

Les fondamentaux des ouvrages et les référentiels

Jean-Michel Lacombe
(Sétra)





Les fondamentaux des ouvrages

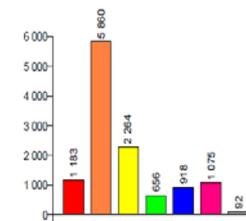
Le parc des ouvrages d'art français

- des ouvrages nombreux
> 250 000 ouvrages
de plus de 2 mètres

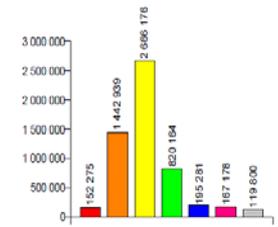
- des structures variées



NOMBRE



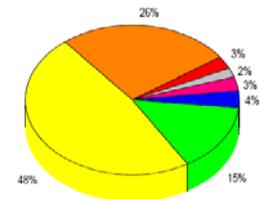
SURFACE (m²)



NOMBRE (%)



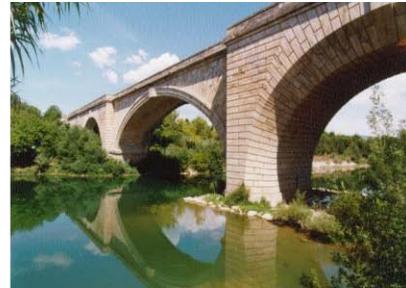
SURFACE (%)



Répartition des ouvrages selon les matériaux pour le réseau routier national

Les fondamentaux des ouvrages

Le parc des ouvrages d'art français





Les fondamentaux des ouvrages

Le parc des ouvrages d'art français - des ouvrages de conceptions très variées

Aujourd'hui, Règlements de conception pour les ouvrages neufs : Eurocodes

Historique des principaux règlements de calcul

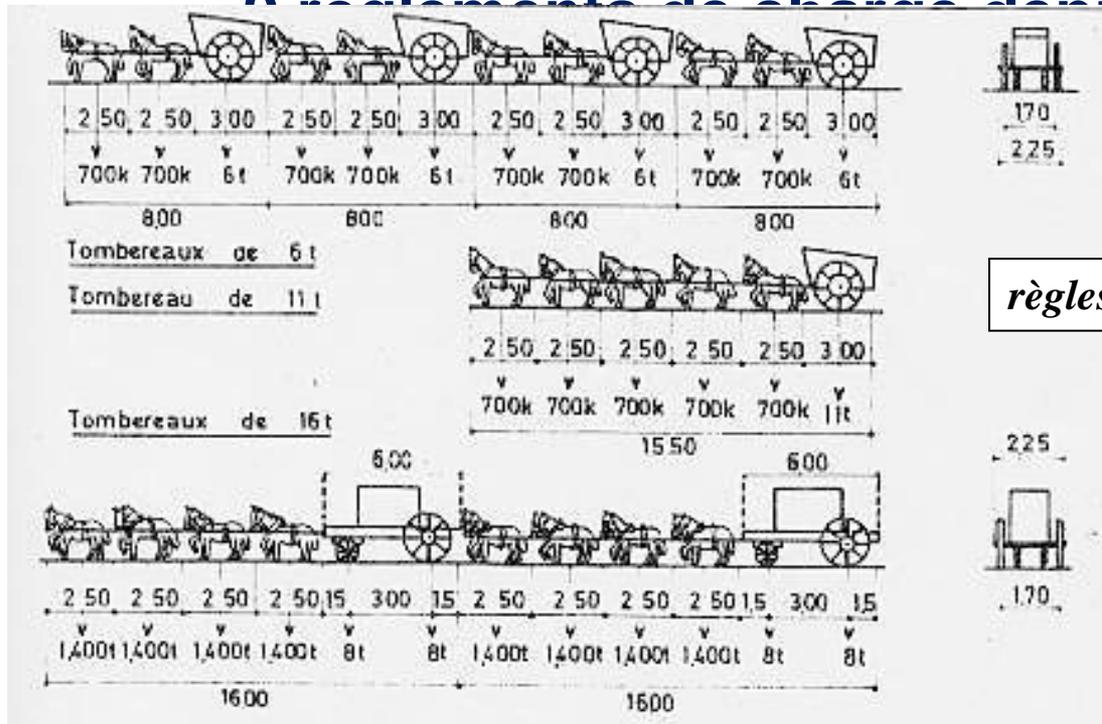
Métal	9 règlements depuis 1869
Béton armé	8 règlements depuis 1906
Béton précontraint	6 règlements depuis 1953
Ouvrages mixtes	3 règlements depuis 1966



