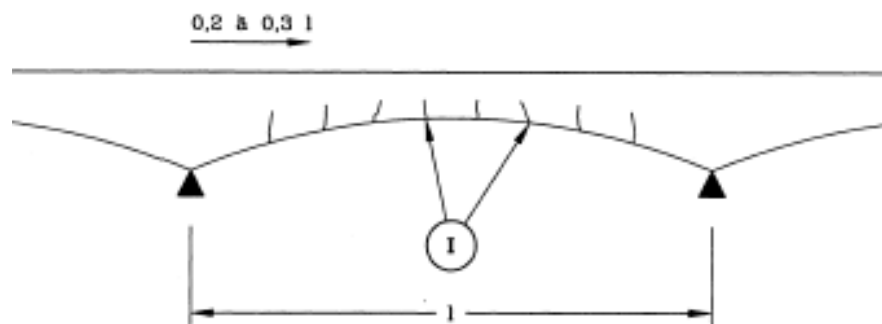
Chaque toron est protégé contre la corrosion par une gaine en PEHD injectée à la cire ou à la graisse

L'ensemble du faisceau de monotorons est disposé dans une gaine en PEHD injectée au coulis de ciment



Fissuration des âmes



Fissuration des âmes

► **Type de défaut**

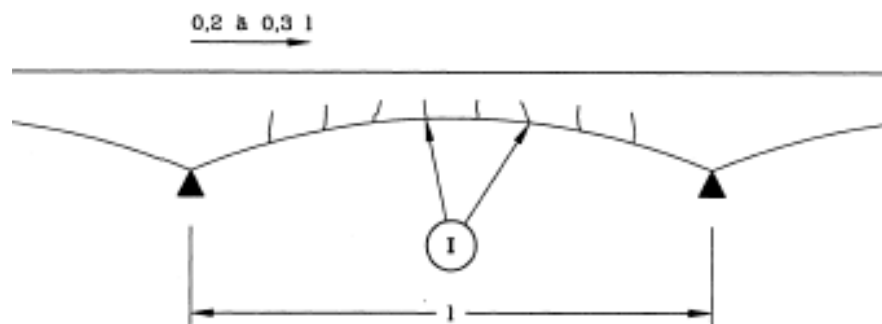
Fissures transversales de flexion (souvent très fines et difficiles à détecter) (type I du catalogue des désordres)

► **Situation**

Préférentiellement situées dans les joints entre voussoirs et dans les zones dites de « moment nul »

Dans le cas présent, unique en fibre inférieure et multiples dans les âmes

Fissuration des âmes



► Cause

Insuffisance de résistance à la flexion longitudinale due à la concomitance possible de plusieurs causes (déficits de précontrainte, redistribution d'efforts par fluage, non prise en compte du gradient thermique...)

► Critère de classement

Sans risque de fatigue des armatures de précontrainte : classe 3

Avec risque de fatigue (trafic PL important) ou fissure très ouverte : classe 3U

Fissuration des âmes

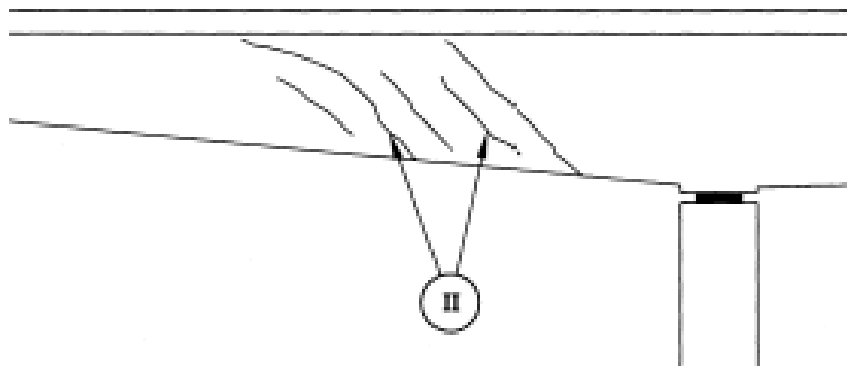


Vue de l'extérieur



Vue de l'intérieur

Fissuration des âmes



▶ **Type de défaut**

Fissure oblique d'effort tranchant (type II du catalogue de désordres)

