

MINISTÈRE DES TRANSPORTS

DIRECTION GÉNÉRALE DES TRANSPORTS INTÉRIEURS

Défauts apparents des ouvrages d'art métalliques



DIRECTION DES ROUTES
ET DE LA CIRCULATION ROUTIÈRE

**MINISTÈRE DES TRANSPORTS
DIRECTION GÉNÉRALE DES TRANSPORTS INTÉRIEURS**

Direction des Routes et de la Circulation routière - 244 boulevard Saint-Germain - 75775 Paris Cedex 16

**Défauts apparents
des ouvrages d'art métalliques**

Document réalisé et diffusé par

le Laboratoire Central des Ponts et Chaussées
58, boulevard Lefebvre - 75732 PARIS CEDEX 15

LCPC

le Service d'Etudes Techniques des Routes et Autoroutes
46, avenue Aristide Briand - 92223 BAGNEUX

SETRA

1981

Cette nomenclature des défauts d'ouvrages d'art métalliques résulte du regroupement des observations de l'ensemble des Laboratoires des Ponts et Chaussées et du Service d'Études techniques des Routes et Autoroutes qui ont été appelés à participer à des visites d'inspection.

Composition du groupe chargé de l'élaboration du document :

Animateur et secrétaire	M. Persy	LR de Nancy
Membres	M. Bois	LCPC
	M. Brignon	SETRA
	M. Méhue	SETRA
	M. Lecroq	DOA du CETE de Lyon
	M. Chatelain	LCPC
	M. Lafuente	LR de Bordeaux
	M. Bastet	LR d'Aix-en-Provence

Ce document est propriété de l'Administration et ne peut être reproduit, même partiellement, sans l'autorisation du Directeur du Laboratoire central des Ponts et Chaussées ou du Directeur du Service d'Études techniques des Routes et Autoroutes (ou de leurs représentants autorisés).

SOMMAIRE

	pages
Présentation	5
Ch. BRIGNON et C. BOIS	
Avant-propos	6
1 — Défauts pouvant affecter tous les ouvrages métalliques	7
1.1 - Désordres dus à la corrosion	8
1.2 - Facteurs de corrosion	14
1.3 - Défauts géométriques et déformations anormales	19
1.4 - Défauts de comportement mécanique	22
1.5 - Fissures et ruptures	26
2 — Défauts spécifiques des ponts suspendus et à haubans	29
2.1 - Défauts des massifs d'ancrage et des pylones	30
2.2 - Corrosion et facteurs de corrosion des câbles et ancrages	33
2.2.1 - Retenues d'eau	33
2.2.2 - Défauts de la protection anti-corrosion des câbles	40
2.2.3 - Corrosion des câbles	44
2.3 - Défauts mécaniques des câbles et ancrages	46
2.4 - Ruptures	48
2.5 - Défauts mécaniques et géométriques de la suspension	51
2.6 - Défauts des dispositifs d'appui et équipements	56
3 — Défauts de platelages	58
3.1 - Défauts des platelages métalliques	59
3.2 - Défauts des platelages en bois	63
3.3 - Défauts des platelages en béton	65
3.4 - Défauts des voûtains en brique ou en maçonnerie	66
Index alphabétique	68

Présentation

Charles BRIGNON
Chef du service métal à la division des ouvrages d'art
Service d'Etudes techniques des Routes et Autoroutes

Claude BOIS
Chef du département des structures et ouvrages d'art
Laboratoire central des Ponts et Chaussées

La surveillance des ouvrages d'art repose en grande partie sur leur examen visuel, et se traduit par la rédaction de procès-verbaux destinés à transmettre l'information (par communication à toutes les personnes intéressées) et à la conserver (par classement dans le dossier d'ouvrage).

Pour être utilisable par son destinataire immédiat ou différé, cette information doit être saisie convenablement, puis exprimée à l'aide d'un vocabulaire commun.

C'est pour cette raison que le LCPC, le SETRA et les CETE ont établi un catalogue des défauts apparents des ouvrages d'art métalliques, qui vient s'ajouter au document de même nature, publié en 1975, concernant les ouvrages en béton.

Ce catalogue permet tout d'abord de traduire, dans un vocabulaire commun à tous, les constatations visuelles que peut faire un visiteur d'ouvrage. Il ne remplirait qu'imparfaitement son rôle s'il ne permettait pas, en même temps, de porter une appréciation sur la gravité des défauts constatés.

C'est pourquoi la description de chaque défaut est assortie d'un indice de gravité ; une part d'interprétation reste cependant nécessaire : il faut en effet, dans bien des cas, pour apprécier la gravité réelle d'un défaut, tenir compte de la présence ou de l'absence d'autres défauts, et de l'état mécanique de la structure.

Le présent catalogue comporte, en ce qui concerne l'appréciation de la gravité, une innovation importante par rapport au catalogue concernant les ouvrages en béton : en effet, beaucoup plus que ces derniers, les ouvrages d'art métalliques sont susceptibles de présenter des défauts sans gravité par eux-mêmes, mais générateurs, si aucun remède n'y est apporté, d'autres défauts aux conséquences plus graves. Le meilleur exemple est celui du « piège à eau » ; l'existence d'une zone dans laquelle l'eau peut stagner faute d'une évacuation convenable ne réduit pas la solidité de l'ouvrage ; cependant, si aucune mesure n'est prise pour que cette eau s'évacue, il en résultera inexorablement une dégradation de la protection, puis une corrosion du métal, qui affecte directement la résistance de l'ouvrage.

L'ordre de présentation diffère de celui du catalogue des défauts apparents des ouvrages en béton. Au classement alphabétique a été substitué un classement fonctionnel, dont l'objectif est de permettre de trouver le nom d'un défaut à partir d'une concentration effectuée sur un ouvrage. Ce classement, difficile à établir, n'est malheureusement pas parfait.

Un index alphabétique permet au lecteur d'un procès-verbal de visite ou d'inspection de retrouver, à partir du nom d'un défaut, sa description.

Ce document, qui doit constituer une aide utile au surveillant d'ouvrage, ne peut avoir pour effet de rendre sa tâche automatique :

— l'appréciation de la gravité d'un défaut doit tenir compte, dans la plupart des cas, de son évolution. Une analyse critique de constatations précédentes est donc nécessaire, et les constatations effectuées doivent être décrites avec assez de précision et de clarté pour pouvoir être analysées par la suite, et comparées avec les constatations ultérieures,

— le document ne prétend pas être exhaustif. S'il ne permet pas de qualifier une constatation, il ne faut pas chercher à s'y rattacher de façon rigide ; une description détaillée spécifique du défaut rencontré, doit être effectuée.

En définitive, ce catalogue aura rempli son rôle s'il conduit les agents chargés de la surveillance à se poser davantage de questions, et à rechercher les réponses auprès d'agents spécialisés autant que dans le catalogue.

Avant-propos

Ce catalogue des défauts apparents des ouvrages d'art métalliques a été établi principalement à l'intention des agents chargés d'exécuter les visites et inspections de ces ouvrages. Il a pour but d'uniformiser la manière de voir de ces agents et de fixer le langage utilisé, ainsi que de donner des éléments permettant d'apprécier la gravité des défauts constatés.

Ne sont pas visés dans cette première version, les buses métalliques et autres ouvrages pour lesquels les problèmes généraux peuvent être appliqués et qui feront l'objet d'un document complémentaire.

Il fait suite au catalogue des défauts apparents des ouvrages en béton, déjà paru.

Ce catalogue définit cinq classes de défauts, chacune étant affectée d'un indice de gravité. A l'exclusion des défauts de la classe B, tous sont susceptibles d'une évolution pouvant conduire, si aucun remède n'y est apporté, à la mise en cause de la sécurité.

- B – Défauts sans conséquence importante autre qu'esthétique.*
- C – Défauts qui indiquent qu'une évolution risque de se faire anormalement.*
- D – Défauts révélateurs d'une évolution de détérioration.*
- E – Défauts qui traduisent de façon très nette une modification du comportement de la structure et qui mettent en cause sa durabilité.*
- F – Défauts indiquant la proximité d'un état de ruine et nécessitant soit une restriction d'utilisation, soit la mise hors service de l'ouvrage.*

En outre, l'indice C désigne des défauts ne présentant pas de gravité par eux-mêmes, mais générateurs de défauts plus graves.*

NOTA : Sauf précision contraire, l'indice de gravité indiqué dans le présent catalogue s'applique à la partie d'ouvrage affectée par le défaut, et non à l'ensemble de l'ouvrage.

1 - DÉFAUTS POUVANT AFFECTER TOUS LES OUVRAGES MÉTALLIQUES

1.1 - Désordres dus à la corrosion

1.2 - Facteurs de corrosion

1.3 - Défauts géométriques et déformations anormales

1.4 - Défauts de comportement mécanique

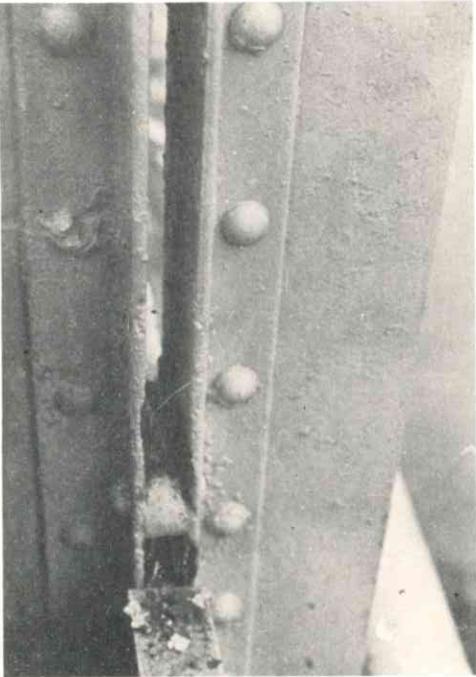
1.5 - Fissures et ruptures

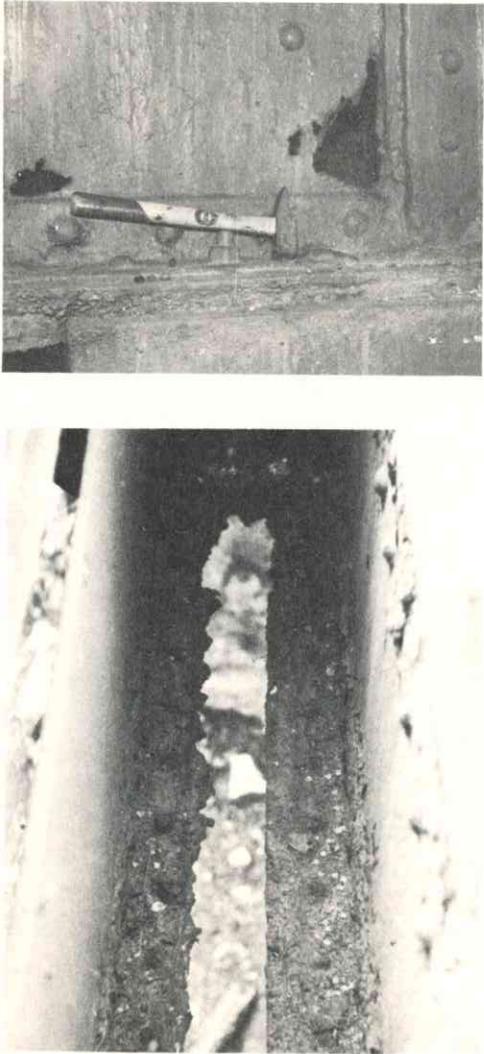
TIONS

on ne
lorsque
té
une

a
fection
n.

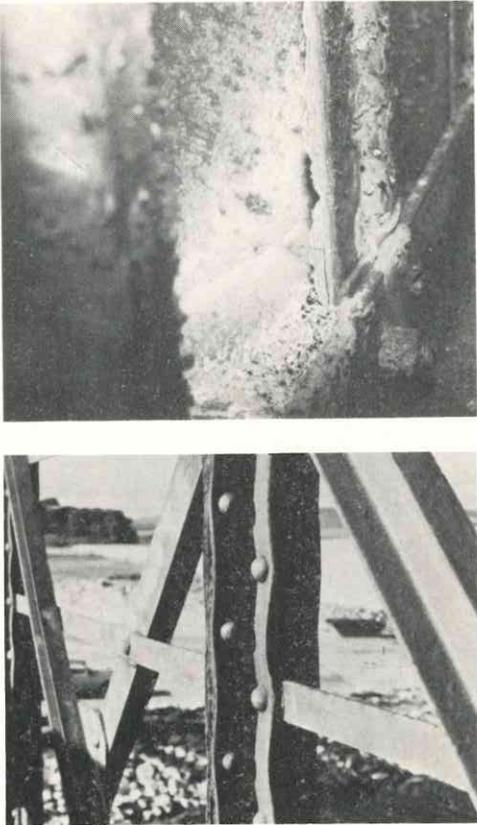
r le
rès de
antie des
strielles,
is 1er

NOM DU DÉFAUT	DÉFINITION OU DESCRIPTION CAUSES POSSIBLES	INDICE DE GRAVITÉ	ILLUSTRATION	OBSERVATIONS
CORROSION PAR PIQURES	Corrosion par dissolution, répartie en zone de faible surface ayant l'aspect de trous d'épingle et progressant dans l'épaisseur du métal.	C-D		
CORROSION GÉNÉRALISÉE	Corrosion par dissolution affectant des zones de plus ou moins grande étendue ; la formation d'oxyde a pour corollaire une diminution progressive d'épaisseur du métal sain.	C-D		
RÉDUCTION D'ÉPAISSEUR	Résultat de la corrosion généralisée, le métal étant partiellement transformé en oxyde. La réduction d'épaisseur peut être : - locale, - étendue.	D-F E-F		

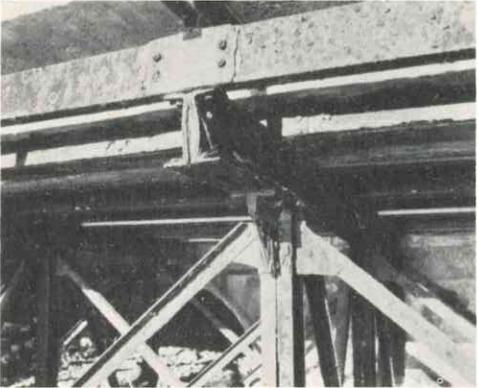
NOM DU DÉFAUT	DÉFINITION OU DESCRIPTION CAUSES POSSIBLES	INDICE DE GRAVITÉ	ILLUSTRATION	OBSERVATIONS
<p>PERFORATION</p> <ul style="list-style-type: none"> . En pleine pièce . Latérale 	<p>Phase ultime des deux types de corrosion ci-dessus :</p> <ul style="list-style-type: none"> — localisée à des trous de faible dimension : résultat de la corrosion par piqûre ; — affectant des zones plus importantes : résultat de la corrosion généralisée. 	E-F		

ATIONS

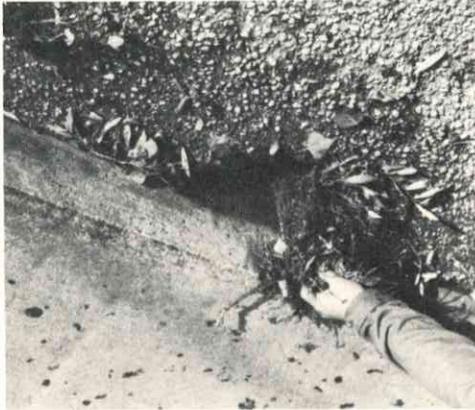
NOM DU DÉFAUT	DÉFINITION OU DESCRIPTION CAUSES POSSIBLES	INDICE DE GRAVITÉ	ILLUSTRATION	OBSERVATIONS
CORROSION FISSURANTE SOUS TENSION	Défaut le plus souvent spécifique des fils ou barres en acier à haute résistance. Se traduit par une fissuration évolutive dans le temps, perpendiculaire à l'axe de la pièce.	E-F		Ce défaut est difficilement décelable ; peu ou pas de formation de rouille ; parfois présence d'oxyde noir (Fe_3O_4).
CORROSION ENTRE PIECES	Localisation de la corrosion entre pièces métalliques en contact.	D		Les manifestations de ce défaut sont les coulures d'oxydes, le foisonnement et le gonflement.
COULURE D'OXYDE	Traces apparentes de couleur rougeâtre ou brunâtre provenant de l'entraînement d'oxyde par les eaux de ruissellement.	B		Peut révéler une corrosion visible d'indice de gravité $\geq D$.