Les fondamentaux des ouvrages

Le parc des ouvrages d'art français - des ouvrages de conceptions très variées

Quèlques éléments de charges depuis 1852



règles de charges de 1891

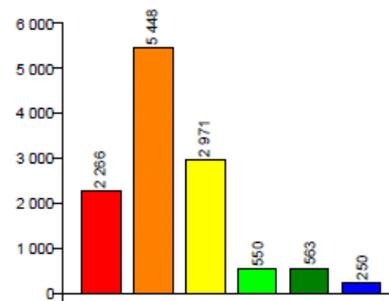


Les fondamentaux des ouvrages

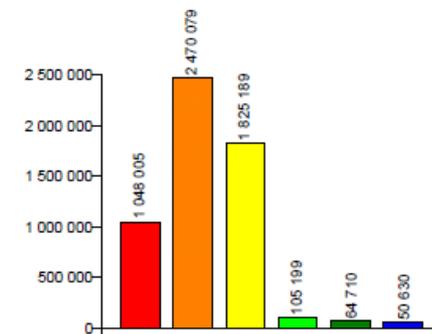
Le parc des ouvrages d'art français - des ouvrages durables

■ >1995 ■ 1976-1995 ■ 1951-1975 ■ 1901-1950 ■ 1850-1900 ■ <1850

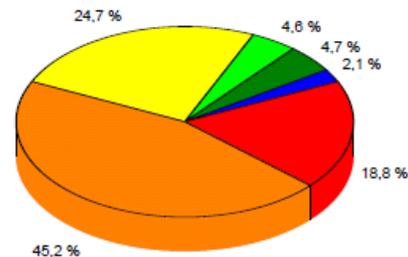
NOMBRE



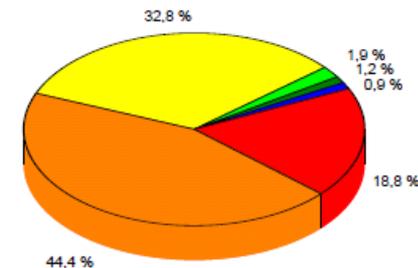
SURFACE (m²)



NOMBRE (%)



SURFACE (%)



Les fondamentaux des ouvrages

Le parc des ouvrages d'art français - des ouvrages durables

Durée de vie de projet : 100 ans

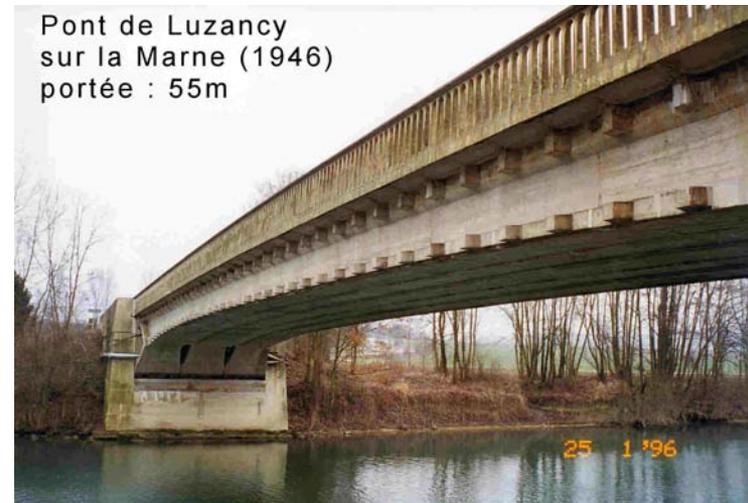
Béton armé

Pont Camille de Hogues (1899)