▶ **Situation**

Dans les âmes, à proximité des appuis

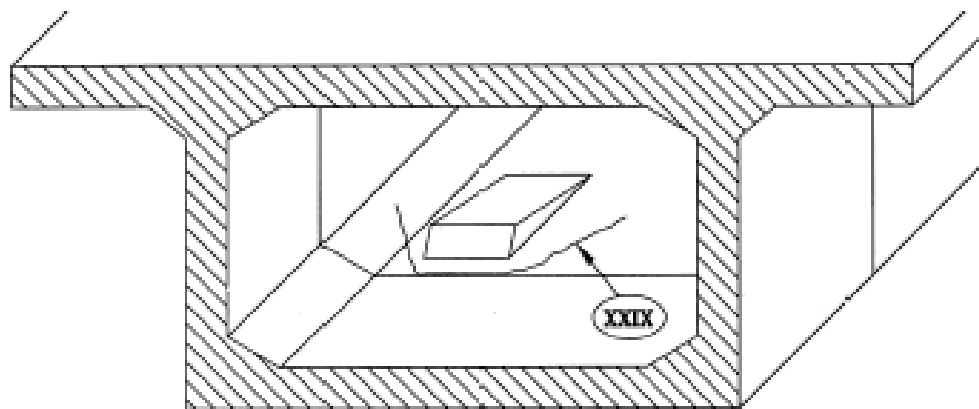
▶ **Cause**

Insuffisance de résistance au cisaillement due à la concomitance possible de plusieurs causes (excès de poids propre, insuffisance de précontrainte longitudinale, absence ou insuffisance de précontrainte verticale dans les âmes)

▶ **Critère de classement**

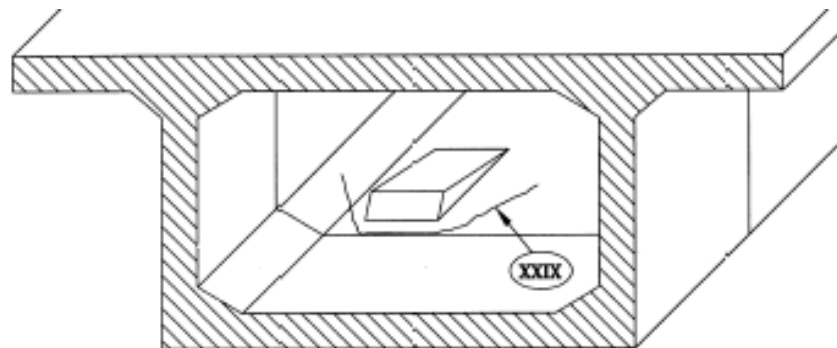
Isolée et inférieure à 0,3 mm : classe 3

Fissuration du hourdis inférieur et des âmes





Fissuration du hourdis inférieur et des âmes



► Type de défaut

Fissures de diffusion entraînement (type XXIX du catalogue de désordres)

► Situation

Elles sont multiples, s'amorcent à l'arrière du bossage et remontent dans l'âme

► Cause

Insuffisance des armatures de couture du hourdis sous l'effet de la traction qui se développe en arrière des ancrages

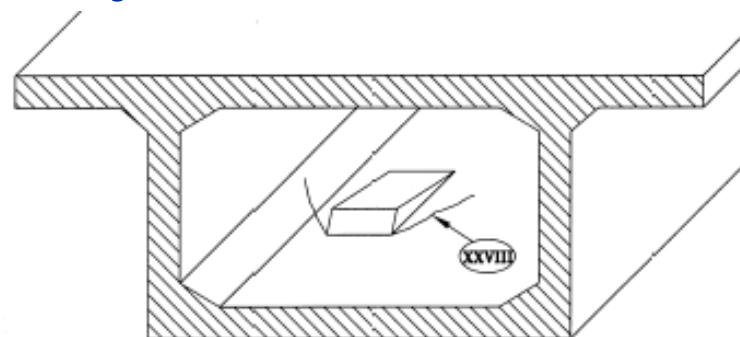
► Critère de classement

Multiples, remontant haut dans l'âme et accompagnées d'une ouverture de joint entre voussoirs : classe 3U

