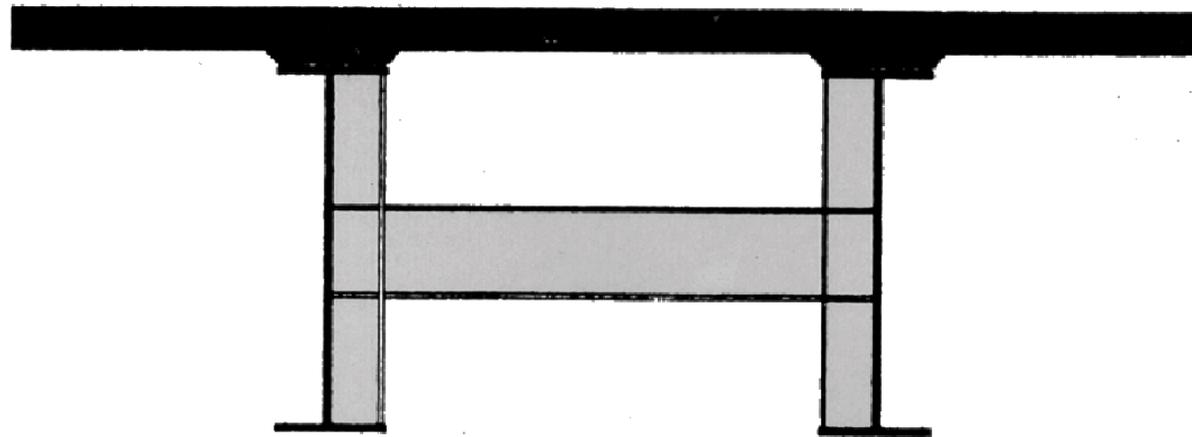


Pont mixte acier-béton









Morphologie bi-poutres

Les ponts métalliques "bipoutres mixtes" sont constitués :

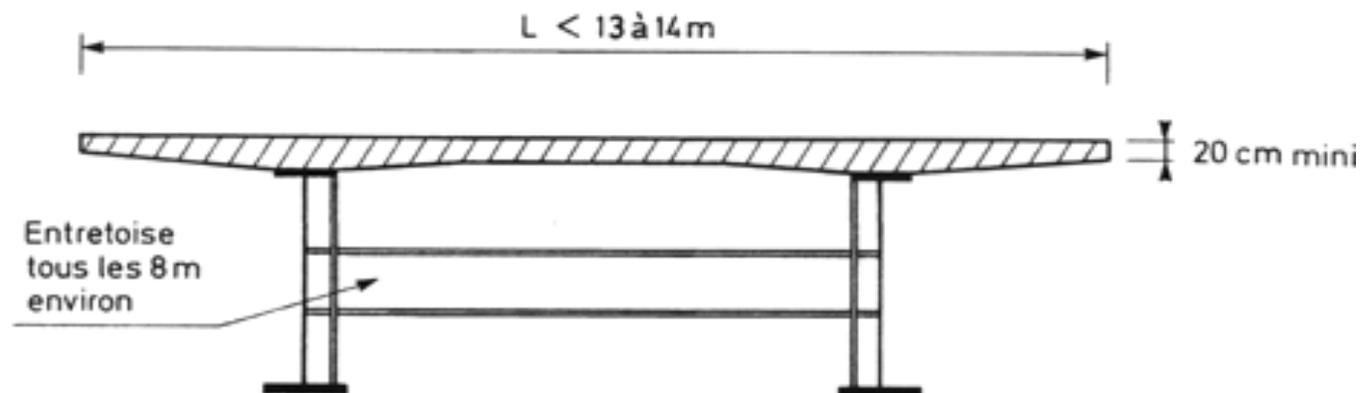
- de deux poutres métalliques en I, généralement de hauteur constante
- d'une dalle en béton armé connectée

Le domaine d'emploi de ces ouvrages correspond aux portées de 25 à 110 mètres
Les portées maximales, pour les travées continues, dépassent rarement 110 m, mais le record mondial est de 150 m

Pour les travées indépendantes, la portée maximale dépasse rarement 90 m

L'élançement H_p/L économique est actuellement :

- pour les travées indépendantes : 1/22
- pour les travées continues :
 - de hauteur constante : 1/28
 - de hauteur variable : 1/25 sur appui et de 1/40 à 1/50 à la clé