Béton précontraint

Pont de Luzancy
sur la Marne (1946)
portée : 55m



Les fondamentaux des ouvrages

Le parc des ouvrages d'art français - des ouvrages durables

Maçonnerie



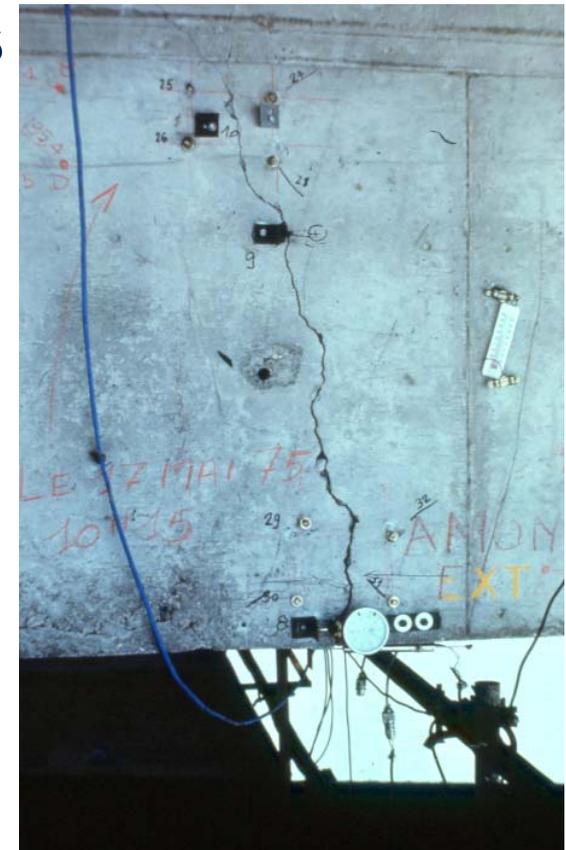
Métal



Les fondamentaux des ouvrages

Le parc des ouvrages d'art français
- des pathologies variées

Ouvrages en béton

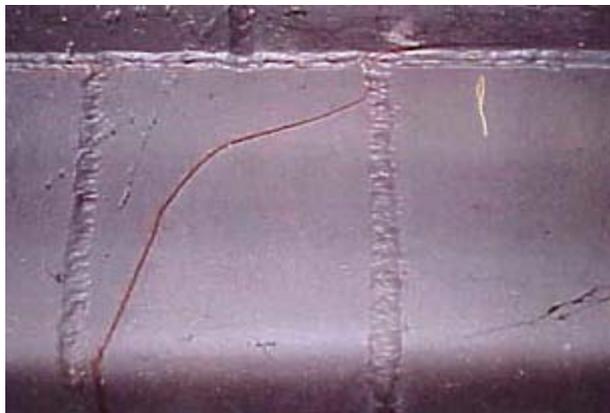




Les fondamentaux des ouvrages

Le parc des ouvrages d'art français - des pathologies variées

Ouvrages métalliques



Les fondamentaux des ouvrages

Le parc des ouvrages d'art français
- des charges routières de plus en plus agressives