Fissuration du hourdis inférieur



Fissuration du hourdis inférieur



► Type de défaut

Fissure de diffusion, encore appelée fissure en « arêtes de poisson » (type XXVIII du catalogue de désordres)

► Situation

Elle s'amorce en partie arrière d'un bossage d'ancrage de câble situé en hourdis inférieur et peut remonter dans l'âme

► Cause

Insuffisance des armatures de couture du hourdis sous l'effet de la diffusion des efforts concentrés des ancrages

► Critère de classement

Fine et ne portant que sur un ancrage, sans se prolonger dans l'âme :
classe 2

Fissuration du hourdis inférieur



Fissuration du hourdis inférieur



► Type de défaut

Fissure d'entraînement (type XXIX du catalogue de désordres)

► Situation

Située à l'arrière d'un bossage d'ancrage de plusieurs câbles de continuité

► Cause

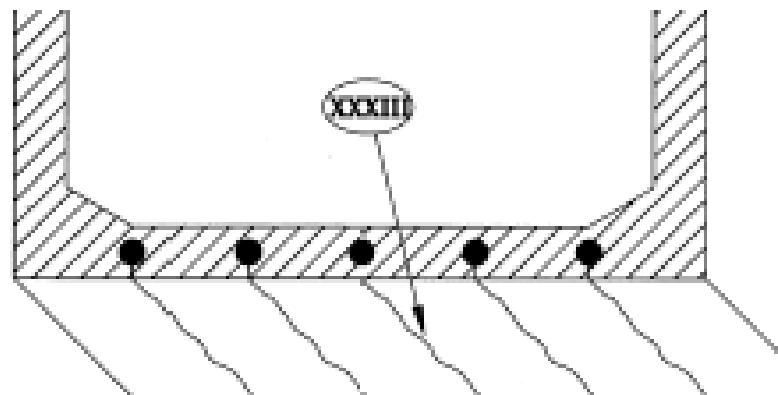
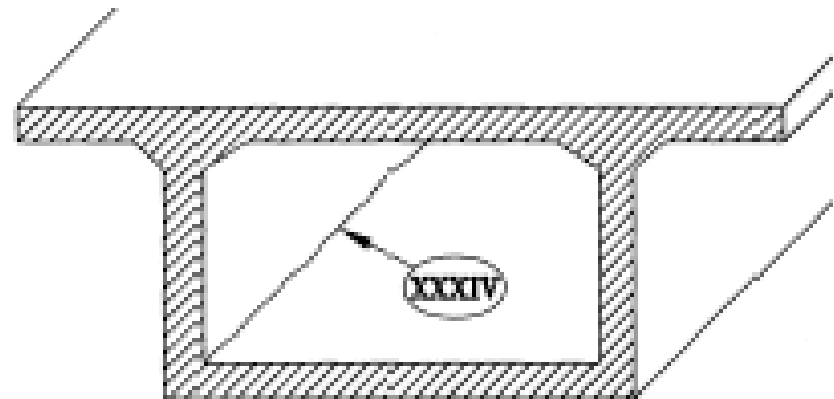
Ferrailage insuffisant pour couvrir les tractions s'exerçant à l'arrière du bossage, et arrêt de nombreux câbles de continuité dans une même section

► Critère de classement

Dans le cas présent, elle se conjugue à une fissure de flexion : classe 3U



Fissuration du hourdis inférieur



Fissuration du hourdis inférieur



► Type de défaut

Fissure de poussée au vide
(type XXXIV du catalogue de désordres)

► Situation

Intérieure au caisson à la jonction âme /
hourdis inférieur (accompagnée par une
fissuration longitudinale répartie sous le
hourdis inférieur type XXXIII du catalogue
de désordres)