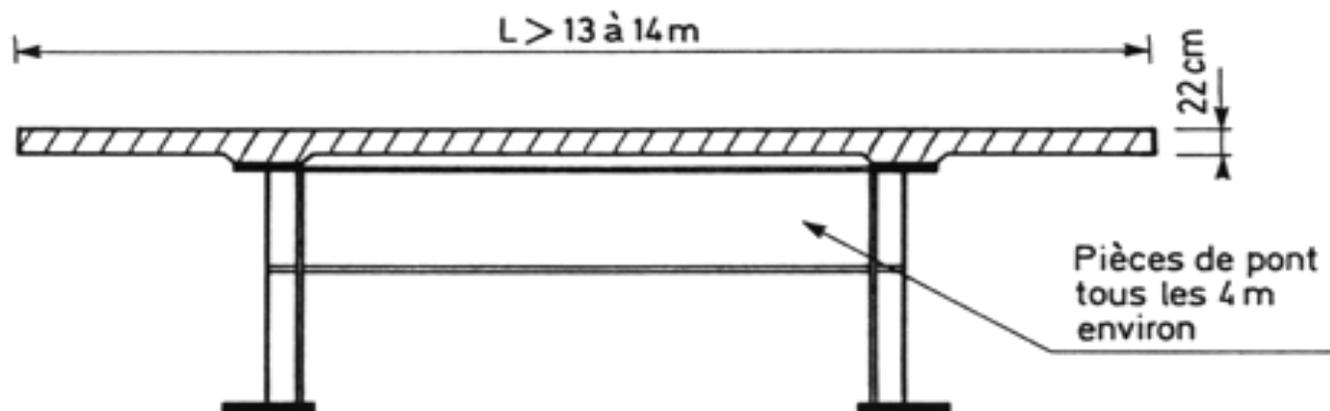
Morphologie bi-poutres

Ouvrage de faible largeur

Largeur de dalle < 13 ou 14 m :

- ▶ entretoises à mi-hauteur, espacées de 8 m environ
- ▶ dalle en béton armé

Morphologie bi-poutres



Ouvrage de grande largeur

Largueur de dalle > 13 ou 14 m :

- ▶ pièces de pont, espacées de 4 m environ
- ▶ dalle en béton armé avec précontrainte transversale pour les grandes largeurs

Morphologie dalle



La dalle de couverture d'épaisseur comprise entre 20 et 30 cm est connectée aux poutres métalliques et aux pièces de pont pour participer à la résistance en flexion

Sans connexion, la dalle s'appuierait simplement sur la poutre qui supporterait seule la flexion d'ensemble

Défaut accidentel



Défaut accidentel



► **Type de défaut**

Voilement d'âme

► **Situation**

Déformation par suite d'instabilité élastique, d'une plaque sollicitée dans son plan par compression et/ou cisaillement

► **Cause**

Efforts excessifs subis par l'ouvrage lors du choc d'un véhicule sur la membrure inférieure de la poutre

► **Critère de classement**

Ce défaut met en danger la stabilité de l'ouvrage : classe 3U

Défaut accidentel



Défaut accidentel



► Type de défaut

Déformation de tôles métalliques et rupture de soudures

► Situation

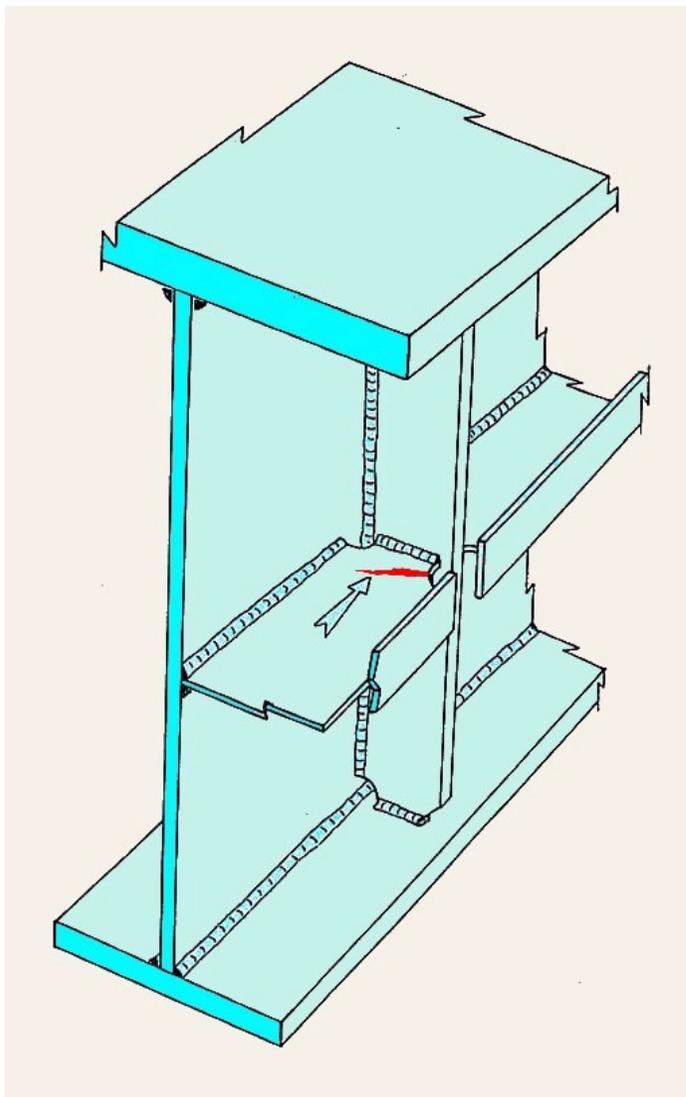
Déformation de la membrure inférieure d'une poutre principale, accompagnée d'une déformation de la base de l'âme et d'une rupture des soudures âme-semelle