NOM DU DÉFAUT	DÉFINITION OU DESCRIPTION CAUSES POSSIBLES	INDICE DE GRAVITÉ	ILLUSTRATION	OBSERVATIONS
FOISONNEMENT	<p>Augmentation apparente du volume d'une pièce, sous l'effet de la transformation du métal en produits de corrosion.</p> <p>Résulte de la propagation de la corrosion, le plus souvent entre pièces accolées.</p> <p>Le foisonnement peut aussi se produire à la surface libre de certaines pièces.</p>	C-D		

ATIONS

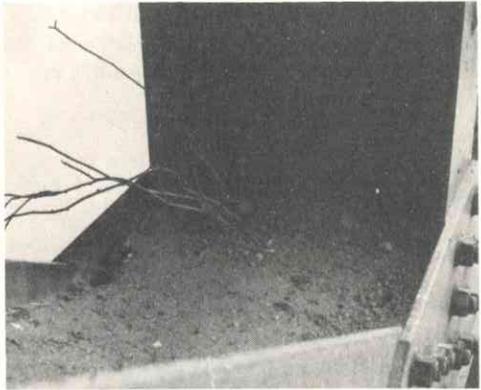
NOM DU DÉFAUT	DÉFINITION OU DESCRIPTION CAUSES POSSIBLES	INDICE DE GRAVITÉ	ILLUSTRATION	OBSERVATIONS
GONFLEMENT	Déformation locale consécutive au foisonnement, lorsque celui-ci se produit entre deux pièces en contact (assemblées ou non).	D-F		Lorsque les pièces sont assemblées, le gonflement peut entraîner la rupture des assemblages (boulons, ou rivets en particulier).

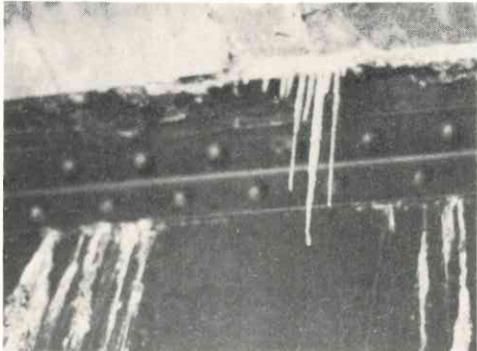
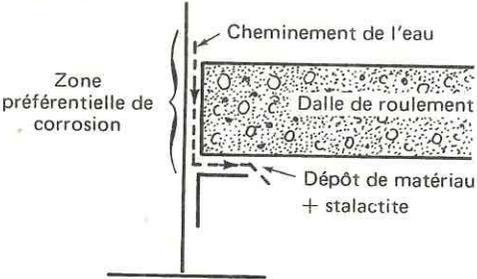
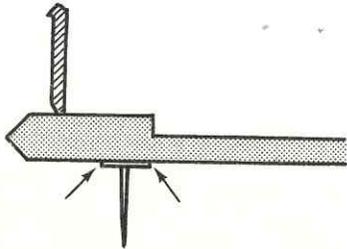
1.2 - Facteurs de corrosion

NOM DU DÉFAUT	DÉFINITION OU DESCRIPTION CAUSES POSSIBLES	INDICE DE GRAVITÉ	ILLUSTRATION	OBSERVATIONS
<p>DÉFAUTS DES DISPOSITIFS D'ÉVACUATION DES EAUX</p> <p>. Absence</p> <p>. Insuffisance</p> <p>. Mauvaise conception</p> <p>. Défauts d'entretien</p>	<p>Défauts ayant pour origine soit une mauvaise conception, soit un vieillissement, entraînant un écoulement défectueux ou inexistant des eaux.</p> <p>Dans ce cas, les eaux stagnent ou ruissellent directement sur des parties de l'ouvrage non prévues à cet effet.</p> <p>Une partie des eaux échappe aux dispositifs d'écoulement.</p> <p>Les dispositifs ont par conception, un effet néfaste sur l'ouvrage.</p> <p><i>Exemples :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – les eaux ne sont pas recueillies aux points bas ; – une gargouille conduit les eaux sur une partie d'ouvrage qui devrait en être protégée, etc. <p>Bien conçus à l'origine, les dispositifs ne fonctionnent plus comme ils devraient, par exemple, par suite de l'obstruction de conduites, ou de leur disparition partielle.</p>	<p>C*</p> <p>C*</p> <p>C*</p> <p>C*</p>		<p>Ces défauts sont générateur de corrosion, dont le degré de gravité peut largement dépasser l'indice C.</p>

ATIONS

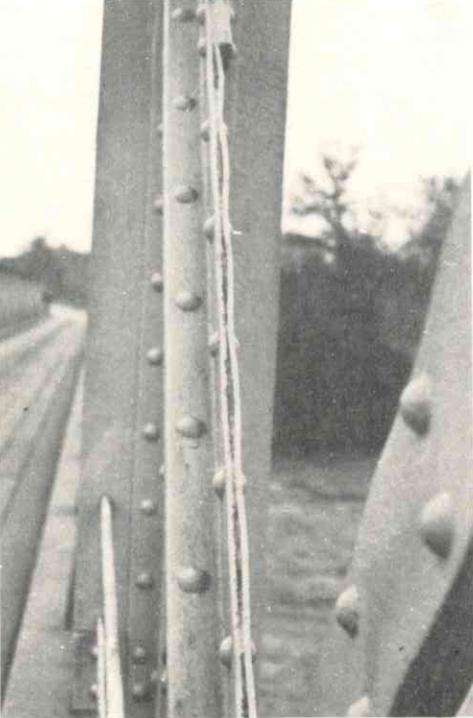
sont géné-
rosion, dont
gravité peut
lépasser

NOM DU DÉFAUT	DÉFINITION OU DESCRIPTION CAUSES POSSIBLES	INDICE DE GRAVITÉ	ILLUSTRATION	OBSERVATIONS
PIEGE A EAU ET / OU PIEGE A POUSSIÈRES	Disposition géométrique qui peut provoquer la stagnation des eaux (précipitations, ruissellement, condensation, etc.) et/ou l'accumulation de poussières ou autres débris, et par suite le maintien de l'humidité.	C*		Ce défaut est générateur de corrosion, d'autant plus pernicieuse qu'elle n'apparaît pas à l'examen visuel lorsque les surfaces corrodées sont recouvertes de poussières. Le degré de gravité peut largement dépasser l'indice C.

NOM DU DÉFAUT	DÉFINITION OU DESCRIPTION CAUSES POSSIBLES	INDICE DE GRAVITÉ	ILLUSTRATION	OBSERVATIONS
CHEMINEMENT DES EAUX ENTRE PIÈCES	<p>Circulation de l'eau, qui se produit lorsque le contact entre deux pièces accolées n'est pas parfait et que l'accès à l'espace entre ces deux pièces n'est pas obstrué.</p> <p>Se manifeste soit par des coulures de rouille, soit par des dépôts ou des stalactites de calcites, lorsque l'eau a pu percoler à travers le béton ou les maçonneries.</p>	C*	<p><i>Exemple : cheminement des eaux au raccordement béton-acier d'un ouvrage à fermes métalliques supportant un platelage en béton (cas de poutres, sous-chaussée, avec une mauvaise étanchéité du tablier).</i></p>   	L'inaccessibilité à la mise en peinture des surfaces métalliques sur lesquelles l'eau chemine aussi fait que ce cheminement d'eau est générateur de corrosion (gravité supérieure à C).

ATIONS

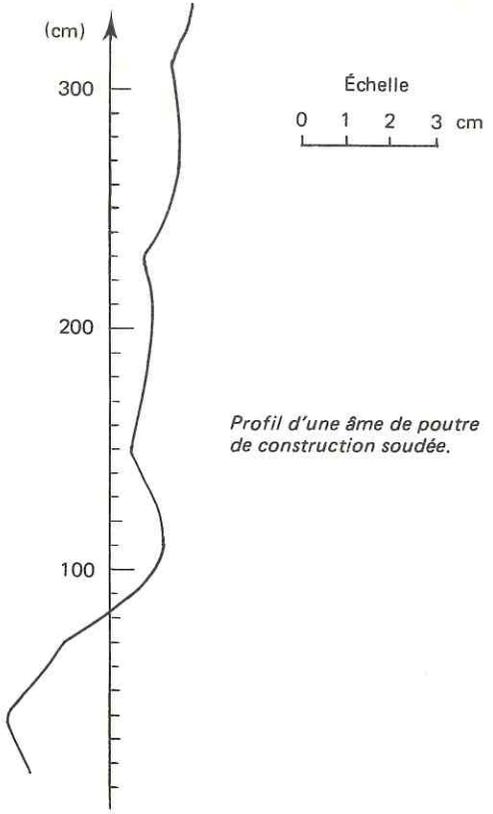
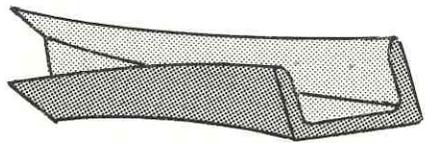
ilité à la
nture des
talliques
s l'eau
ssi fait que
nent d'eau
ur de corro-
supérieure

NOM DU DÉFAUT	DÉFINITION OU DESCRIPTION CAUSES POSSIBLES	INDICE DE GRAVITÉ	ILLUSTRATION	OBSERVATIONS
INACCESSIBILITÉ A CERTAINES PARTIES D'OUVRAGES	<p>Mauvaises dispositions constructives dues au projet ou à des modifications ultérieures ne permettant pas d'accéder pour faire la visite et/ou pour réaliser la mise en peinture.</p> <p>Ce cas se rencontre surtout aux extrémités des tabliers et dans certains nœuds d'assemblage.</p>	C*		Ce défaut, qui empêche toute surveillance et tout entretien, peut entraîner des désordres dont la gravité peut aller jusqu'à la classe F.
INSUFFISANCE DE PINCE	<p>Mauvaise disposition des rivets ou boulons</p> <ul style="list-style-type: none">– soit espacement trop grand,– soit distance aux rives trop grande <p>provoquant, dans certaines zones, un serrage insuffisant des pièces assemblées.</p>	C*		Ce défaut favorise la propagation de la corrosion entre les pièces, et risque d'entraîner un gonflement.

NOM DU DÉFAUT	DÉFINITION OU DESCRIPTION CAUSES POSSIBLES	INDICE DE GRAVITÉ	ILLUSTRATION	OBSERVATIONS
DÉFAUT DU SYSTEME DE PROTECTION	<p>Peut provenir de :</p> <ul style="list-style-type: none"> – une absence du système de protection (surface difficilement accessible, mise en peinture non effectuée...) ; – une mauvaise conception du système de protection (choix inadéquat du produit pour l'ambiance considérée, incompatibilité des couches entre elles...) ; – une mauvaise exécution du système de protection (préparation du support insuffisante, épaisseur trop faible du revêtement, application défectueuse...) ; – une absence d'entretien régulier (remise en peinture non effectuée ou non programmée). 	<p>D-E</p> <p>D-E</p> <p>D-E</p>		<p>Les indices de gravité ci-contre se rapportent au système de protection.</p> <p>1. Ces défauts peuvent se traduire par un cloquage, un décollement, un enrouillement pouvant aller jusqu'à la destruction totale du revêtement de protection.</p> <p>2. Les degrés d'enrouillement sont repérés par rapport à l'échelle européenne des degrés d'enrouillement.</p>

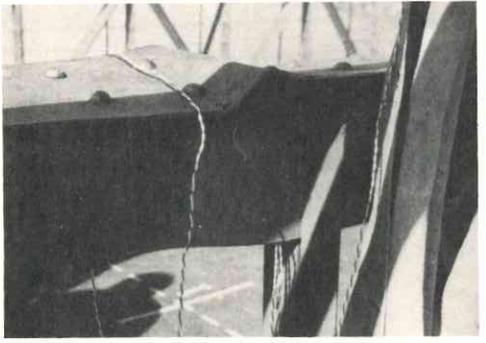
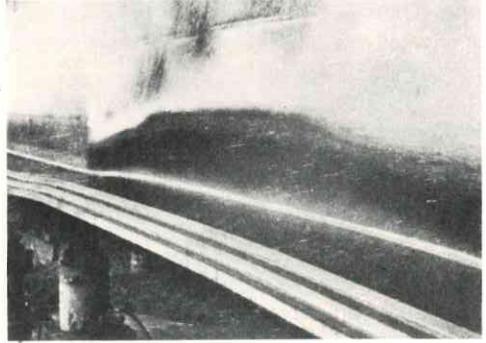
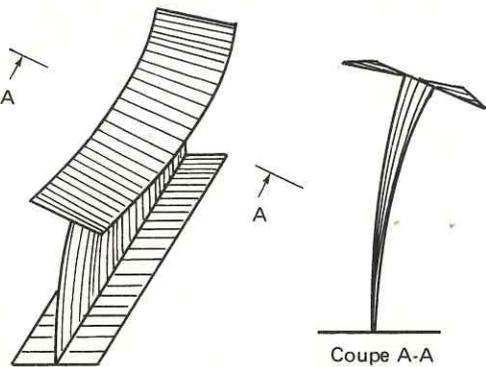
1.3 - Défauts géométriques et déformations anormales