► Cause

Insuffisance de ferrailage transversal pour s'opposer à la poussée vers le bas des câbles de continuité, dans un hourdis courbe. (Ceci est aggravé par une insuffisance de résistance en flexion transversale de l'ouvrage)

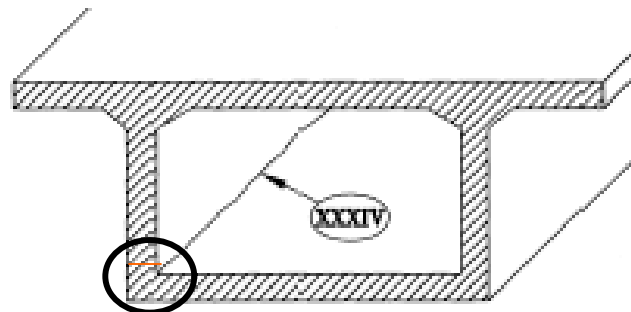
► Critère de classement

Fissure d'ouverture importante (supérieure à 0,5 mm) combinée à des désordres de flexion : classe 3U

Fissuration à la jonction hourdis / âmes



Fissuration à la jonction hourdis / âmes



▶ **Type de défaut**

Fissure longitudinale traversante (type XXXIV)

▶ **Situation**

Entre l'âme et le hourdis inférieur (vue de l'extérieur)

▶ **Cause**

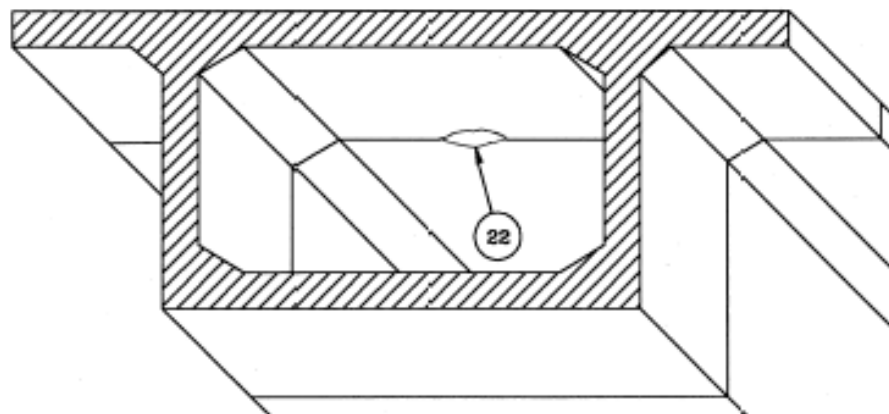
Retrait gêné dû à une construction par phases ou poussée au vide des câbles

▶ **Critère de classement**

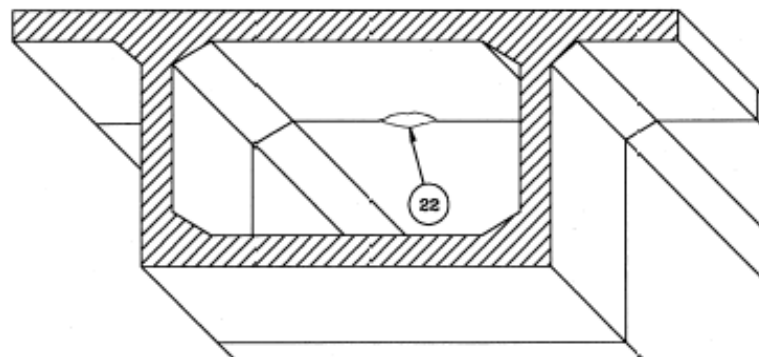
Si retrait gêné et selon l'ouverture : classe 1 ou 2

Si poussée au vide (alors accompagnée par une fissuration longitudinale répartie sous le hourdis inférieur) : classe 3U

Désordre du hourdis supérieur



Désordre du hourdis supérieur



► Type de défaut

Défaut de conjugaison (défaut n°22 du catalogue des désordres)