► Cause

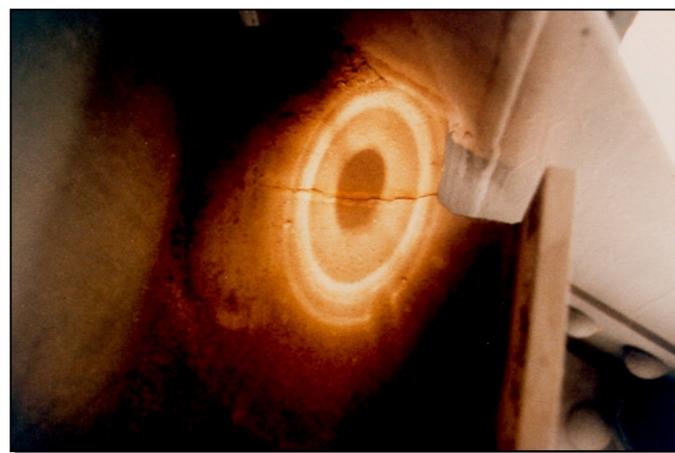
Choc de véhicule en sous-face de poutre

► Critère de classement

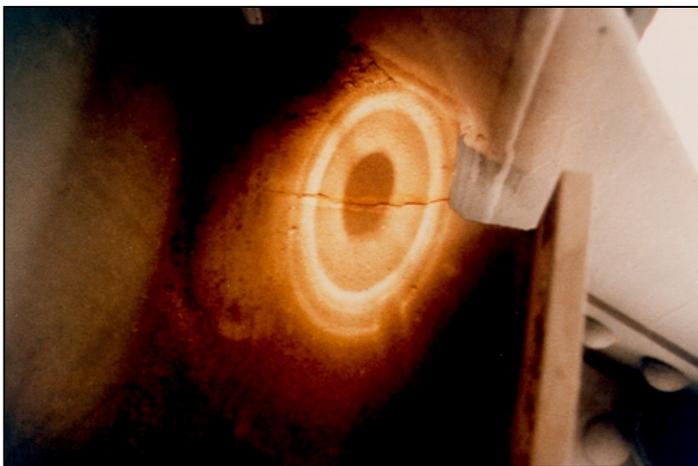
Défaut particulièrement grave pour la stabilité de la structure et nécessitant une intervention rapide : classe 3U



Fissure de fatigue dans l'acier



Fissure de fatigue dans l'acier



► Type de défaut

Fissuration des pièces

Défaut grave mais exceptionnel

Dans le cas présent, il s'agit d'une fissure de fatigue initiée dans la zone oxycoupée de la lunule du raidisseur, anormalement discontinu

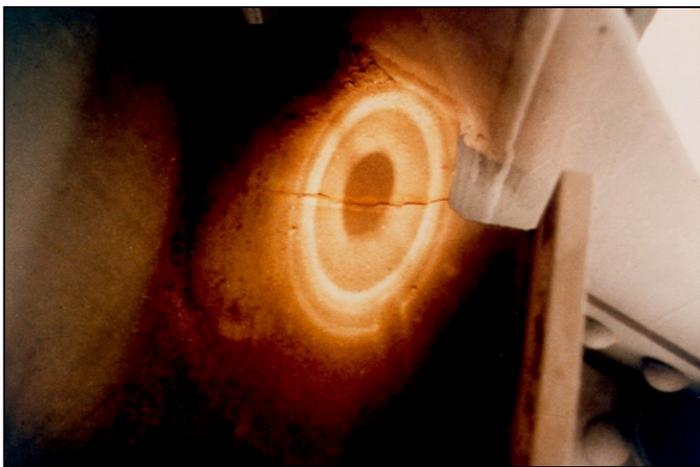
► Situation

La fissure est située sur un raidisseur longitudinal d'âme de poutre, à proximité du raccordement de celui-ci par soudage au raidisseur vertical d'âme