RVATIONS	NOM DU DÉFAUT	DÉFINITION OU DESCRIPTION CAUSES POSSIBLES	INDICE DE GRAVITÉ	ILLUSTRATION	OBSERVATIONS
<p>is de gravité se rapportent e de pro-</p> <p>auts peuvent a par un clo- décollement, llement pou- jusqu'à la in totale du it de pro-</p>	<p>DÉFAUT DE POSITIONNEMENT</p>	<p>Mauvais positionnement relatif de pièces à la construction.</p>	<p>C à F</p>		<p>Un tel défaut qui risque d'entraîner une mauvaise transmission des efforts nécessite une vérification par calcul du fonctionnement de l'ouvrage, compte tenu de la position réelle des pièces.</p>
<p>rés d'enrouil- nt repérés par l'échelle euro- s degrés d'en- nt.</p>	<p>FLECHE PERMANENTE ANORMALE</p>	<p>Flèche anormale d'une pièce ou d'une travée complète, à vide - stable, - évolutive.</p> <ul style="list-style-type: none"> . Peut résulter d'une erreur géométrique lors de l'exécution. . Peut être la conséquence d'une augmentation de la charge permanente, ou d'une diminution de la capacité portante de la structure. . Peut être la conséquence d'un chargement accidentel sur une pièce. 	<p>B à F F</p> <p>B</p> <p>C à F</p> <p>C à F</p>		<p>La détermination de l'indice de gravité nécessite la détermination préalable des causes les plus probables.</p> <p>Un nivellement devra en général être effectué pour apprécier l'évolution éventuelle du phénomène.</p>

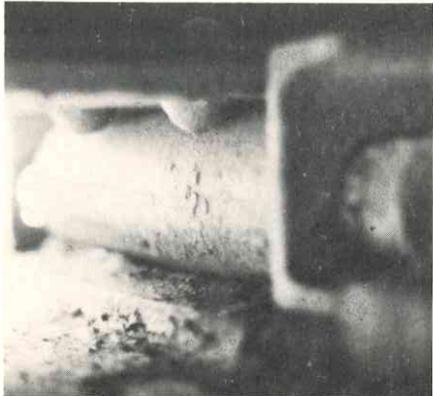
NOM DU DÉFAUT	DÉFINITION OU DESCRIPTION CAUSES POSSIBLES	INDICE DE GRAVITÉ	ILLUSTRATION	OBSERVATIONS
DÉFAUT DE PLANÉITÉ	Déformation permanente d'une tôle par suite des opérations de construction.	B ou C	 <p>Profil d'une âme de poutre de construction soudée.</p>	<p>Ce défaut ne doit pas être confondu avec le déversement ou le voilement, il peut néanmoins les favoriser.</p> <p>L'appréciation de la gravité du défaut est délicate et nécessite des investigations complémentaires par mesure.</p>
GAUCHISSEMENT	Déformation permanente de torsion d'une pièce : <ul style="list-style-type: none"> - d'origine, - à la suite d'une évolution ou d'un choc. 	B-C E		

REMARQUES

ne doit pas être confondu avec le voilement ou le déversement qui peuvent néanmoins favoriser.
 La détection de la déformation est souvent nécessitée des instruments complétés par mesure.

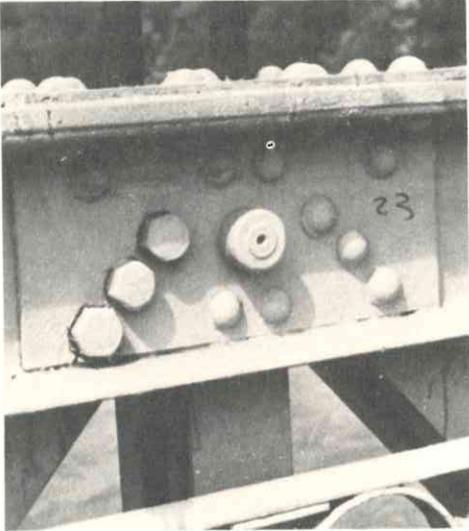
NOM DU DÉFAUT	DÉFINITION OU DESCRIPTION CAUSES POSSIBLES	INDICE DE GRAVITÉ	ILLUSTRATION	OBSERVATIONS
<p>PHÉNOMÈNES D'INSTABILITÉ ÉLASTIQUE</p> <p>Flambement</p>	<p>Déformation, par suite d'instabilité élastique, d'une pièce élancée comprimée axialement.</p>	<p>E ou F</p>		
<p>Voilement</p>	<p>Déformation par suite d'instabilité élastique, d'une plaque sollicitée dans son plan par compression et/ou cisaillement.</p>	<p>E</p>		<p>Le voilement entraîne des déformations de la plaque parfois importantes et pouvant prendre l'aspect d'un cloquage ou d'une ondulation.</p>
<p>Déversement</p>	<p>Déformation transversale par suite d'instabilité élastique d'une membrure de poutre par rapport à l'autre sous l'effet des sollicitations extérieures (moment fléchissant et/ou effort tranchant).</p>	<p>E</p>	 <p>Coupe A-A</p> <p>Exemple de déversement d'une poutre.</p>	<p>Le déversement se produit surtout dans les ponts à poutres latérales ou la membrure supérieure n'est pas contreventée. Il est souvent très difficile de la distinguer d'un flambement de la membrure supérieure (ce dernier phénomène étant généralement localisé alors que le déversement est un phénomène qui intéresse l'ensemble de la poutre).</p>

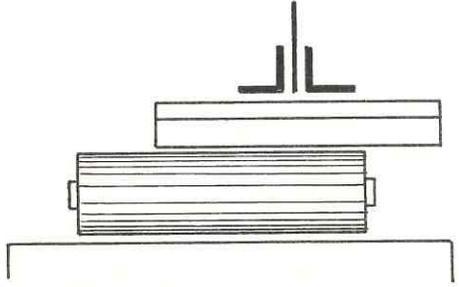
1.4 - Défauts de comportement mécanique

NOM DU DÉFAUT	DÉFINITION OU DESCRIPTION CAUSES POSSIBLES	INDICE DE GRAVITÉ	ILLUSTRATION	OBSERVATIONS
<p>ABSENCE DE JEU AUX ABOUTS</p>	<p>Impossibilité, pour un ouvrage, de se déformer librement aux abouts, par suite de l'insuffisance de l'espace libre entre about et obstacle.</p> <p>Peut résulter soit d'une mauvaise conception (espace insuffisant à l'origine), soit de la présence de corps étrangers dans un espace initialement suffisant, soit d'un déplacement d'appui...</p>	D à F		Ce blocage peut entraîner des désordres graves sur le tablier et/ou sur les appuis.
<p>BLOCAGES</p> <ul style="list-style-type: none"> . Des appareils d'appui . Des articulations . Des joints de chaussée 	<p>Impossibilité pour les parties mobiles d'un ouvrage (appareils d'appui par exemple) de se déplacer librement.</p> <p><i>Causes possibles</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – Encombrement des mécanismes par des dépôts divers (poussières, cailloux, végétation, etc.). – Encombrement des espaces libres par des produits de corrosion. – Défauts de conception conduisant à une impossibilité physique pour les déplacements (têtes de rivets mal placées près des rouleaux, par exemple). – Adjonction intempestive de dispositifs de blocage. 	C à F	 	

IVATIONS

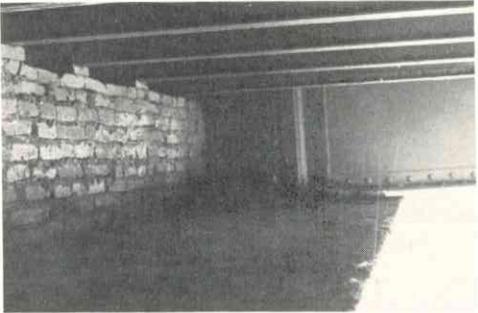
peut entraî-
sordres graves
ier et/ou sur

NOM DU DÉFAUT	DÉFINITION OU DESCRIPTION CAUSES POSSIBLES	INDICE DE GRAVITÉ	ILLUSTRATION	OBSERVATIONS
INSUFFISANCE DE SERRAGE D'ASSEMBLAGE · Jeu de rivet · Boulon desserré · Rivet ou boulon cassé ou manquant	Insuffisance de serrage entre les pièces dans un assemblage d'où il peut résulter un mouvement de certaines d'entre elles.	C à F		Ce défaut est spécifique de la construction rivée ou boulonnée. Il peut entraîner la rupture des rivets ou boulons.
JEU D'ASSEMBLAGE	Stade ultime de l'insuffisance de serrage des assemblages permettant librement tout mouvement.	E ou F		Peut provoquer une modification du fonctionnement de la structure.
MOUVEMENT D'ASSEMBLAGE	Déplacement relatif entre pièces assemblées, ou entre ces pièces et les éléments d'assemblage. Peut entraîner la rupture de l'assemblage.	E ou F		Peut provoquer une modification du fonctionnement de la structure. Ne pas confondre avec le défaut de positionnement.

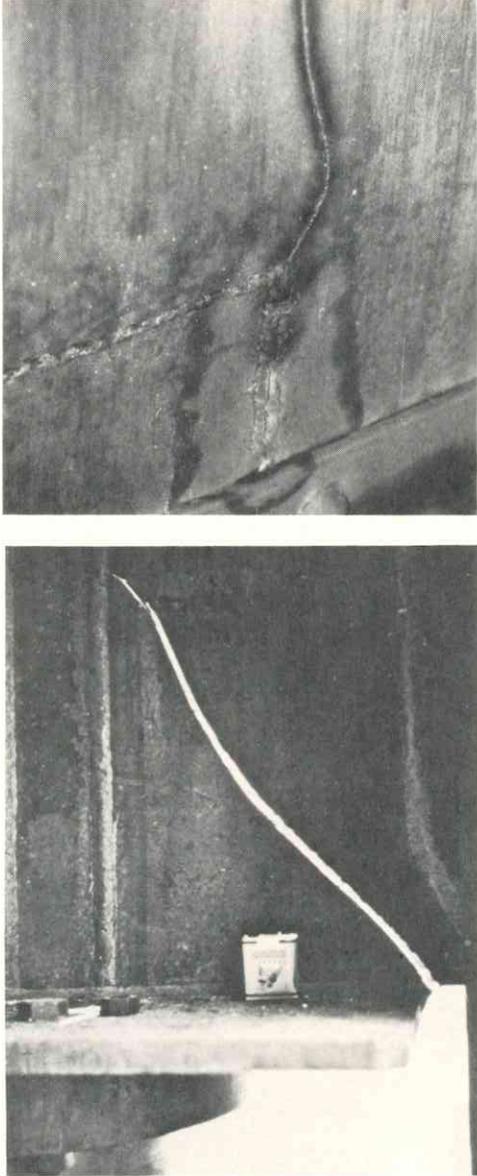
NOM DU DÉFAUT	DÉFINITION OU DESCRIPTION CAUSES POSSIBLES	INDICE DE GRAVITÉ	ILLUSTRATION	OBSERVATIONS
CHEMINEMENT DE PIECE	<p>Déplacement relatif par rapport à la position d'origine, entre deux pièces en contact et non assemblées.</p> <p>(ex : cheminement d'un appareil d'appui).</p>	C à F		Un cheminement excessif peut entraîner des désordres graves sur l'ouvrage.
CHEMINEMENT DE TABLIER	<p>Déplacement anormal d'un tablier sur ses appuis ; il peut être :</p> <ul style="list-style-type: none"> – soit longitudinal, – soit transversal. 	C		
CHEVAUCHEMENT DE JOINT DE CHAUSSÉE	<p>Chevauchement anormal des éléments d'un joint de chaussée. Il peut être longitudinal ou transversal, ce dernier cas étant constaté le plus souvent sur des ouvrages courbes ou à biais important.</p> <p>Les causes de ce désordre sont soit le choix d'un joint inadapté ne permettant pas les mouvements imposés par l'ouvrage, soit le mauvais réglage d'un joint bien adapté.</p>	C		

VARIATIONS

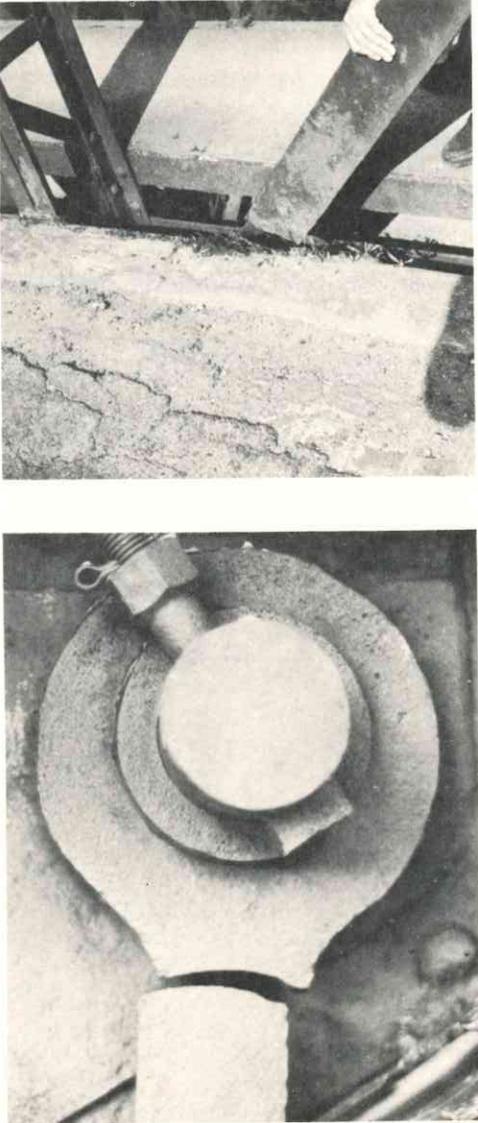
ement
ut entraîner
es graves
ge.