► Situation

Situé, dans le cas présent, dans un joint entre voussoirs en hourdis supérieur

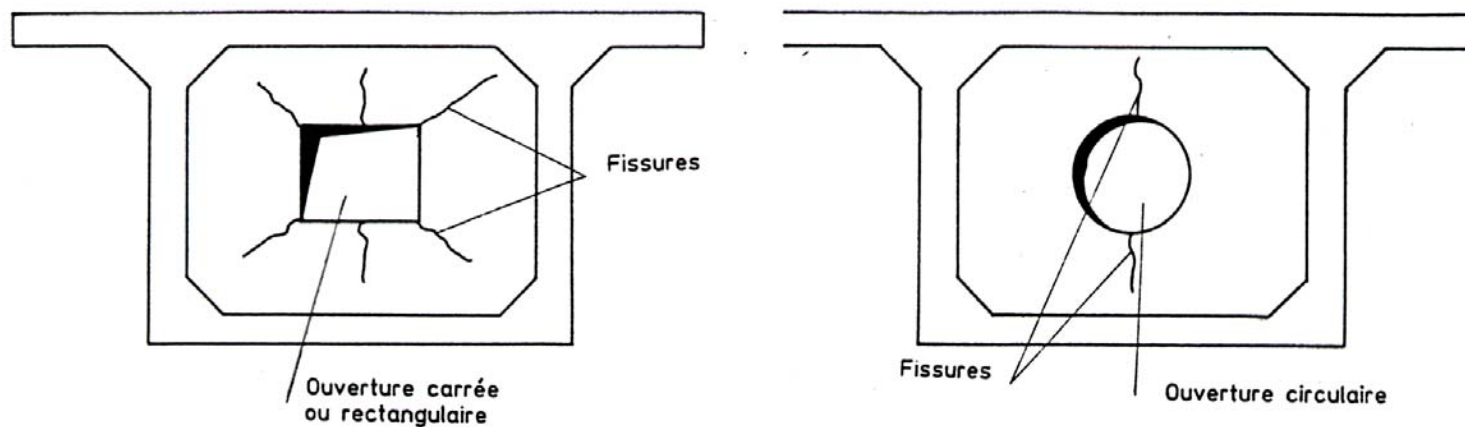
► Cause

Mauvaise conjugaison à la construction

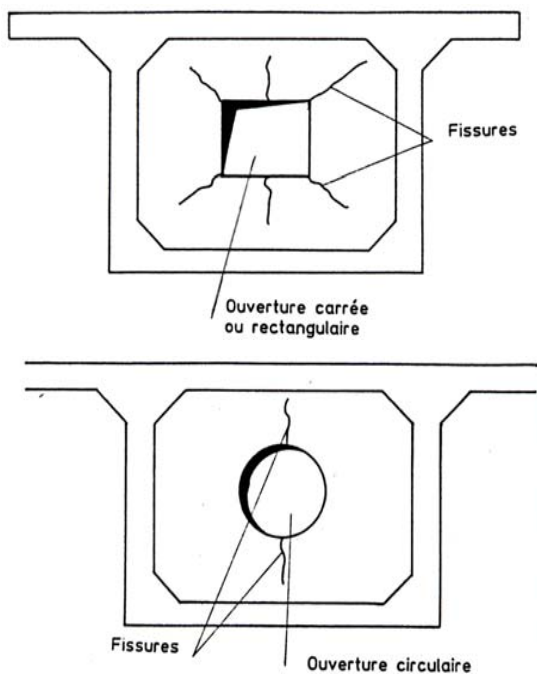
► Critère de classement

Sans battement des lèvres du joint au passage des véhicules et localisé sur quelques dizaines de centimètres : classe 1

Fissuration des entretoises



Fissuration des entretoises



► Type de défaut

Fissures d'entretoise
(défaut n° 47 du catalogue de désordres)