Ici, la fissure se propage dans le métal de base du raidisseur

Dans d'autres cas, la fissuration est initiée et se propage le long de la soudure dans la zone affectée par la chaleur de la soudure d'angle avec le raidisseur vertical

Le cas présenté est un cas unique de raidisseur d'âme en T semi-continu, dans lequel la membrure et l'âme du T ont été interrompues et l'âme soudée au raidisseur vertical de la poutre principale



Fissure de fatigue dans l'acier

► Cause

La fissuration des pièces se produit dans des zones de concentration de contraintes, caractérisées par des variations brutales de géométrie, des zones oxycoupées ou des zones soudées

De plus, sur ce pont, le raidisseur est soudé sur trois côtés, au lieu d'un seul normalement : le retrait de soudure provoque ici un bridage qui est une des causes de la fissure

► Critère de classement

Ce défaut qui affecte le fonctionnement de la structure, nécessite une étude pour en déterminer la nocivité : classe 3

L'enjeu est d'éviter l'évolution vers une rupture fragile

Fissuration de la dalle

Fissuration de la dalle



► Type de défaut

Fissuration transversale de la dalle en béton armé

► Situation

Visible en intrados de la dalle

La fissuration transversale de la dalle a une densité plus importante au droit des appuis intermédiaires. Elle est traversante et peut découper la dalle en bandes

► Cause

La fissuration transversale est provoquée à la fois par le retrait gêné de la dalle en béton lors de son coulage sur les poutres en métal et par l'effet de la flexion longitudinale qui met en traction la dalle au droit des appuis intermédiaires

Fissuration de la dalle**► Critère de classement**

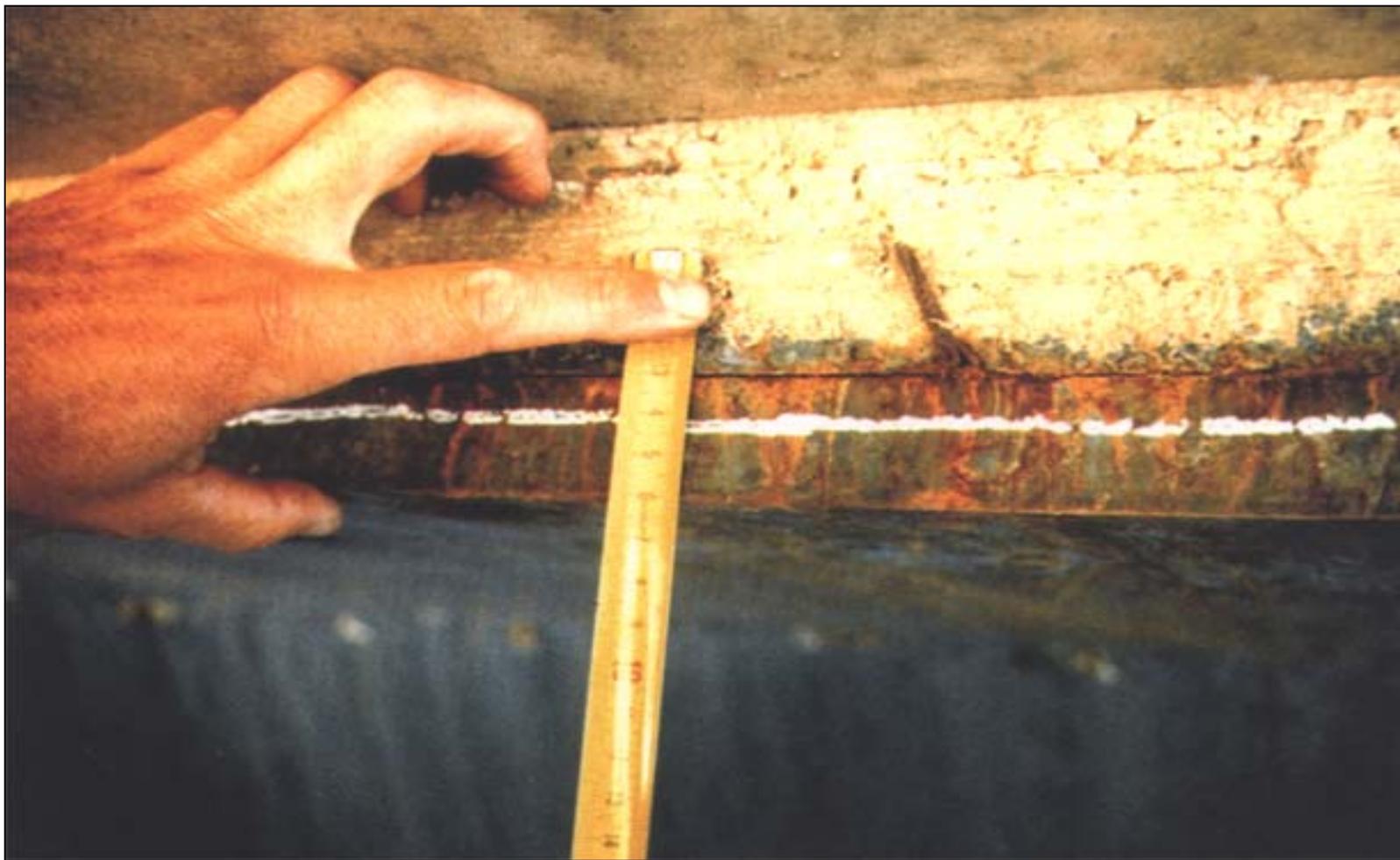
Les fissures avec efflorescences sont d'ouverture supérieure à 0,3 mm et humides :