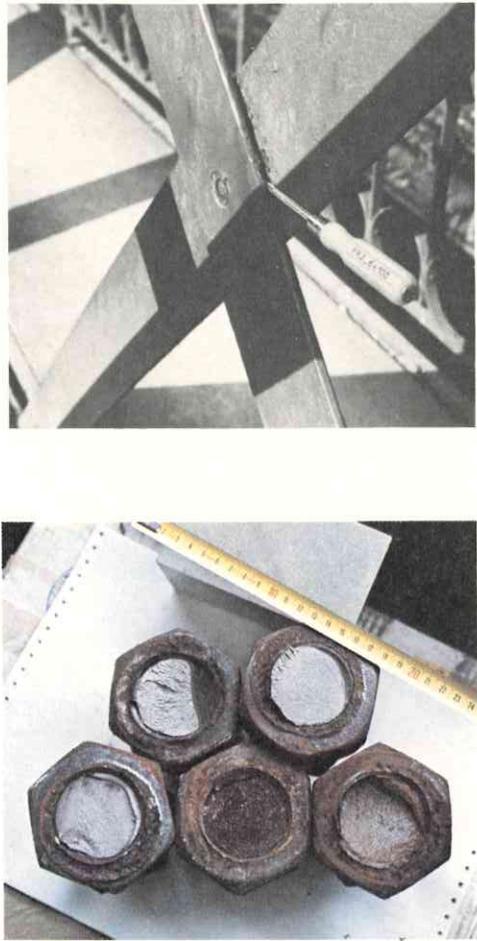
NOM DU DÉFAUT	DÉFINITION OU DESCRIPTION CAUSES POSSIBLES	INDICE DE GRAVITÉ	ILLUSTRATION	OBSERVATIONS
ABSENCE DE CERTAINS ÉLÉMENTS DE STRUCTURE	<p>Défaut de conception consistant à omettre ou supprimer des parties d'ouvrage nécessaires au bon fonctionnement de la structure.</p> <p>Exemples les plus courants :</p> <ul style="list-style-type: none">– absence d'entretoise d'extrémité,– absence ou insuffisance de raidisseurs.	D-E	<p><i>Exemple : absence d'entretoise d'extrémité.</i></p> 	

1.5 - Fissures et ruptures

NOM DU DÉFAUT	DÉFINITION OU DESCRIPTION CAUSES POSSIBLES	INDICE DE GRAVITÉ	ILLUSTRATION	OBSERVATIONS
<p>FISSURES</p> <ul style="list-style-type: none"> – De cordon de soudure – Du métal de base <ul style="list-style-type: none"> . Au voisinage d'un cordon de soudure . Dans une pièce 	<p>La fissuration du métal peut résulter :</p> <ul style="list-style-type: none"> – soit de la propagation d'une fissure amorcée au voisinage d'une soudure ; – soit d'une concentration excessive de contraintes, qui peut elle-même résulter d'un défaut géométrique ou d'une mauvaise appréciation du fonctionnement de la pièce. <p>Ces deux phénomènes sont favorisés par la fatigue.</p> <p>La fissuration d'un cordon de soudure ou du métal de base à son voisinage peut provenir :</p> <ul style="list-style-type: none"> – d'un mauvais choix des matériaux ; – des conditions de soudage ou d'une mauvaise conception de l'assemblage ; – de phénomènes de fatigue. 	<p>F</p>		<p>Ce défaut s'il n'est pas porté remède en temps utile, se traduira le plus souvent à terme par la rupture d'une pièce.</p> <p>Pour remédier à une fissuration il est nécessaire de faire procéder au préalable à une étude par un service spécialisé.</p>

RVATIONS
<p>s'il n'est pas ède en temps raduira le plus terme par d'une pièce.</p> <p>édier à une n il est néces- aire procéder ole à une un service</p>

NOM DU DÉFAUT	DÉFINITION OU DESCRIPTION CAUSES POSSIBLES	INDICE DE GRAVITÉ	ILLUSTRATION	OBSERVATIONS
RUPTURE DE PIECE	<p>La rupture d'une pièce peut résulter de causes variées :</p> <ul style="list-style-type: none"> — causes mécaniques : dimensionnement insuffisant ; augmentation d'efforts consécutive à l'insuffisance ou à la défaillance de pièces voisines ; concentration anormale de contraintes, propagation de fissure... — causes physico-chimiques : conséquence de la corrosion soit par diminution de section, soit par corrosion fissurante sous tension (certains boulons HR). 	F		<p>Le remplacement d'une pièce rompue nécessite, dans tous les cas, une étude par un service spécialisé. La détermination des causes doit précéder toute étude de réparation.</p>

NOM DU DÉFAUT	DÉFINITION OU DESCRIPTION CAUSES POSSIBLES	INDICE DE GRAVITÉ	ILLUSTRATION	OBSERVATIONS
<p>RUPTURE</p> <ul style="list-style-type: none"> – de boulons – de rivets 	<p>De telles ruptures peuvent avoir des causes variées :</p> <ul style="list-style-type: none"> – corrosion directe de la pièce rompue ; – gonflement consécutif à la corrosion des pièces assemblées et ayant entraîné des efforts excessifs dans les rivets ou boulons ; – mouvements d'assemblage ayant entraîné la destruction des rivets ou boulons ; – dans le cas de boulons HR, excès de serrage ayant entraîné la rupture. 	D à F		<p>L'indice de gravité est variable suivant le nombre d'éléments rompus dans un même assemblage et suivant le nombre d'assemblages détériorés dans l'ensemble de la structure.</p>

ERVATIONS

de gravité est
suivant le
d'éléments
dans un même
age et suivant
re d'assemblages
és dans l'ensem-
structure.

2 - DÉFAUTS SPÉCIFIQUES DES PONTS SUSPENDUS ET A HAUBANS

2.1 - Défauts des massifs d'ancrage et des pylones

2.2 - Corrosion et facteurs de corrosion des câbles et ancrages

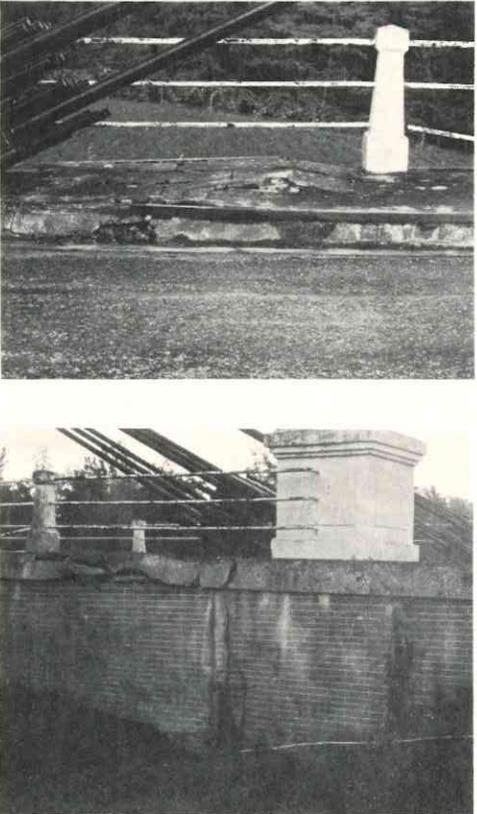
2.3 - Défauts mécaniques des câbles et ancrages

2.4 - Ruptures

2.5 - Défauts mécaniques et géométriques de la suspension

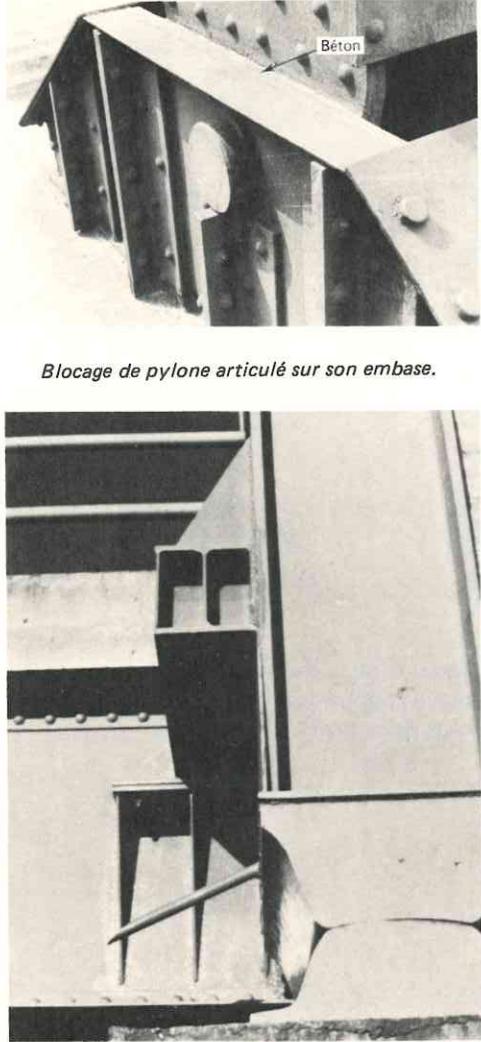
2.6 - Défauts des dispositifs d'appui et équipements

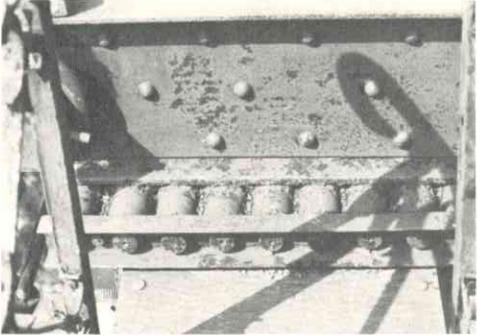
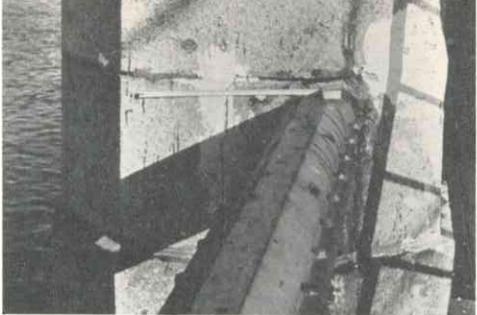
2.1 - Défauts des massifs d'ancrage et des pylones

NOM DU DÉFAUT	DÉFINITION OU DESCRIPTION CAUSES POSSIBLES	INDICE DE GRAVITÉ	ILLUSTRATION	OBSERVATIONS
<p>DÉPLACEMENT DE MASSIF D'ANCRAGE</p>	<p>Déplacement du massif d'ancrage sous l'effet de la traction exercée par le faisceau des câbles. Il peut être :</p> <ul style="list-style-type: none"> – stabilisé, – évolutif. <p><i>Exemples de manifestation</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – Une compression à l'avant du massif, pouvant se traduire par une rupture du trottoir et/ou du mur de soutènement. – Une décompression à l'arrière avec, le cas échéant, fracturation du mur de soutènement, perpendiculairement à la direction générale du mouvement. – Un entraînement latéral des soutènements, pouvant se traduire par un excès de compression, et une fissuration parallèle aux efforts principaux. 	<p>D E ou F</p>		<p>Il est, dans tous les cas, nécessaire de mettre en place un suivi topométrique, pour déterminer si le mouvement est arrêté ou se poursuit. Une étude des sols s'impose.</p>
<p>FISSURATION DU MASSIF D'ANCRAGE</p>	<p>Fissures suivant le plan de la nappe de câble</p> <p>Autres fissures (voir catalogue : défauts apparents des ouvrages d'art en béton).</p>	<p>B</p>		
<p>FRACTURE DE MASSIF D'ANCRAGE</p>	<p>Rupture en pleine masse du massif d'ancrage sous l'effet de la traction des câbles.</p>	<p>F</p>		

RAVATIONS

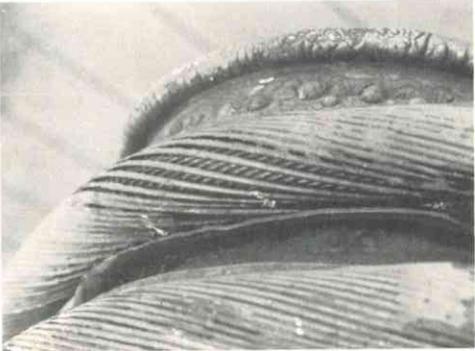
s tous les cas,
 de mettre
 in suivi
 ique, pour
 r si le mou-
 t arrêté ou
 it.
 s des sols

NOM DU DÉFAUT	DÉFINITION OU DESCRIPTION CAUSES POSSIBLES	INDICE DE GRAVITÉ	ILLUSTRATION	OBSERVATIONS
<p>BLOCAGE D'ARTICULATION DE PYLONE</p>	<p>Ce blocage peut résulter :</p> <ul style="list-style-type: none"> — soit de causes naturelles telles que l'encombrement par des dépôts divers (absence ou insuffisance d'entretien). — soit d'une action volontaire et intempes- tive d'entretien mal conçu. 	<p>E</p>	<p><i>Exemples :</i></p>  <p><i>Blocage de pylone articulé sur son embase.</i></p> <p><i>Blocage de pylone articulé sur le tablier.</i></p>	<p>Modifie gravement le fonctionnement méca- nique de l'ensemble de la structure porteuse.</p>

NOM DU DÉFAUT	DÉFINITION OU DESCRIPTION CAUSES POSSIBLES	INDICE DE GRAVITÉ	ILLUSTRATION	OBSERVATIONS
BLOCAGE DE SELLE	<p>Consécutif en général à l'accumulation de débris au niveau des parties mobiles et/ou à la corrosion des pièces mobiles.</p> <p>Peut aussi résulter de causes mécaniques-matage-butée intempestives.</p>	E		<p>Modifie gravement le fonctionnement de la structure porteuse.</p> <p>Peut en outre provoquer des désordres localisés graves : fissuration en tête de pylone ou rupture de l'encastrement en pied.</p>
FRACTURE DE PYLONE	Rupture à la base du pylone engendrée généralement par un blocage des selles et le dérèglement de la suspension.	F		
FISSURE EN TÊTE DE PYLONE	Fissuration de la partie du pylone supportant la selle d'appui, en général consécutive au blocage de celle-ci.	E ou F		