► Situation

S'amorce à partir d'une ouverture (trou d'homme) pratiquée dans l'entretoise

► Cause

Retrait gêné

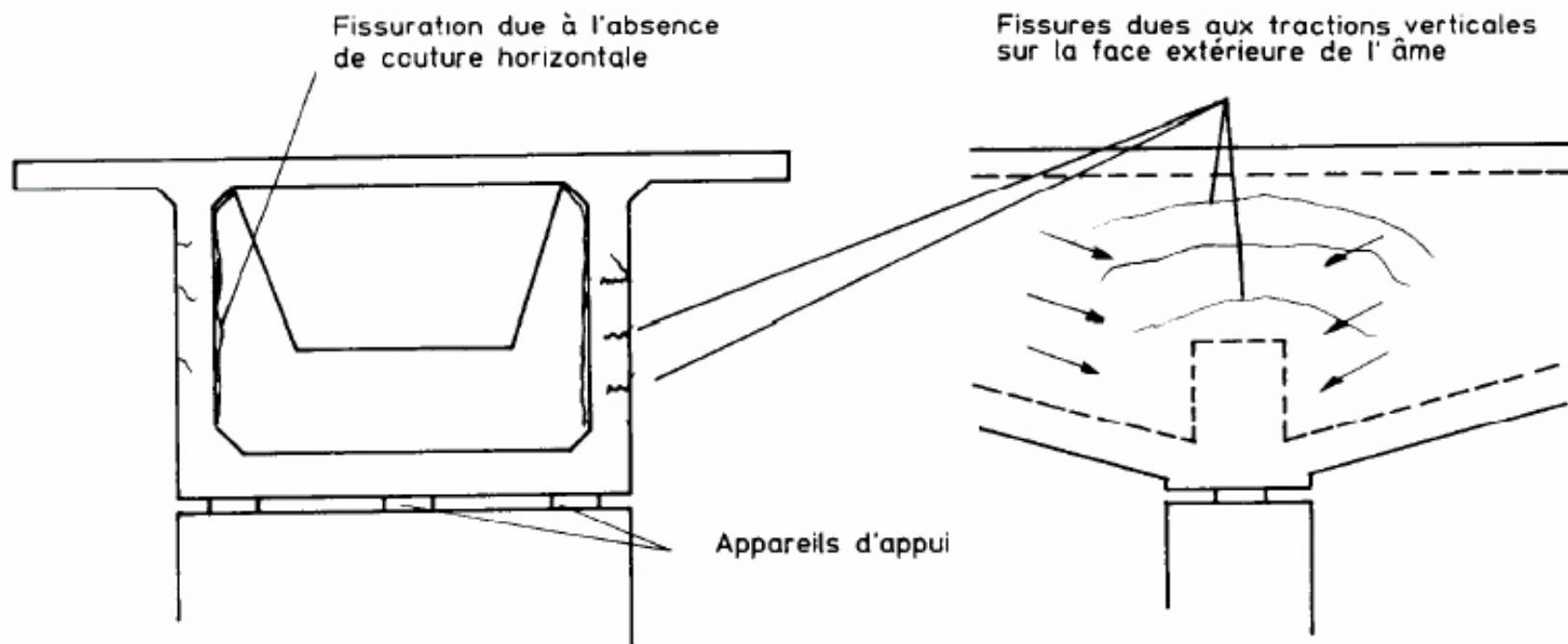
► Critère de classement

Si les fissures sont courtes et d'ouverture inférieure à 0,3 mm : classe 1

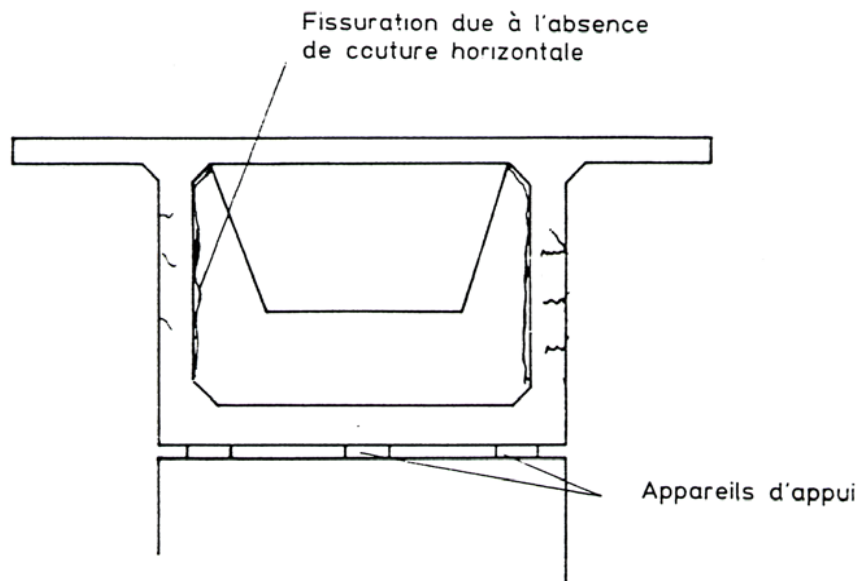
Si les fissures sont courtes et d'ouverture supérieure à 0,3 mm, elles peuvent mettre en cause la durabilité de l'entretoise : classe 2

Si elles se prolongent jusqu'au parement d'une âme, elles mettent en cause le fonctionnement de l'entretoise : classe 3

Fissuration des entretoises



Fissuration des entretoises



► Type de défaut

Fissures d'entretoise
(type XXXVIII)