- dans le cas d'une dalle en béton précontraint : classe 3U
- dans le cas d'une dalle en béton armé : classe 2E

Lorsque les fissures transversales sont concomitantes avec des fissures longitudinales : classe 3U

Les fissures longitudinales sont dues à la flexion transversale de la dalle en béton armé entre les deux poutres métalliques

Défaut de connexion



Défaut de connexion



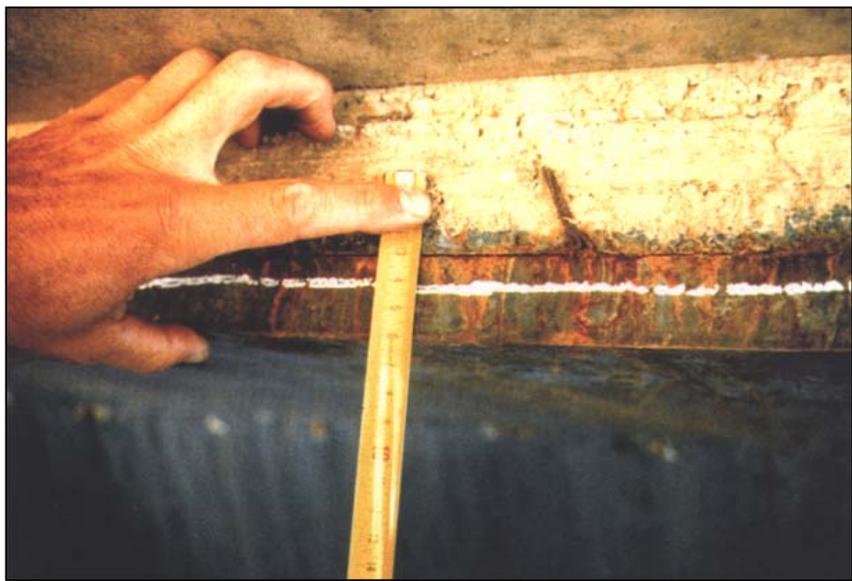
► **Type de défaut**

Désordre au niveau de la connexion : décollement entre dalle et poutre

► **Situation**

Anomalie de contact entre la dalle de béton et la membrure supérieure d'une poutre principale. Les éléments de connexion (goujons, cornières, arceaux inclinés,...) qui sont noyés dans le béton, sont invisibles

Défaut de connexion



► Cause

Ce désordre peut être provoqué par des dispositions insuffisantes prises lors de la construction ou par endommagement de la connexion par fatigue

► Critère de classement

Tout désordre à l'interface membrure supérieure de poutre et dalle de béton doit être analysé pour s'assurer du fonctionnement de l'ouvrage.