Charges extrêmes





Les fondamentaux des ouvrages

**Le parc des ouvrages d'art français
- des charges routières de plus en plus agressives**

Fatigue





Nécessité d'effectuer

- **la surveillance**
- **l'entretien**
- **les réparations**

en temps utiles



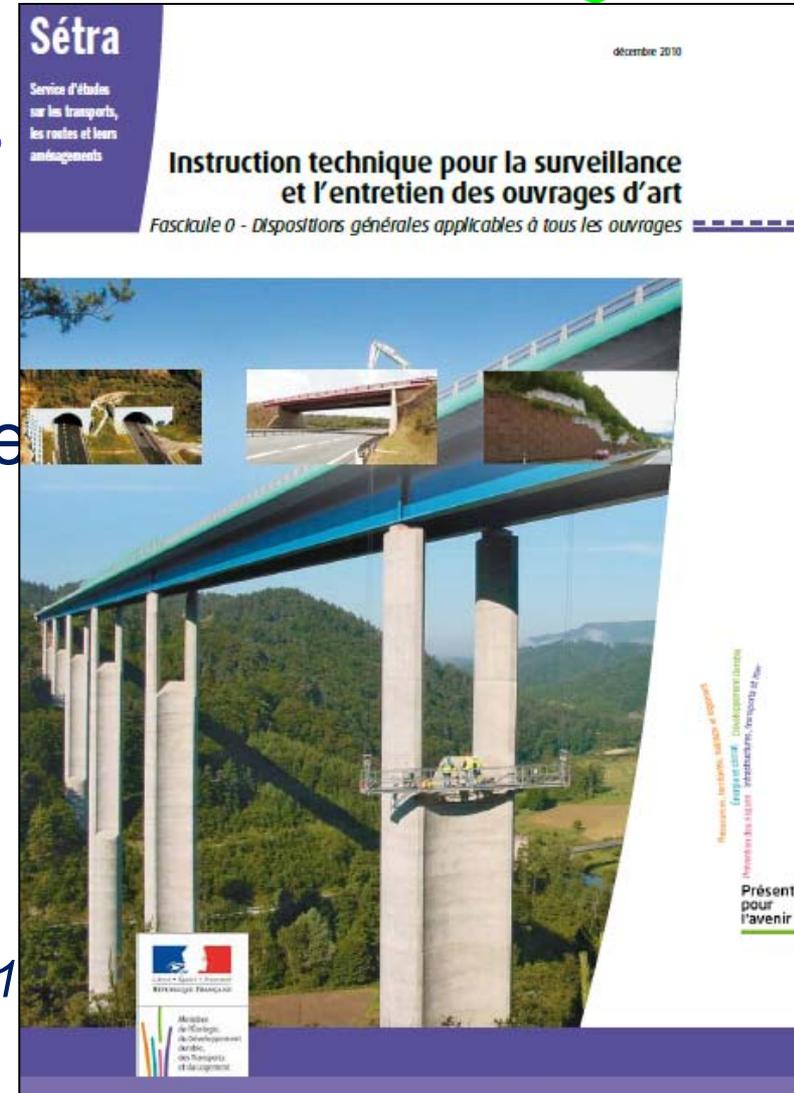
Les référentiels

Les référentiels pour la gestion des ouvrages

ITSEOA

« Instruction technique pour la surveillance, et l'entretien des ouvrages d'art »

1979 modifiée en 2011





Les référentiels

Les référentiels pour la gestion des ouvrages

ITSEOA

- Fascicule 0
- 3 fascicules annexés
 - Fasc. 1 : dossier d'ouvrages
 - Fasc. 2 : généralités sur la surveillance
 - Fasc. 3 : auscultation, surveillance renforcée, mesures de sécurité immédiate ou de sauvegarde
- autres fascicules (20) : guides



Les référentiels

Les référentiels pour la gestion des ouvrages

ITSEOA

- utilisable par tout gestionnaire d'ouvrages
- 3 niveaux sont définis pour le maître d'ouvrage gestionnaire
 - le niveau décisionnel
 - le niveau organisationnel
 - le niveau opérationnel



Les référentiels

Les référentiels pour la gestion des ouvrages

La surveillance

Le patrouillage

Les actions périodiques de surveillance

- un contrôle annuel ;
- des visites d'évaluation ;
- des inspections détaillées ;
- des inspections détaillées de parties d'ouvrage.