2.2 - Corrosion et facteurs de corrosion des câbles et ancrages

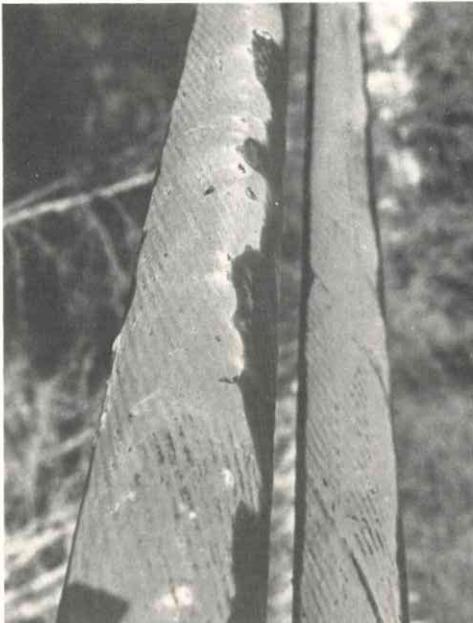
OBSERVATIONS	NOM DU DÉFAUT	DÉFINITION OU DESCRIPTION CAUSES POSSIBLES	INDICE DE GRAVITÉ	ILLUSTRATION	OBSERVATIONS
<p>gravement le nement de la porteuse.</p> <p>utre provo- désordres graves : n en tête de u rupture de ment en</p>	<p>2.2.1 – Retenues d'eau</p> <p>HUMIDITÉ DES CHAMBRES D'ANCRAGE</p> <p>IMMERSION DES PARTIES BASSES DES CABLES</p>	<p>Maintien de l'humidité de l'atmosphère dans les chambres d'ancrage dû en général à une mauvaise aération, et accentué par la présence de végétation et/ou l'accumulation de débris divers. Ce défaut s'accompagne en général de condensation notamment sur les câbles et ancrages.</p> <p>Cette immersion peut être permanente (ou quasi-permanente) ou occasionnelle. Elle peut résulter :</p> <ul style="list-style-type: none"> – soit d'une insuffisance (ou d'une absence totale) d'évacuation des eaux ; – soit d'un défaut de conception, consistant à placer le niveau des chambres d'ancrage au-dessous du niveau des plus hautes eaux, ou même du niveau moyen des eaux. <p>Ce défaut s'accompagne du maintien d'humidité de l'atmosphère des chambres d'ancrage (cf. ci-dessus).</p>	<p>C*</p> <p>C*</p>		<p>Défaut générateur de corrosion au niveau des ancrages dont la gravité peut être très importante.</p> <p>Défaut générateur de corrosion au niveau des ancrages, dont la gravité peut être très importante.</p>

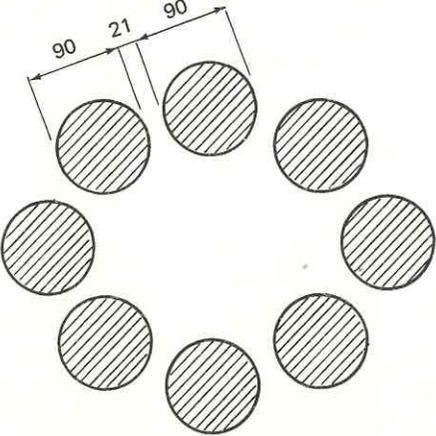
NOM DU DÉFAUT	DÉFINITION OU DESCRIPTION CAUSES POSSIBLES	INDICE DE GRAVITÉ	ILLUSTRATION	OBSERVATIONS
DÉTORONNAGE	Séparation locale des fils constitutifs d'un toron, en général sous l'effet d'une courbure excessive.	C*		Ce défaut constitue une entrée d'eau privilégiée dans un câble.
DÉFAUT DE TORONNAGE	Mauvaise mise en place des fils à la mise en place. Ce défaut peut être localisé ou général.	C*		Mêmes conséquences que ci-dessus.

RVATIONS

t constitue
ie d'eau
e dans un

onséquences
ssus.

NOM DU DÉFAUT	DÉFINITION OU DESCRIPTION CAUSES POSSIBLES	INDICE DE GRAVITÉ	ILLUSTRATION	OBSERVATIONS
RETENUE D'EAU DANS UN CABLE	Cette retenue se manifeste par des traces d'humidité qui montrent que l'eau a pénétré et s'égoutte, ou par la formation de poches entre métal et protection plus particulièrement lorsque celle-ci est constituée de mastic.	D-E	<p><i>Exemple de retenue d'eau dans un câble parabolique.</i></p> 	L'entrée ne se situe généralement pas aux endroits du câble où cette retenue se manifeste.
PRÉSENCE DE FRETTE SUR CABLE TORONNÉ	Frette mise en place au voisinage du culot de la construction et dont l'élimination a été omise, ou ligature mise en place pour retenir un fil rompu.	C*		Provoque à la fois une entrée d'eau et une retenue d'eau. Défaut d'autant plus pernicieux lorsqu'il est situé à l'entrée du câble dans le culot. Dans le cas de fil rompu une ligature doit être remplacée par une brasure à l'argent.

NOM DU DÉFAUT	DÉFINITION OU DESCRIPTION CAUSES POSSIBLES	INDICE DE GRAVITÉ	ILLUSTRATION	OBSERVATIONS
DISPOSITION EN FAISCEAU JOINTIF	Défaut de conception consistant à rassembler les câbles élémentaires en faisceau jointif, constituant en partie basse un piège à eau. En outre l'accès aux câbles élémentaires pour examen visuel ou contrôle électromagnétique est impossible.	C*		On ne peut limiter les conséquences de ce défaut qu'en prenant les mesures nécessaires pour réduire les entrées d'eau (masticage en partie supérieure) et favoriser les évacuations.
INSUFFISANCE D'ÉCARTEMENT DES CABLES	Défaut de conception ne ménageant pas une accessibilité suffisante au câble.	C*	 <p data-bbox="1464 1442 1637 1465">Coupe d'un câble.</p>	Défaut très fréquent dans le cas de faisceau non jointif. Peut se rencontrer dans le cas de nappe.

RVATIONS

ut limiter les
nces de ce
l'en prenant
es nécessaires
lire les entrées
astilage en
périeure) et
les évacuations.

rès fréquent
as de faisceau
tif.

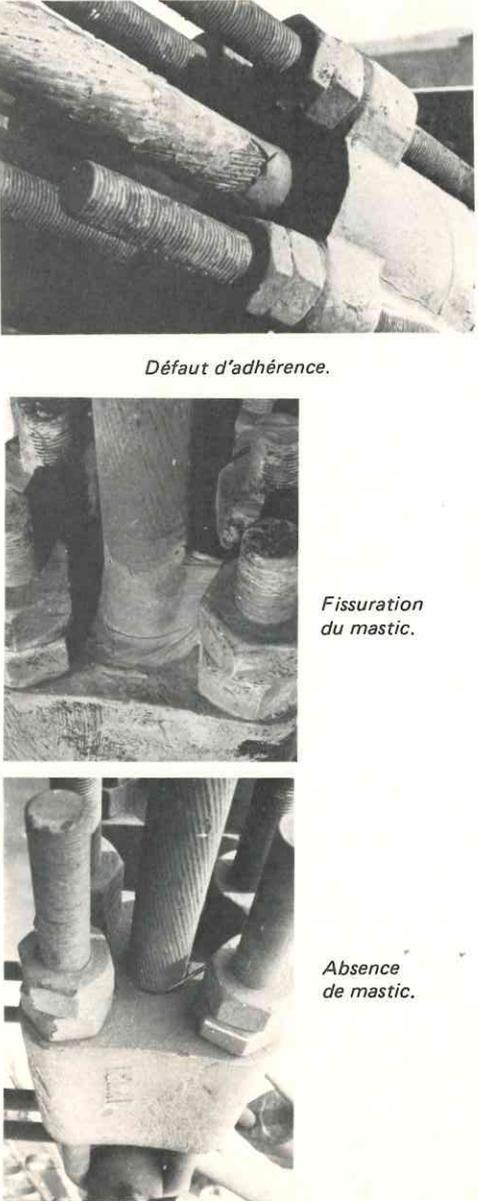
encontrer dans
nappe.

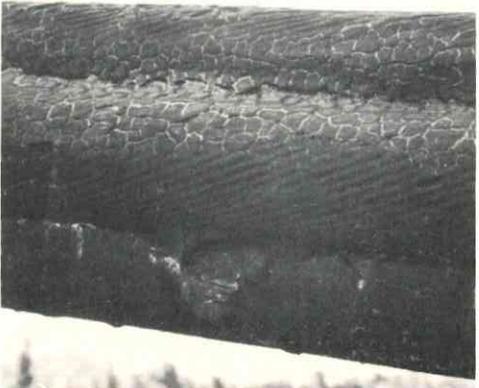
NOM DU DÉFAUT	DÉFINITION OU DESCRIPTION CAUSES POSSIBLES	INDICE DE GRAVITÉ	ILLUSTRATION	OBSERVATIONS
<p>PIEGE A EAU DANS LES COLLIERS D'ATTACHE DE SUSPENTES</p>	<p>Défaut de conception empêchant l'évacuation, par absence d'exutoire au point bas, des eaux qui, dans tous les cas, pénètrent dans les attaches et baignent les câbles.</p>	<p>C*</p>		

NOM DU DÉFAUT	DÉFINITION OU DESCRIPTION CAUSES POSSIBLES	INDICE DE GRAVITÉ	ILLUSTRATION	OBSERVATIONS
<p>PIEGE A EAU DANS LES ATTACHES BASSES DE BARRES OU ÉTRIERS</p>	<p>Défaut de conception ou d'exécution ménageant un piège à eau (et/ou à poussière) au niveau de la partie basse des étriers ou barres.</p> <p><i>Exemples :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – pied de suspente : cas où la conception générale du système comporte un entonnoir pour permettre le débattement de la suspente ; – tirant ou étrier d'attache. 	<p>C*</p>	 <p>Attache d'un étrier sur une traverse.</p>	<p>Dans ce cas le remplissage par la poussière risque en outre de créer un encastrement.</p>

OBSERVATIONS

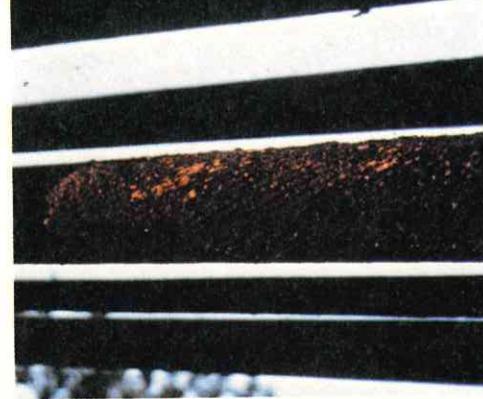
cas le
sage par la
re risque en
e créer un
ement.

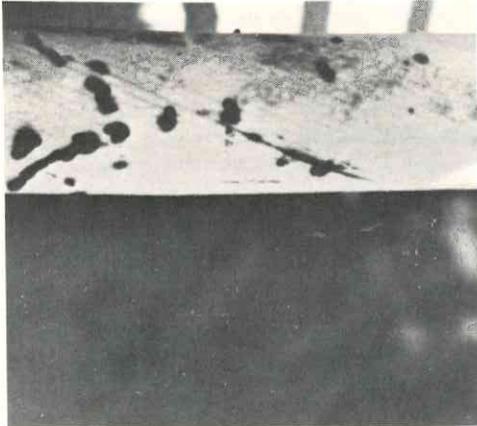
NOM DU DÉFAUT	DÉFINITION OU DESCRIPTION CAUSES POSSIBLES	INDICE DE GRAVITÉ	ILLUSTRATION	OBSERVATIONS
DÉFAUT D'ÉTANCHÉITÉ DU CULOT	Possibilité d'entrée d'eau dans le culot d'ancrage par l'orifice de passage du câble. Ce défaut résulte d'un mauvais remplissage par l'alliage fusible et est aggravé ; – soit par un défaut d'adhérence du mastic ; – soit par une fissuration du mastic ; – soit par l'absence de mastic.	C*	 <p><i>Défaut d'adhérence.</i></p> <p><i>Fissuration du mastic.</i></p> <p><i>Absence de mastic.</i></p>	Défaut générateur de corrosion à l'intérieur ou à l'entrée du culot, pouvant aller jusqu'à la rupture du câble à l'ancrage.

NOM DU DÉFAUT	DÉFINITION OU DESCRIPTION CAUSES POSSIBLES	INDICE DE GRAVITÉ	ILLUSTRATION	OBSERVATIONS
2.2.2 – Défauts de la protection anti-corrosion des câbles				
<i>Nota : Les indices de gravité se rapportent au système de protection anti-corrosion</i>				
CLOQUAGE	Altération caractérisée par la présence de cloques, révélant un décollement dans l'épaisseur de la protection.	B		
CRAQUELAGE	Altération profonde de la protection sous la forme de fissures disposées en réseau maillé.	D		Ce défaut est une cause de rétention d'eau.
FAIENÇAGE	Forme superficielle du craquelage.	C		

ERVATIONS

aut est une cause
ntion d'eau.

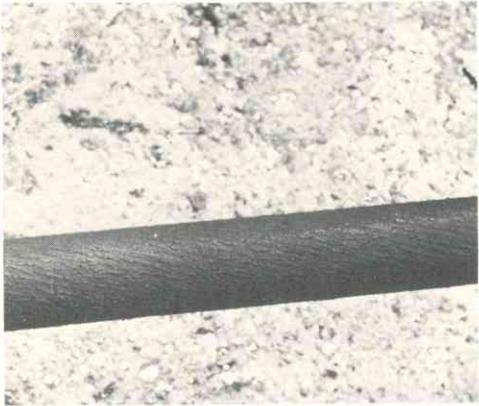
NOM DU DÉFAUT	DÉFINITION OU DESCRIPTION CAUSES POSSIBLES	INDICE DE GRAVITÉ	ILLUSTRATION	OBSERVATIONS
DÉCOLLEMENT	Altération caractérisée par une perte d'adhérence de la protection. Phénomène constaté plus particulièrement sur les éléments galvanisés.	D		Généralement précurseur de la disparition de la protection.
ÉCAILLAGE	Craquelage conjugué avec un décollement de la protection.	D		
DISPARITION DE LA PROTECTION	Stade ultime de la dégradation qui peut être localisée ou généralisée.	F		

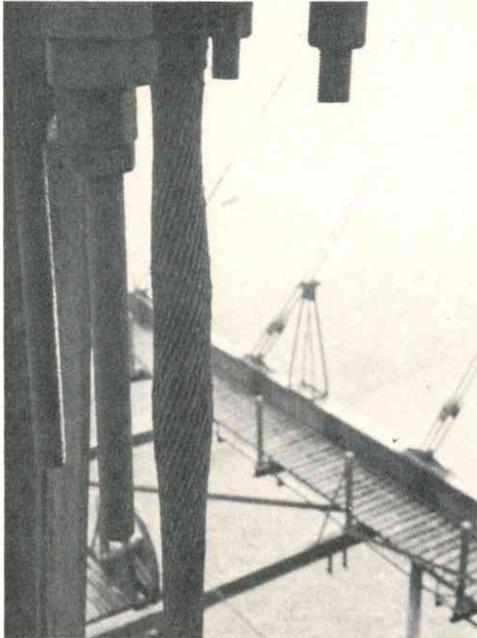
NOM DU DÉFAUT	DÉFINITION OU DESCRIPTION CAUSES POSSIBLES	INDICE DE GRAVITÉ	ILLUSTRATION	OBSERVATIONS
RESSUAGE	<p>Réapparition d'un constituant d'une couche sous-jacente de protection anti-corrosion à travers la ou les couches externes.</p> <p>Résulte de l'incompatibilité entre produits.</p>	C		<p>Se rencontre fréquemment pour les systèmes à base de brai ou de bitume.</p> <p>Le système de protection est inadapté aux conditions climatiques.</p>
COULURES DE PRODUITS BITUMINEUX	<p>Défaut présenté par des produits de protection bitumineux qui s'égouttent sous l'action de la température.</p>	C-D		

OBSERVATIONS

entre fréquem-
ur les systèmes
e brai ou de

me de pro-
est inadapté aux
ns climatiques.