Dans le cas présent, ce défaut de quelques millimètres est continu sur la longueur de l'ouvrage et peut être significatif de désordres au niveau des connecteurs (rupture par fatigue...) : classe 2E

Défaut d'assemblage



Défaut d'assemblage



► Type de défaut

Défaut d'assemblage et décollement de feuillets de peinture

Les défauts d'assemblage se caractérisent généralement par

- des jeux d'assemblages rivetés ou boulonnés (insuffisance de serrage permettant le mouvement des pièces assemblées)
- un défaut de contact entre pièces (déformation résiduelle de soudage...)
- une fissuration de cordon de soudure avec ou sans propagation dans le métal de base (concentration de contrainte, fatigue...)

► Situation

Sur culée, pièce de pont assemblée par boulons à serrage contrôlé sur le montant intérieur, raidisseur sur appui servant d'amorce

Défaut d'assemblage



► Cause

La pièce de pont et ses goussets inférieurs, soudés en usine, sont assemblés sur site au montant

Le retrait de soudure, mal évalué en atelier, ne permet pas un contact satisfaisant des platines

► Critère de classement

Sans majoration importante de contrainte dans la platine, mais avec néanmoins un fonctionnement anormal des boulons à serrage contrôlé (traction sous tête), le défaut d'assemblage est en : classe 2

Le décollement entre feuillets de peinture est en : classe 2

Défaut de protection



Défaut de protection



▶ **Type de défaut**

Piège à eau et à poussière

▶ **Situation**

Sur appui, raidisseur d'âme en T soudé sur la semelle inférieure d'une poutre principale

▶ **Cause**

Cette disposition constructive favorise la stagnation d'eau et l'accumulation de poussières et de salissures

▶ **Critère de classement**

Cette disposition provoque dans un premier temps une dégradation du système anticorrosion avec enrôillement des surfaces, puis une corrosion progressive de l'acier : classe 2

Défauts géométriques



Défauts géométriques



▶ **Type de défaut**

Défaut de contact entre membrure inférieure et appareil d'appui à balancier

▶ **Situation**

Sur appui, sous une poutre principale

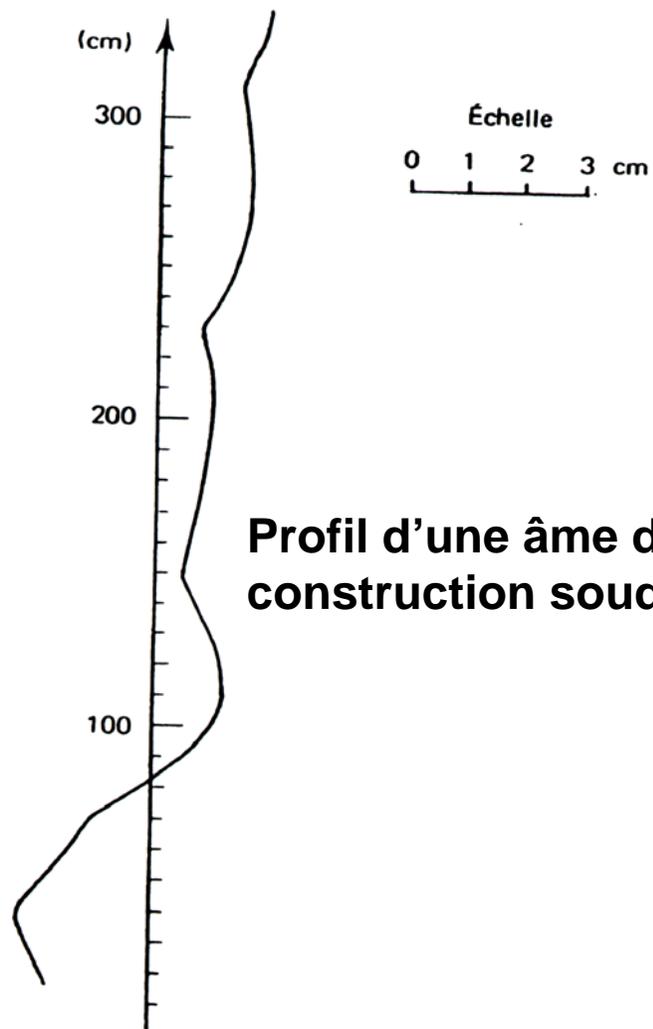
▶ **Cause**

Ce désordre est dû à l'absence de correction des conséquences du retrait des soudures longitudinales de l'âme sur la membrure inférieure de la poutre