Les référentiels

Les référentiels pour la gestion des ouvrages

Évaluation de l'état des ouvrages tous les 3 ans (méthode IQOA pour le RRN)

5 classes

classe 1

classe 2

classe 2E

classe 3

classe 3U

Les référentiels

Les référentiels pour la gestion des ouvrages

L'entretien et la réparation

Annexe 3 - Liste des opérations d'entretien et de réparation

Le tableau ci-dessous propose, à titre indicatif, une classification des principales opérations d'entretien et de réparation.

Entretien (non structurel ou défauts structurels mineurs)		Réparation (structurelle) réalisée par entreprise spécialisée
Entretien courant réalisé par niveau opérationnel ou prestataire	Entretien spécialisé réalisé par entreprise spécialisée	
<ul style="list-style-type: none"> nettoyage des dispositifs d'écoulement des eaux (gavouilles, barbacanes, toises, caniveaux, drains, etc.) ; nettoyage de la chaussée, enlèvement des dépôts qui se créent sur ses rives ; nettoyage des joints de chaussée, des joints de vomite et de leurs accessoires ; nettoyage des bornes, notamment ceux comportant des dalles amovibles ; nettoyage des sommiers d'appui, de l'anneau du sable, des dispositifs de mines éventuels ; toutes autres opérations de nettoyage (piedroits de tunnel, par exemple) ; contrôle de l'état et nettoyage des dispositifs de retenue (garde-caps, glissières, barrières) et des axes de visite (trappes, portes, échelles, nacelles) ; maintien en état des dispositifs de retenue et des axes de visite ; élimination de toute végétation nuisible sur l'ensemble de l'ouvrage et à ses abords (pierres, talus) ; nettoyage des pavements de tous garrifs et arrières ; enlèvement de caps flottants à l'avant des piles ne nécessitant pas de moyens spéciaux ; maintien en état de la signalisation relative à l'exploitation de l'ouvrage et située sur les voies adjacentes (limitation de gabarit ou de tonnage). <p><small>Nota : être également l'occasion de contrôler l'état de tous les équipements liés à l'usage de la voie parée ou de la brèche franchie, et supports (par l'ouvrage, mais que consoles, boîtes d'appui d'ampère, signalisation verticale, réseau des câbles souterrains) ; en particulier le contrôle des dispositifs de bornage de ces équipements à l'ouvrage.</small></p>	<p>opérations nécessitant des moyens particuliers, par exemple</p> <ul style="list-style-type: none"> enlèvement des amas de corps flottants à l'avant des piles nécessitant des moyens spéciaux ; travaux ou opérations d'entretien nécessitant une personne ; mise en place d'envochements ; boulonnage du rocher dans les tunnels. <p>opérations sur les équipements et les éléments de protection</p> <ul style="list-style-type: none"> sélection des dispositifs d'écoulement des eaux ; mise en peinture des garde-caps et des éléments métalliques des équipements ; sélection des bornes de bornes, des dalles sous bornes, des dispositifs locaux ou caniches ; sélection des joints de chaussée et de bornes ; sélection de la chape d'esancheite, de la couche de roulement, des revêtements de bornes ; suppression des venues d'eau, protection des pavements contre l'humidité et les ruissellements ; sélection ou création de dispositifs d'entretien et de visite ; remise en peinture de l'ossature métallique ; mise en œuvre de produits de protection des pavements en béton ; <p>opérations sur les défauts mineurs de la structure</p> <ul style="list-style-type: none"> protection des armatures très localement apparues, ragréages ponctuels et peu profonds des pavements de béton à localiser l'endommagement, protection cathodique, déchlousion, rechloruration ; protection et sélection des taches d'amoindrissement des armatures de précontrainte ; remplacement d'une barre d'un fer ou d'un boulon ; retraitement de maçonneries ; traitement des fissures non structurales. <p>pour les appuis</p> <ul style="list-style-type: none"> changement des appareils d'appui dans les cas simples. 	<p>INTERVENTIONS SUR LES ÉQUIPEMENTS ET LES APPREILS D'APPUI NECESSITANT DES ADAPTATIONS STRUCTURELLES</p> <ul style="list-style-type: none"> interventions sur la structure pour mise en place d'un nouveau dispositif de retenue ; changement des appareils d'appui lorsque le voilage n'a pas été prévu. <p>INTERVENTIONS SUR LA STRUCTURE pour la maçonnerie</p> <ul style="list-style-type: none"> reconstitution de pierres altérées ; injection ; reconstruction partielle ; pose de tirants d'ensevelissement des tympans ou des maçonneries, épinglage des bandeaux ; réalisation d'une cornue. <p>pour le béton</p> <ul style="list-style-type: none"> injection de fissures structurales ; reconstitution de béton dégradé sur une profondeur importante ou une surface étendue ; adjonction d'armatures passives ; mise en œuvre de matériaux composites collés ; application d'une protection additionnelle. <p>pour le métal</p> <ul style="list-style-type: none"> réfection d'assemblages boulonnés ou rivés ; reconstitution ou remplacement de pièces d'un ouvrage métallique ; parachèvement des soudures. <p>pour les fondations</p> <ul style="list-style-type: none"> répèse de fondation en sous-œuvre ; couverture de fondations par éléments de précontrainte métalliques, par micro-pieux, par injection du sol, par bétonnage de cavités. <p>pour les appuis</p> <ul style="list-style-type: none"> changement des appareils d'appui dans les cas complexes.