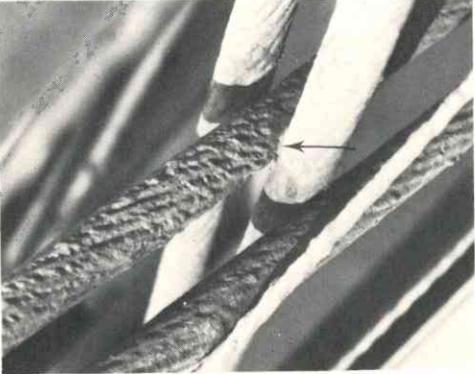
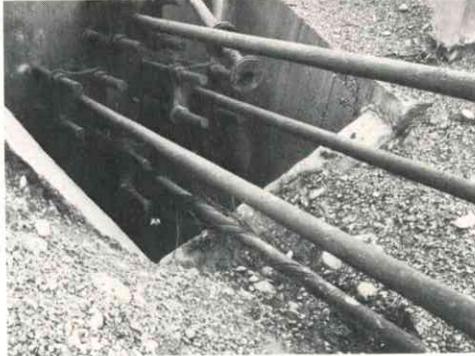
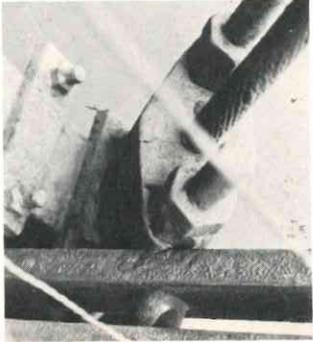
NOM DU DÉFAUT	DÉFINITION OU DESCRIPTION CAUSES POSSIBLES	INDICE DE GRAVITÉ	ILLUSTRATION	OBSERVATIONS
FISSURATION LONGITUDINALE	Rupture de la protection entre les fils.	D		

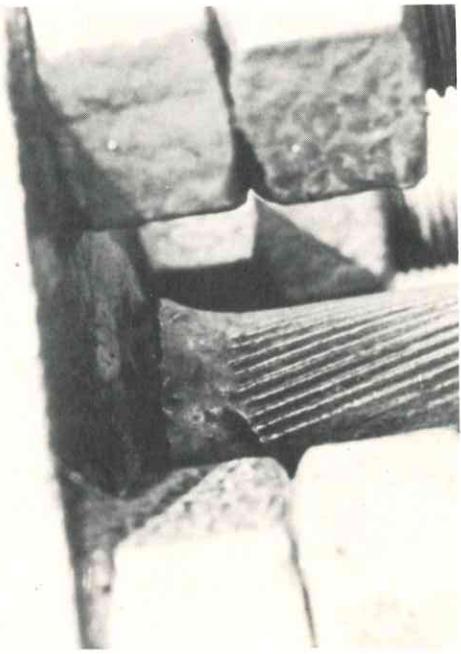
NOM DU DÉFAUT	DÉFINITION OU DESCRIPTION CAUSES POSSIBLES	INDICE DE GRAVITÉ	ILLUSTRATION	OBSERVATIONS
2.2.3 – Corrosion des câbles				
CORROSION PAR PIQURE	Corrosion par dissolution répartie en zones de faible surface ayant l'aspect de trous d'épingle et progressant dans l'épaisseur du métal.	D à F		Ce défaut entraîne l'augmentation des contraintes par effet d'entaille.
CORROSION GÉNÉRALISÉE	<p>Corrosion par dissolution affectant des zones de plus ou moins grande étendue ; la formation d'oxyde a pour corollaire une diminution de la section du métal sain.</p> <p>Cette corrosion est souvent située à l'intérieur du câble sans manifestation apparente.</p>	D à F		L'auscultation électromagnétique lorsqu'elle est possible permet d'évaluer le degré d'oxydation.
GONFLEMENT DE CABLE	Augmentation du diamètre sous l'effet de l'expansion des produits de corrosion à l'intérieur du câble.	F		<p>Lorsque le gonflement est visible la corrosion généralisée est très avancée.</p> <p>Il peut y avoir corrosion importante sans gonflement.</p>

REMARQUES
<p>peut entraîner la détérioration des câbles par effet galvanique.</p> <p>La corrosion électrolytique lorsqu'elle est localisée permet de déterminer le degré de détérioration.</p> <p>En l'absence de le gonflement, la corrosion localisée est très dangereuse.</p> <p>Il faut avoir corrosion localisée sans gonflement.</p>

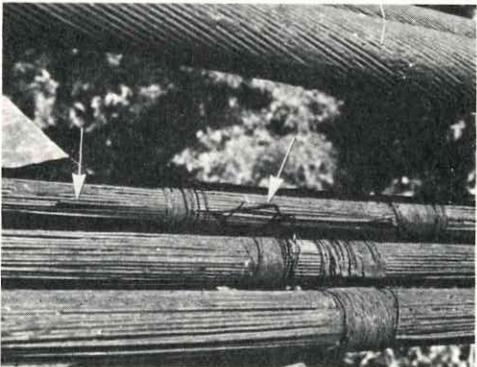
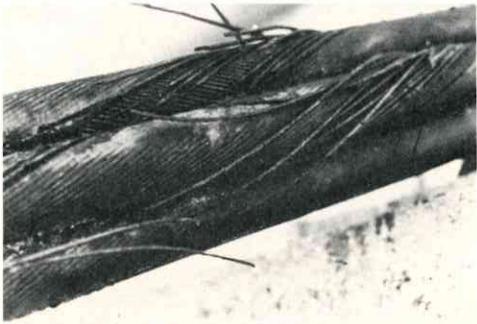
NOM DU DÉFAUT	DÉFINITION OU DESCRIPTION CAUSES POSSIBLES	INDICE DE GRAVITÉ	ILLUSTRATION	OBSERVATIONS
COULURE D'OXYDE	Trace apparente de couleur rougeâtre ou brunâtre provenant de l'entraînement d'oxyde par les eaux de ruissellement.	D ou E		Défaut révélateur d'une oxydation interne des câbles.
FISSURE DE CORROSION SOUS TENSION	Défaut, peu visible à l'œil, spécifique de certains aciers. Ces fissures se propagent au cours du temps.	F		

2.3 - Défauts mécaniques des câbles et ancrages

NOM DU DÉFAUT	DÉFINITION OU DESCRIPTION CAUSES POSSIBLES	INDICE DE GRAVITÉ	ILLUSTRATION	OBSERVATIONS
<p>CONTACTS ANORMAUX</p>	<p>Contacts entre pièces mécaniquement indépendantes dus, en général, à une mauvaise conception ou à un mauvais réglage de la suspension. Ces contacts peuvent être :</p> <ul style="list-style-type: none"> – Entre câbles 	<p>C*</p>		<p>Conséquence probable : usure progressive des câbles par frottement pouvant entraîner des ruptures de fil (gravité E ou F).</p>
	<p>Ils se produisent entre câbles de nappes distinctes, dans certaines configurations.</p> <ul style="list-style-type: none"> – Entre un câble et un autre élément d'ouvrage 		<p>C*</p>	
	<p>Par exemple : contact d'un câble avec une culée, un parapet, une pièce du tablier, une tête de pylone, etc.</p> <ul style="list-style-type: none"> – Entre pièces diverses <p>En général, contacts entre pièces liées à la suspension (chevalet de suspente par exemple) et éléments du tablier.</p>	<p>C*</p>		

OBSERVATIONS	NOM DU DÉFAUT	DÉFINITION OU DESCRIPTION CAUSES POSSIBLES	INDICE DE GRAVITÉ	ILLUSTRATION	OBSERVATIONS
<p>ence probable : rogressive des ar frottement it entraîner des s de fil (gravité).</p> <p>é mécanique qui lte est en général ressive que dans le contact entre âbles. Ce défaut t le plus de la e de nombreux avité E ou F).</p> <p>aut provoque une les pièces en t, qui doit être lée (gravité D).</p>	<p>GLISSEMENT DE CÂBLE DANS LE CULOT</p>	<p>Déplacement du câble par rapport au culot. Il peut se manifester par :</p> <ul style="list-style-type: none"> — le décollement du mastic ; — l'apparition d'une zone de câble non peinte à la sortie du culot ; — l'extension de l'alliage fusible ; — la déformation et/ou le déplacement de l'alliage fusible à l'autre extrémité du culot. 	<p>D</p>		<p>Ce défaut peut créer une entrée d'eau dans l'organe sensible qu'est le culot d'ancrage.</p>

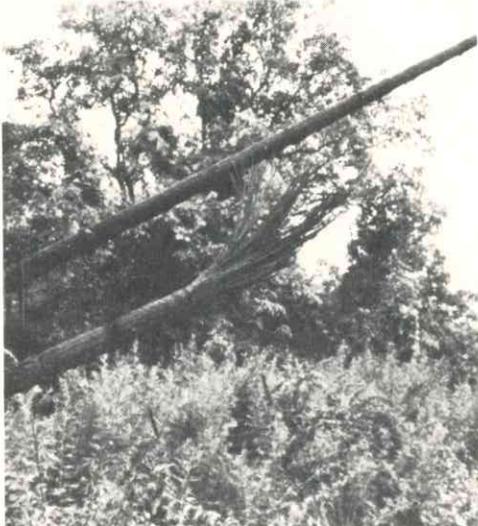
2.4 - Ruptures

NOM DU DÉFAUT	DÉFINITION OU DESCRIPTION CAUSES POSSIBLES	INDICE DE GRAVITÉ	ILLUSTRATION	OBSERVATIONS
RUPTURE DE FILS	Les ruptures des fils constitutifs d'un câble peuvent être isolées ou multiples. Les ruptures multiples peuvent être concentrées dans des sections voisines ou réparties. Enfin, les ruptures peuvent être apparentes (couche externe) ou cachées (couches internes, sous collier...).	D-F	<p><i>Exemples :</i></p>  <p><i>Rupture de fils sur un câble à fils parallèles.</i></p>  <p><i>Rupture de fils sur un câble toronné.</i></p>	<p>Ce défaut est d'autant plus grave que les ruptures sont plus nombreuses, et plus rapprochées, dans la mesure où l'effet « de cordage » dans un câble empêche la détension sur une trop grande longueur d'un fil élémentaire rompu.</p> <p>L'auscultation électromagnétique lorsqu'elle est applicable permet de détecter les ruptures internes.</p>

REMERQUES

Il est d'autant plus probable que les défauts sont plus nombreux et plus rapprochés les uns des autres dans la mesure où l'on a des câbles de corrosion plus grande et la détension trop grande d'un fil ou d'un câble rompu.

La détection électrolytique lorsqu'elle est possible permet de détecter les ruptures.

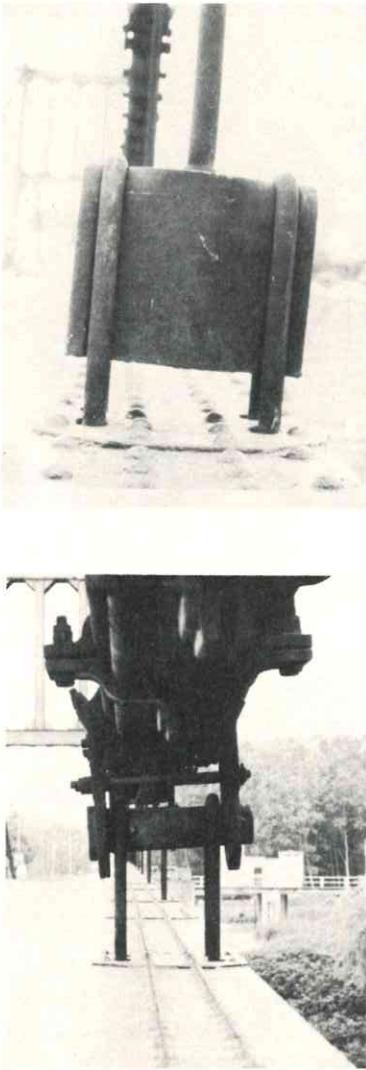
NOM DU DÉFAUT	DÉFINITION OU DESCRIPTION CAUSES POSSIBLES	INDICE DE GRAVITÉ	ILLUSTRATION	OBSERVATIONS
RUPTURE DE CABLE	Rupture de tous les fils constitutifs d'un câble ; en général la rupture d'un certain nombre de fils entraîne un surcroît de traction dans les fils non rompus ; passé un certain stade, la rupture des derniers fils peut se produire très rapidement.	F		S'il s'agit d'un câble porteur, d'un câble de retenue ou d'un hauban, la rupture nécessite la mise hors service immédiate de l'ouvrage.
RUPTURE DE BARRE	Une telle rupture est généralement due à la corrosion ou à des efforts parasites (flexion par exemple). Elle peut notamment affecter des suspentes.	F		

NOM DU DÉFAUT	DÉFINITION OU DESCRIPTION CAUSES POSSIBLES	INDICE DE GRAVITÉ	ILLUSTRATION	OBSERVATIONS
RUPTURE D'ÉTRIER	La rupture se produit souvent à l'intérieur du culot, et se manifeste par un défaut d'alignement entre le câble et l'étrier.	F		
FISSURE DU CULOT	Défaut qui affecte généralement les culots en fonte.	F		Peut conduire à la rupture totale du culot.

2.5 - Défauts mécaniques et géométriques de la suspension

OBSERVATIONS

Conduire à la
totale du culot.