▶ **Critère de classement**

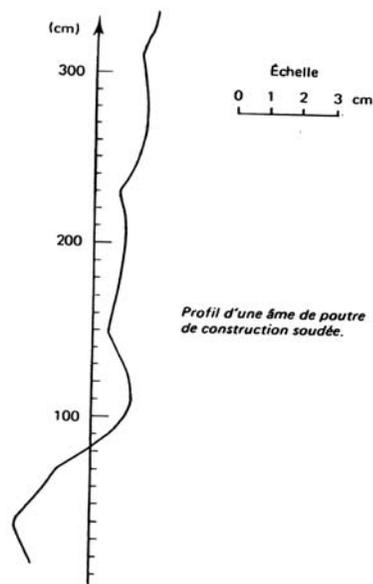
Dans le cas présent, le défaut de contact ne permet pas un transfert satisfaisant des efforts à l'appareil d'appui : classe 2

Défauts géométriques



Profil d'une âme de poutre de construction soudée

Défauts géométriques



► Type de défaut

Défaut de planéité, défaut de verticalité

► Situation

Relevé des déformations observées sur une âme de poutre de construction soudée. Sur ouvrage, ces déformations peuvent être révélées par l'incidence de la lumière sur les surfaces qui retiennent plus ou moins les poussières

► Cause

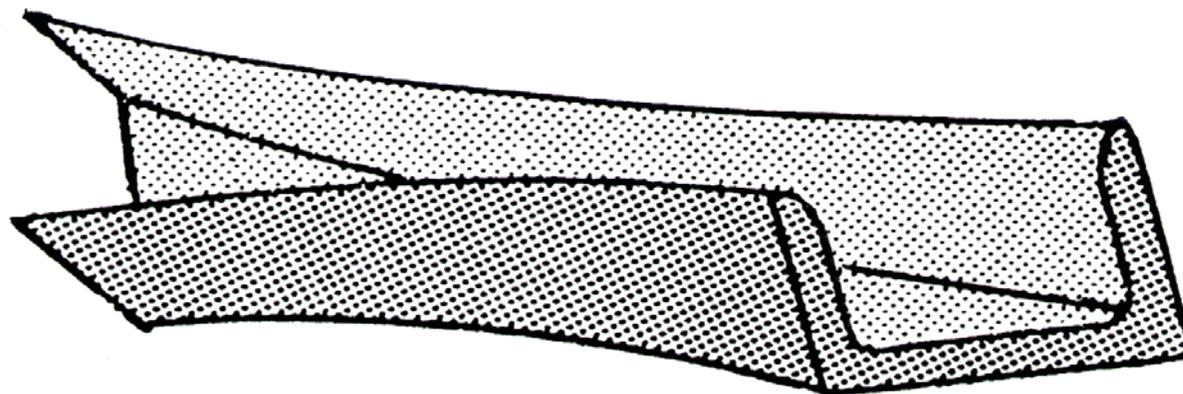
Déformations permanentes de la tôle d'âme au niveau des soudures de raidisseurs longitudinaux (retrait de soudage)

► Critère de classement

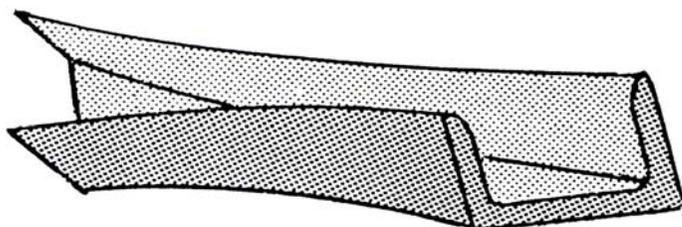
Ce défaut, au-delà des tolérances de construction (norme NF P 22-810 de mars 1994), ne doit pas être confondu avec le voilement ou le déversement, mais peut en constituer une amorce

- sans risque d'accentuation par application des sollicitations : classe 1
- avec risque d'accentuation par application des sollicitations : classe 3U

Défauts géométriques



Défauts géométriques



► Type de défaut

Gauchissement de pièces

► Situation

Déformation permanente de torsion de pièces telles que des éléments élancés de contreventement, bracons...