► Situation

À la jonction entre entretoise
et âmes

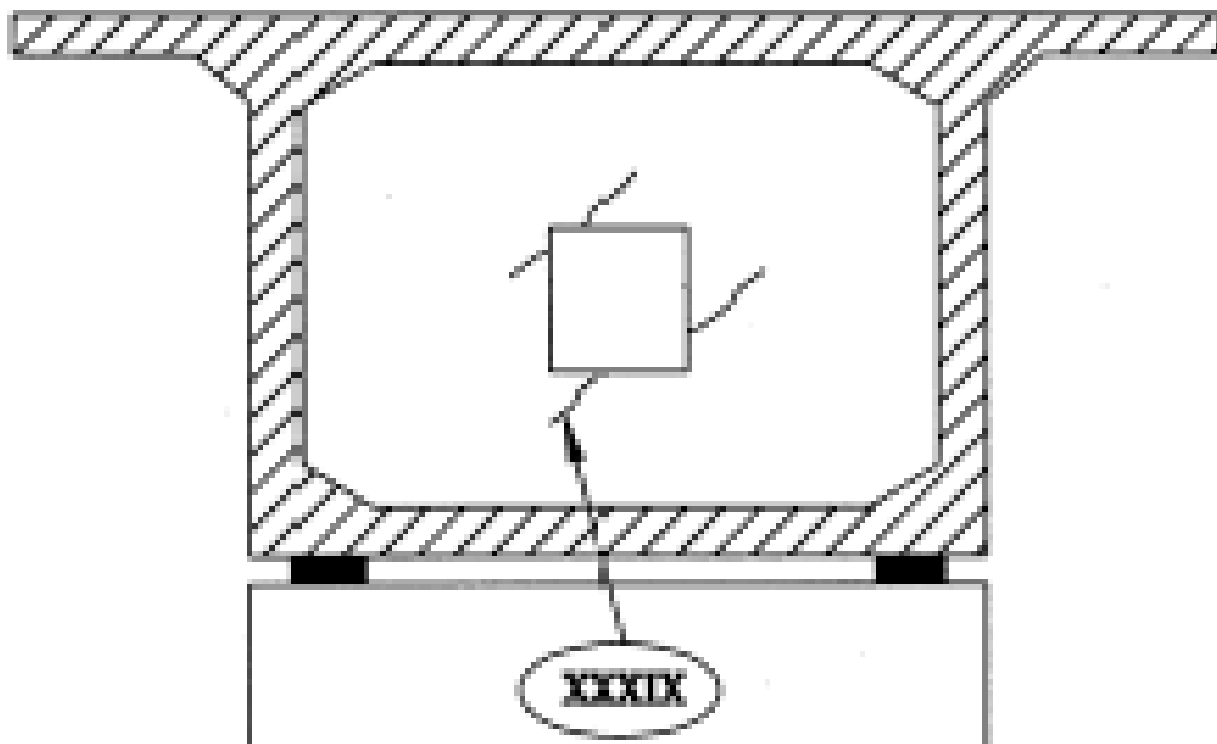
► Cause

Absence ou insuffisance de couture horizontale liée à une mauvaise diffusion des réactions d'appui

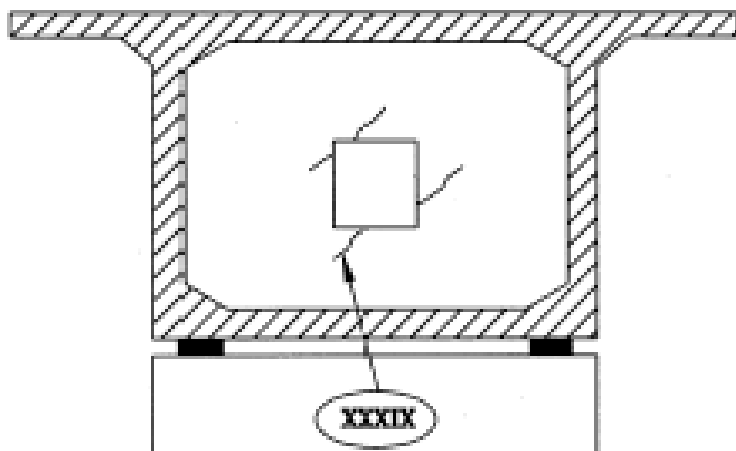
► Critère de classement

Selon l'importance de la fissuration et selon la concomitance avec la présence de fissures horizontales sur les faces extérieures des âmes (type XII) : classe 3 à 3U

Fissuration des entretoises



Fissuration des entretoises



► Type de défaut

Dans le cas d'un pont courbe, fissures d'entretoise (type XXXIX)

► Situation

Traversant l'ouverture située au centre de l'entretoise

► Cause

Fissuration due aux effets de la torsion sur appui (l'âme intérieure gauche est plus chargée que l'âme extérieure droite)

► Critère de classement

Selon l'importance de la fissuration : classe 2 à 3U

Désordres de la précontrainte extérieure



Désordres de la précontrainte extérieure



► Type de défaut

Fissuration du conduit en polyéthylène haute densité (PEHD)

► Situation

Localisée, dans le sens longitudinal ou transversal

► Cause

Défaut de mise en œuvre ou de matériau (PEHD) avec mise en cause de la durabilité du conduit

Défaut de résistance mécanique par mise en vibration de la gaine sous trafic ou défaut du coulis de ciment ou des armatures de précontrainte

► Critère de classement

Mise en cause de la protection anticorrosion des câbles de précontrainte : classe 2E

Le conduit et le coulis sont des éléments de protection. Il faut examiner l'état des armatures de précontrainte



Désordres de la précontrainte extérieure



Désordres de la précontrainte extérieure



► Type de défaut

Déformation en hélice du conduit en PEHD

► Situation

Sur une partie de la longueur du câble

► Cause

Rupture de toron à la mise en tension ou par corrosion durant la vie de l'ouvrage

► Critère de classement

Si la déformation est d'origine et a été analysée et traitée pendant les travaux, enregistrée dans le dossier de l'ouvrage et relevée lors de l'inspection détaillée initiale : classe 1

Si la déformation est apparue en service : classe 3U

Désordres de la précontrainte extérieure



Désordres de la précontrainte extérieure



► Type de défaut

Rupture de câble

► Situation

En section courante derrière un ancrage

► Cause

Corrosion des armatures par des éléments agressifs du coulis

► Critère de classement

Mise en cause de la stabilité de l'ouvrage et de la sécurité des agents d'inspection : classe 3U + mention S