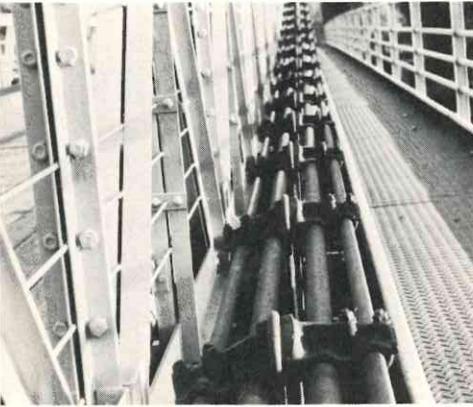
NOM DU DÉFAUT	DÉFINITION OU DESCRIPTION CAUSES POSSIBLES	INDICE DE GRAVITÉ	ILLUSTRATION	OBSERVATIONS
<p>DÉFAUT DE RÉGLAGE D'UN ANCRAGE OU D'UNE ATTACHE</p>	<p>Mauvaise répartition de la tension entre les divers points d'attache d'un ancrage, provoquant un excentrement des efforts au niveau de l'ancrage ou de la pièce d'attache.</p> <p>Peut se manifester :</p> <ul style="list-style-type: none"> – soit par un jeu dans une des tiges d'ancrage (ou un des étriers) ; – soit par un défaut d'alignement entre les pièces assemblées. <p>Ce défaut peut aussi ne présenter aucune manifestation apparente.</p>	<p>C</p>	<p><i>Exemple : Défaut de réglage d'une attache basse de suspente.</i></p> 	<p>Provoque une mauvaise répartition des efforts entre les pièces d'où il résulte une surtension de certaines d'entre elles.</p> <p>Peut en outre provoquer dans les câbles ou suspentes :</p> <ul style="list-style-type: none"> – soit une déviation anormale du câble à la sortie de l'ancrage ; – soit des efforts de flexion parasite, dans le cas de suspente rigide.

OBSERVATIONS

En général sur
des traces
avant de mesurer
l'écartement.

Il est nécessaire de
rechercher la cause d'un
écartement pour
déterminer son degré de

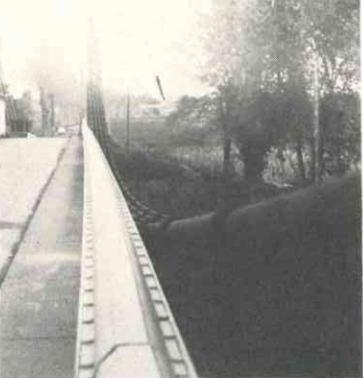
Dans certains cas la
déformabilité des
câbles peut résulter
d'un desserrement
de l'ouvrage
à l'effet thermique
différentiel, et ne
peut pas alors
être évitée.

NOM DU DÉFAUT	DÉFINITION OU DESCRIPTION CAUSES POSSIBLES	INDICE DE GRAVITÉ	ILLUSTRATION	OBSERVATIONS
DÉTENSION DE CABLES	<p>Insuffisance de tension d'un câble, pouvant aller jusqu'à une détension complète. Peut se manifester par :</p> <ul style="list-style-type: none"> – une flèche anormale (supérieure à celle des autres câbles d'une même nappe) ; – un « mou » d'une suspente verticale d'un hauban d'un câble de retenu... – un jeu apparent au niveau des pièces d'ancrage ou d'attache. 	D à F	 <p style="text-align: center;"><i>Câble détendu.</i></p>	En général la détension d'un câble entraîne la surtension d'autres.
DÉVERS ANORMAL D'UNE NAPPE	<p>Défaut de position relative des câbles d'une même nappe, dans laquelle certains câbles sont, par rapport aux autres, plus bas que leur position théorique. Dans le cas d'une nappe horizontale, il se traduit par un dévers apparent.</p> <p>Ce défaut résulte le plus souvent :</p> <ul style="list-style-type: none"> – soit d'une détension partielle ou totale, d'un ou plusieurs câbles ; – soit d'un fluage différentiel entre câbles, dû à la coexistence de câbles de constitution et d'âges différents. 	E-F		La recherche des causes est nécessaire pour préciser le degré de gravité.

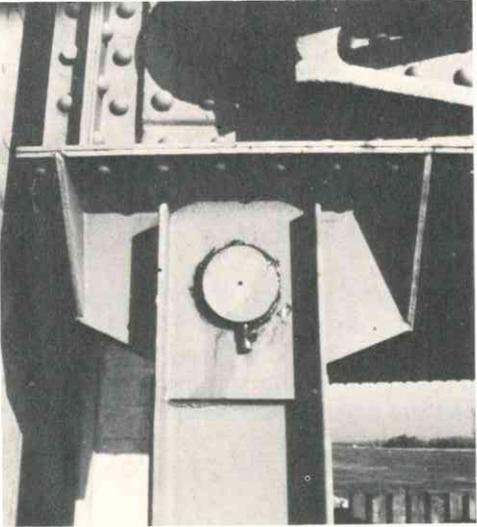
NOM DU DÉFAUT	DÉFINITION OU DESCRIPTION CAUSES POSSIBLES	INDICE DE GRAVITÉ	ILLUSTRATION	OBSERVATIONS
<p>DÉVERS ANORMAL DU TABLIER</p>	<p>Pente anormale du profil en travers du tablier, dont les causes peuvent être :</p> <ul style="list-style-type: none"> – la déformation différentielle entre les deux nappes de câbles, qui peut elle-même résulter : <ul style="list-style-type: none"> . soit de fluage différentiel (cas d'une nappe de câbles neufs par exemple) ; . soit de rupture partielle ou d'allongement exagéré d'une des nappes ; . soit de mouvements des massifs d'ancrage ; . soit d'autres causes ; – le glissement général des suspentes d'une nappe. 	<p>D à F</p> <p>D</p> <p>F</p> <p>F</p> <p>E</p>		<p>La recherche des causes est nécessaire pour préciser le degré de gravité.</p>

RVATIONS

che des causes
aire pour préci-
ré de gravité.

NOM DU DÉFAUT	DÉFINITION OU DESCRIPTION CAUSES POSSIBLES	INDICE DE GRAVITÉ	ILLUSTRATION	OBSERVATIONS
<p>DÉFAUT D'ARTICULATION DES SUSPENTES</p> <ul style="list-style-type: none"> - Absence - Insuffisance - Blocage 	<p>La rigidité excessive de l'attache de suspente en barre entraîne des efforts parasites qui risquent de provoquer la détérioration voire la rupture de l'attache.</p>	<p>C ou D</p>		
<p>DÉVERSEMENT D'UNE POUTRE DE RIVE</p>	<p>Conséquence d'un mauvais réglage de la suspension, lorsqu'il en résulte une flèche excessive du tablier, entraînant une compression anormale de la membrure supérieure (ou parfois seulement du garde-corps).</p> <p>Il faut distinguer :</p> <ul style="list-style-type: none"> - le cas où la membrure appartient à une poutre de rigidité ; - le cas où la poutre n'a pas la fonction de poutre de rigidité. <p>Déformation transversale par suite d'instabilité élastique d'une membrure de poutre par rapport à l'autre sous l'effet des sollicitations extérieures (moment fléchissant et/ou l'effort tranchant).</p> <p>Ce défaut peut résulter, outre les insuffisances de dimensionnement, d'un mauvais réglage de la suspension.</p> <p>Ce déversement peut :</p> <ul style="list-style-type: none"> - se produire temporairement au passage d'une charge ; - se manifester à vide. 	<p>E ou F</p> <p>F</p> <p>E</p> <p>E</p> <p>F</p>	 <p><i>Déversement d'une membrure de poutre de rigidité.</i></p>  <p><i>Déversement d'une membrure de poutre sans fonction de poutre de rigidité.</i></p>	

2.6 - Défauts des dispositifs d'appui et équipements

NOM DU DÉFAUT	DÉFINITION OU DESCRIPTION CAUSES POSSIBLES	INDICE DE GRAVITÉ	ILLUSTRATION	OBSERVATIONS
CHEMINEMENT D'AXE D'APPAREIL D'APPUI	Échappement progressif d'un axe d'appareil d'appui sous l'action des mouvements normaux du tablier, dû en général à un mauvais alignement des chapes.	D ou E		<p>Ce défaut peut être décelé :</p> <ul style="list-style-type: none"> — par échappement de la goupille de fixation ; — par la rupture des flasques de blocage qui en résulte.
BATTEMENT DE SYSTEME D'APPUI	<p>Jeu excessif entre diverses pièces constituant l'appui du tablier pouvant entraîner des mouvements avec chocs :</p> <ul style="list-style-type: none"> — entre tablier et chevêtre ou corbeau d'appui ; — entre un longeron ou une membrure de poutre et son logement dans la culée. <p>Ce défaut peut provenir :</p> <ul style="list-style-type: none"> — soit d'un mauvais réglage de la suspension ; — soit du sous-dimensionnement de pièces (axes notamment) ; — soit d'un mauvais positionnement des pièces ; — soit de l'absence ou de la dégradation du dispositif anti-soulèvement. 	C à E		<p>Ce défaut provoque un battement lors du passage des essieux et peut entraîner :</p> <ul style="list-style-type: none"> — le descellement de pièces d'appui ; — la rupture de pièces élémentaires (boulons, axe, chape...) ; — la dégradation du joint de chaussée qui en constitue en outre un signe révélateur. <p>Il se manifeste souvent par un bruit de claquement lors du passage des essieux.</p>

IVATIONS

peut être

appement de
a de fixation ;

upture des
le blocage qui

t provoque un
it lors du
es essieux et
aîner :

ellement de
appui ;

ure de pièces
ires (boulons,
e...);

adation du
haussée qui
tue en outre
révélateur.

ifeste souvent
ruit de claque-
s du passage
ux.

NOM DU DÉFAUT	DÉFINITION OU DESCRIPTION CAUSES POSSIBLES	INDICE DE GRAVITÉ	ILLUSTRATION	OBSERVATIONS
DÉSAXEMENT	<p>Mauvais positionnement relatif des pièces entraînant des frottements parasites et/ou des blocages.</p> <p><i>Exemples :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – défaut de centrage d'une membrure par rapport à sa boîte d'appui ; – défaut d'alignement d'un corbeau par rapport à sa boîte d'appui ; – défaut de positionnement relatif des deux chapes d'une même bielle. 	D ou E		
DESCELLEMENT DE DISPOSITIF D'APPUI	Rupture du scellement de la pièce d'appui solidaire de la maçonnerie (corbeau, boîte de logement des longerons, etc.) sous l'effet du battement du système d'appui.	D ou F		
ABSENCE DE DISPOSITIF D'APPUI	Défaut de conception consistant à appuyer directement le tablier sur la maçonnerie ou le béton.	C		L'absence de dispositif de liaison entraîne le battement et le contact direct sur la maçonnerie qui provoque la corrosion du tablier.

3 - DÉFAUTS DE PLATELAGES

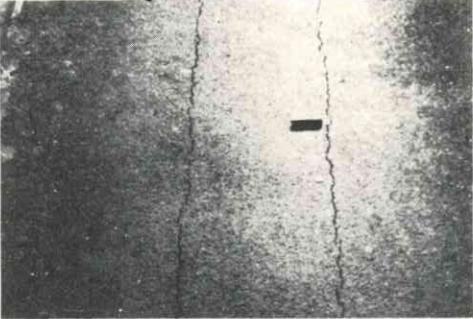
3.1 - Défauts des platelages métalliques

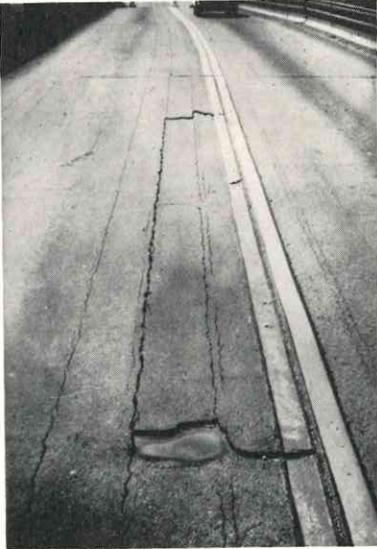
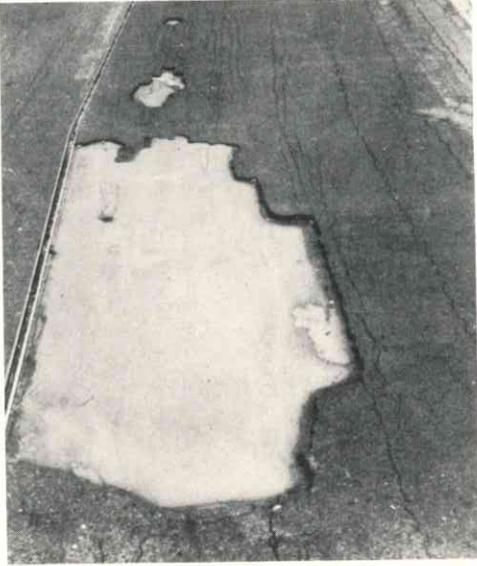
3.2 - Défauts des platelages en bois

3.3 - Défauts des platelages en béton

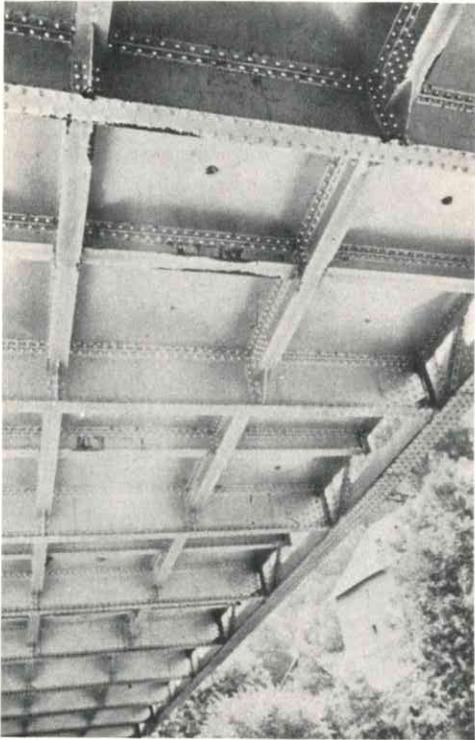
3.4 - Défauts des voûtains en brique ou en maçonnerie

3.1 - Défauts des platelages métalliques

NOM DU DÉFAUT	DÉFINITION OU DESCRIPTION CAUSES POSSIBLES	INDICE DE GRAVITÉ	ILLUSTRATION	OBSERVATIONS
FISSURATION DU REVÊTEMENT	Ce défaut résulte en général d'une inadaptation du revêtement à la flexibilité locale de la tôle de platelage.	C* (platelage)		<p>Ce défaut constitue un piège à eau et peut provoquer la corrosion du platelage.</p> <p>Lors d'une inspection on notera le type de revêtement et la direction préférentielle de la fissuration.</p> <p>La fissuration évolue vers le décollement et l'arrachement.</p> <p>– Voir aussi fissure du platelage.</p>
	Quand la fissuration affecte la forme d'un réseau maillé, elle est appelée faïençage.	D (revêtement)		