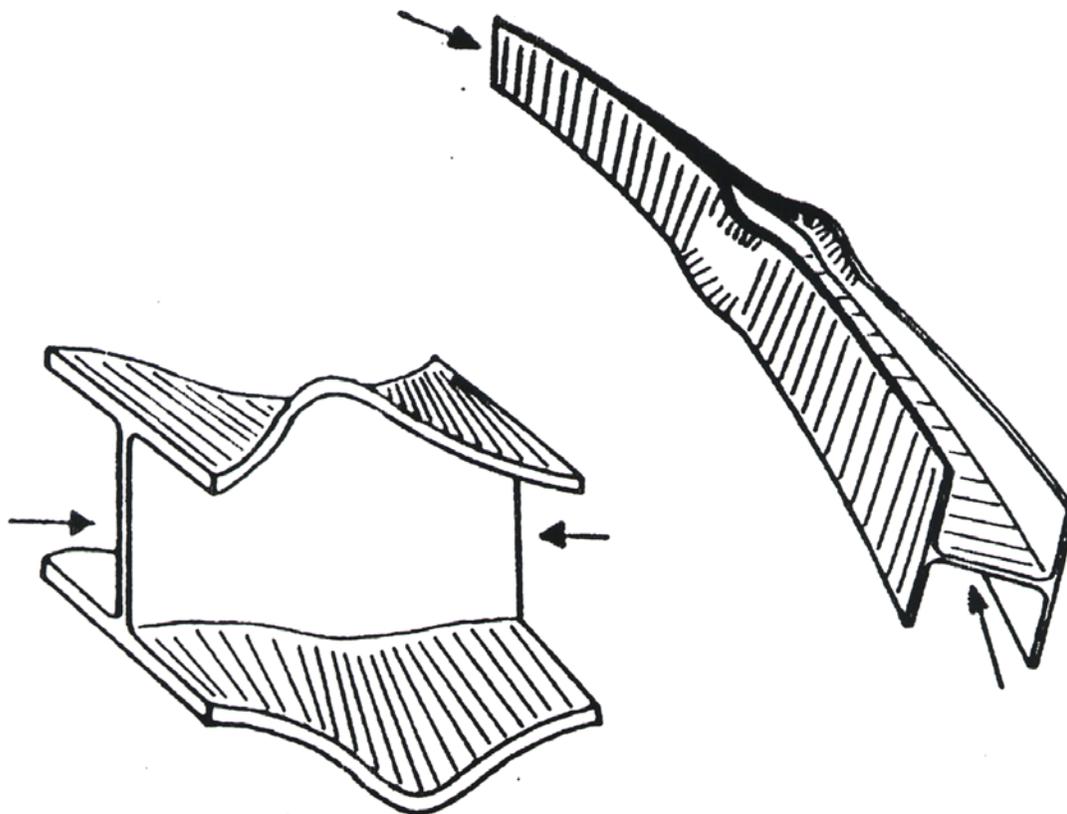
► Cause

- Efforts excessifs non pris en compte lors de la conception
- Altération d'un assemblage, à proximité

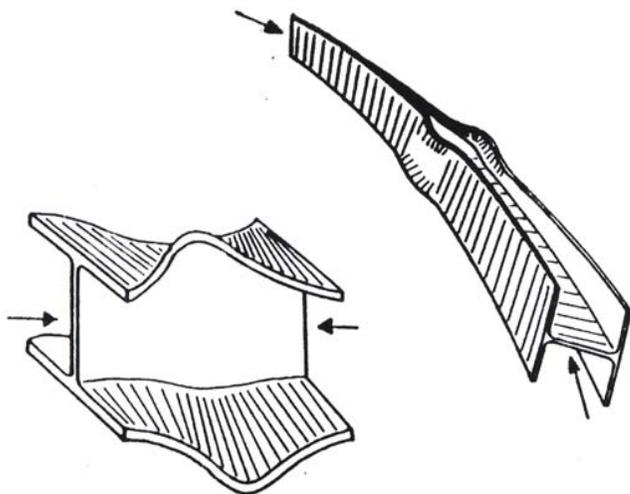
► Critère de classement

S'il s'agit de pièces nécessaires au montage de la charpente, qui subsistent sur l'ouvrage définitif (par exemple, cas du contreventement de lancement) : classe 1

S'il s'agit d'éléments nécessaires au fonctionnement en service de l'ouvrage : classe 3

Défauts géométriques

Défauts géométriques



► **Type de défaut**

Flambement de pièces

► **Situation**

Déformation par suite d'instabilité élastique d'une pièce élancée comprimée axialement

► **Cause**

Efforts excessifs non pris en compte lors de la conception

► **Critère de classement**

S'il s'agit de pièces nécessaires au montage de la charpente, qui subsistent sur l'ouvrage définitif (par exemple, cas du contreventement de lancement) : classe 1

S'il s'agit d'éléments nécessaires au fonctionnement en service de l'ouvrage : classe 3 à 3U