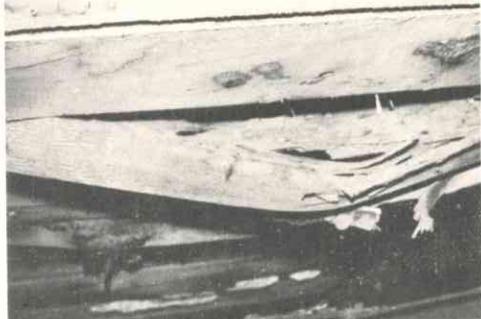
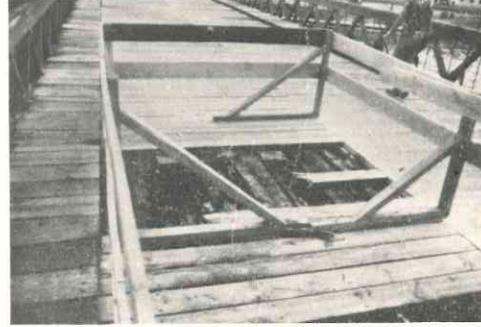
NOM DU DÉFAUT	DÉFINITION OU DESCRIPTION CAUSES POSSIBLES	INDICE DE GRAVITÉ	ILLUSTRATION	OBSERVATIONS
DÉCOLLEMENT DU REVETEMENT	Défaut d'adhérence local entre le revêtement et le support.	E (revêtement) C* (platelage)		
ARRACHEMENT DU REVETEMENT	Disparition localisée du revêtement mettant le support à nu.	F (revêtement) C* (platelage)		

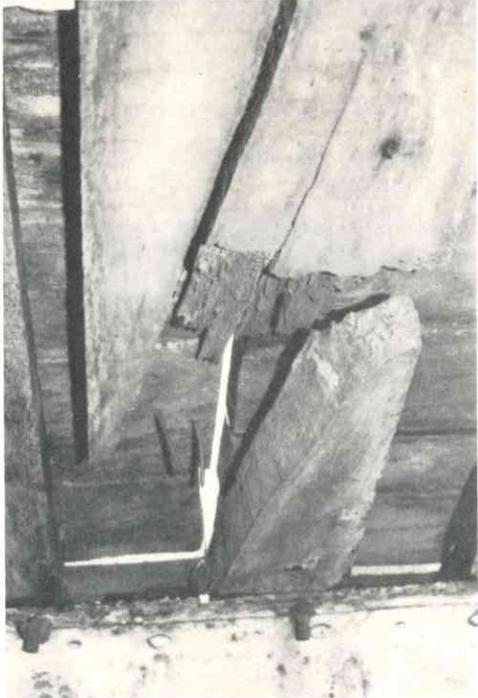
NOM DU DÉFAUT	DÉFINITION OU DESCRIPTION CAUSES POSSIBLES	INDICE DE GRAVITÉ	ILLUSTRATION	OBSERVATIONS
FISSURE DU PLATELAGE	<p>La fissuration peut affecter principalement :</p> <ul style="list-style-type: none"> – la tôle de platelage ; elle est alors longitudinale au droit de ses lignes d'appui sur les nervures ; – la jonction des nervures sur les pièces de pont, les éléments de platelage au droit des appuis intermédiaires, la soudure de raidisseurs sur la tôle de platelage. <p>Elle peut entraîner la rupture de pièce.</p>	<p>D</p> <p>E</p>		<p>En général les fissures dans la tôle de platelage ne sont visibles qu'après enlèvement du revêtement. Elles peuvent provoquer l'accumulation d'eau dans les nervures en profil fermé.</p>
DÉCALAGE D'ÉLÉMENTS	<p>Décalage entre deux éléments consécutifs ou adjacents, pouvant résulter :</p> <ul style="list-style-type: none"> – soit d'un défaut de positionnement lors du montage, – soit d'une rupture d'assemblage. 	<p>C ou D</p>		

NOM DU DÉFAUT	DÉFINITION OU DESCRIPTION CAUSES POSSIBLES	INDICE DE GRAVITÉ	ILLUSTRATION	OBSERVATIONS
DESSERRAGE DES BOULONS	Ce défaut est consécutif, en général, d'un mauvais serrage initial et aux effets de vibrations dues à la circulation. Il en résulte un jeu qui peut conduire à la rupture d'assemblage.	C		
PERFORATION	Perforation, caractéristique de tôles bombées, due à la corrosion consécutive à l'absence de dispositif d'évacuation des eaux.	D		

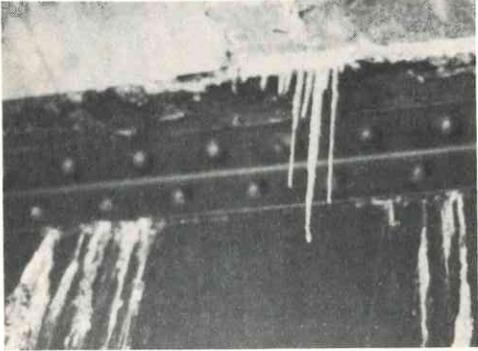
3.2 - Défauts des platelages en bois

VARIATIONS

NOM DU DÉFAUT	DÉFINITION OU DESCRIPTION CAUSES POSSIBLES	INDICE DE GRAVITÉ	ILLUSTRATION	OBSERVATIONS
BATTEMENT DES LATTES	<p>Défait consécutif à la détérioration de la fixation des lattes.</p> <p>Celui-ci peut avoir plusieurs causes :</p> <ul style="list-style-type: none"> - déformation des lattes sous l'effet des conditions climatiques ; - mauvaises fixations d'origine ; - pourrissement du support ou des lattes, etc. 	E		
ALTÉRATION INTERNE DU BOIS	<p>Dégradation dans la masse à la suite de laquelle le bois peut être pourri ou vermoulu.</p>	F		
DÉFORMATION DE PIÈCE	<p>La déformation de pièce se produit sous l'effet des variations de l'hygrométrie interne du bois.</p>	B à D		<p>L'indice de gravité peut dépendre de la fonction de la pièce.</p>

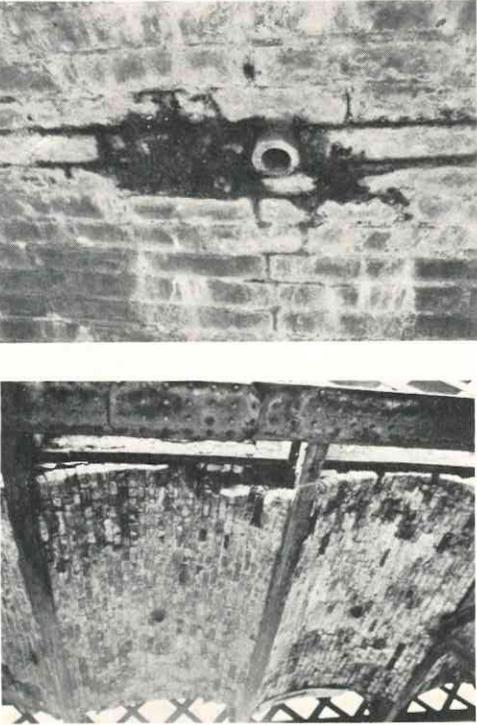
NOM DU DÉFAUT	DÉFINITION OU DESCRIPTION CAUSES POSSIBLES	INDICE DE GRAVITÉ	ILLUSTRATION	OBSERVATIONS
RUPTURE DE PIECE	Rupture d'élément du platelage en bois.	F		

3.3 - Défauts des platelages en béton*

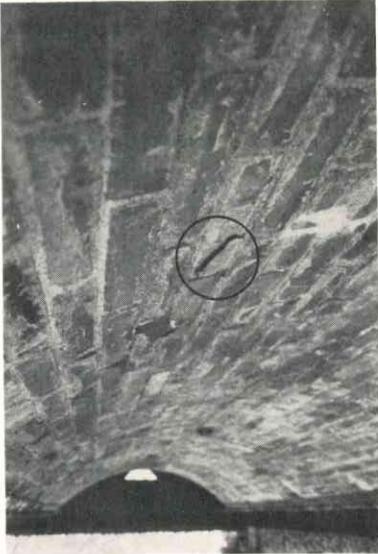
NOM DU DÉFAUT	DÉFINITION OU DESCRIPTION CAUSES POSSIBLES	INDICE DE GRAVITÉ	ILLUSTRATION	OBSERVATIONS
CHEMINEMENT DES EAUX	<p>Circulation des eaux entre la dalle et l'ossature métallique, l'eau s'introduit en général par des fissures de la dalle, accompagnées de la rupture de l'étanchéité.</p> <p>Ce défaut se manifeste soit par des coulures de rouille, soit par des dépôts ou des stalactites de calcite, lorsque l'eau a pu percoler à travers le béton.</p>	C/C*		Ce défaut est susceptible de provoquer la corrosion des éléments métalliques.
FISSURATION ANORMALE DE LA DALLE	Fissures dont l'ouverture dépasse systématiquement 0,3 mm ou fissures plus fines, mais nombreuses et rapprochées.	C à E		Selon leur importance et leur direction par rapport aux appuis de la dalle, elles peuvent être le symptôme d'une insuffisance de résistance de la dalle ou, au contraire, n'être que la manifestation du retrait. L'évaluation de l'importance du désordre doit être appréciée par un Bureau d'Études.

*Nota : Ne sont cités ici que les défauts particuliers aux dalles en béton utilisées comme platelages d'ouvrages métalliques. Pour les défauts généraux, se reporter au catalogue des défauts apparents des ouvrages d'art en béton.

3.4 - Défauts des voûtains en brique ou en maçonnerie

NOM DU DÉFAUT	DÉFINITION OU DESCRIPTION CAUSES POSSIBLES	INDICE DE GRAVITÉ	ILLUSTRATION	OBSERVATIONS
<p>DÉFAUT D'ÉTANCHÉITÉ DES VOUTAINS</p> <p>DÉGRADATION DES VOUTAINS</p>	<p>Possibilité de cheminement d'eau à travers les voûtains.</p> <p>Dégradation des éléments constitutifs des voûtains (briques ou pierres) d'origine mécanique ou physico-chimique.</p>	<p>C/C*</p> <p>C-D</p>		

VATIONS

NOM DU DÉFAUT	DÉFINITION OU DESCRIPTION CAUSES POSSIBLES	INDICE DE GRAVITÉ	ILLUSTRATION	OBSERVATIONS
RUPTURE D'ÉLÉMENT	Rupture d'un élément isolé par suite de phénomènes mécaniques ou physico-chimiques.	D		
FISSURE LONGITUDINALE DES VOUTAINS	Fissure d'origine mécanique du vouâtain entraînant la rupture des éléments selon un plan longitudinal par rapport à l'ouvrage.	D		

INDEX ALPHABETIQUE

Absence de certains éléments de structure	25
Altération interne du bois	63
Appui (absence de dispositif d')	57
Arrachement du revêtement	61
Articulation des suspentes (défaut d')	55
Battement des lattes	63
Battement de système d'appui	56
Blocages	22
Blocage d'articulation de pylone	31
Blocage de selle	32
Cheminement d'axe d'appareil d'appui	56
Cheminement de pièce	24
Cheminement des eaux entre pièces	16
Cheminement des eaux	65
Cheminement de tablier	24
Chevauchement de joint de chaussée	24
Cloquage (de la protection anti-corrosion des câbles)	40
Contacts anormaux	46
Corrosion	8
Corrosion entre pièces	11
Corrosion fissurante sous tension	11
Corrosion généralisée	9 - 44
Corrosion par piqûres	9 - 44
Coulure de produits bitumineux	42
Coulure d'oxyde	11 - 45
Craquelage (de la protection anti-corrosion des câbles)	40
Décalage d'éléments	62
Décollement (de la protection anti-corrosion des câbles)	41
Décollement du revêtement	60
Déformation de la pièce	63
Dégradation des voûtains	66
Déplacement de massif d'ancrage	30
Désaxement	57
Descellement de dispositif d'appui	57
Desserrage des boulons	23 - 62

Détension de câbles	53
Détoronnage	34
Dévers anormal d'une nappe	53
Dévers anormal du tablier	54
Déversement	21
Déversement d'une poutre de rive	55
Ecaillage (de la protection anti-corrosion des câbles)	41
Ecartement des câbles (insuffisance d')	36
Enrouillement	8
Etanchéité (défaut d')	39 - 66
Evacuation des eaux (défaut des dispositifs d')	14
Faïençage (de la protection anti-corrosion des câbles)	40
Faisceau jointif (disposition en)	36
Fissuration anormale de la dalle	65
Fissuration du massif d'ancrage	30
Fissuration du revêtement	59
Fissuration longitudinale (de la protection anti-corrosion des câbles)	43
Fissure	26
Fissure de corrosion sous tension	45
Fissure du culot	50
Fissure du platelage	61
Fissure en tête de pylone	32
Fissure longitudinale des voûtains	67
Flambement	21
Flèche permanente anormale	19
Foisonnement	12
Fracture de massif d'ancrage	30
Fracture de pylone	32
Frette (présence de)	35
Gauchissement	20
Glissement de câble dans le culot	47
Glissement de pièce d'attache	52
Gonflement de câble	13 - 44

Humidité des chambres d'ancrage	33
Inaccessibilité à certaines parties d'ouvrages	17
Immersion des parties basses des câbles	33
Jeu aux abouts (absence de)	22
Jeu d'assemblage	23
Mouvement d'assemblage	23
Perforation	10 - 62
Piège à eau et/ou piège à poussières	15
Piège à eau dans les colliers d'attache de suspentes	37
Piège à eau dans les attaches basses de barres ou étriers	36
Pince (insuffisance de)	17
Planéité (défaut de)	20
Positionnement (défaut de)	19
Protection (défauts du système de)	18 - 41
Réduction d'épaisseur	9
Réglage (défaut de)	51
Ressuage (de la protection anti-corrosion des câbles)	42
Retenue d'eau dans un câble	35
Rupture de barre	49
Rupture de boulons	28
Rupture de câble	49
Rupture d'étrier	50
Rupture de pièce	27 - 64
Rupture d'élément (de voûtains)	67
Rupture de rivet	28
Toronnage (défaut de)	34
Verticalité des suspentes (défaut de)	52
Voilement	21