Les référentiels

Les référentiels pour la gestion des ouvrages

L'entretien

- entretien courant





Les référentiels

Les référentiels pour la gestion des ouvrages

L'entretien

- entretien spécialisé





Les référentiels

Les référentiels pour la gestion des ouvrages

La réparation





Les référentiels

Les référentiels pour l'évaluation structurale

Les Eurocodes en général, ne concernent que les ouvrages neufs

Exemple : "Eurocode 1-2 – Actions sur les structures – Actions sur les ponts dues au trafic". Section 1 – Généralités : Paragraphe 1.1 Domaine d'application

« (2) Les charges d'exploitation définies dans l'EN 1991-2 sont destinées à être utilisées pour le calcul des **ponts neufs**, piles, culées, murs garde-grève, murs en ailes et en retour, etc., ainsi que de leurs fondations



Les référentiels

Les référentiels pour l'évaluation structurale

Exceptions : Les Eurocodes 0 et 8

"Eurocode 0 - Eurocodes structuraux – Bases de calcul des structures". page 8 : paragraphe 1.1 "Domaine d'application"

(4) L'EN1990 est applicable pour l'évaluation structurale de constructions existantes, en vue de projeter des réparations et des modifications ou d'étudier des changements d'utilisation.

NOTE : des dispositions additionnelles ou modifiées pourront se révéler nécessaires selon le cas.

"Eurocode 8 - Calcul des structures pour leur résistance aux séismes – Partie 3 : évaluation et renforcement des bâtiments".



Les référentiels

Les référentiels pour l'évaluation structurale

Quels textes appliquer pour une évaluation structurale ?

- **Norme ISO 13822** « Bases du calcul des constructions existantes Évaluation des constructions existantes »
- **Eurocode** : « Évaluation et rénovation des structures existantes » **en cours de rédaction**
- **Eurocodes pour ouvrages neufs** avec les

« dispositions additionnelles ou modifiées »



Les référentiels

Note d'information

Auteurs : Sétra
RST

mai 2012

Méthodes courantes d'évaluation structurale des ouvrages existants

Pratiques en vigueur dans le réseau scientifique et technique (RST)

Ouvrages d'Art
35

L'optimisation de la section des patrimoines d'ouvrages d'art représente une forte attente pour les maîtres d'ouvrage confrontés à un parc vieillissant et à un trafic routier de plus en plus agressif. Dans ce cadre, l'évaluation de la performance d'un ouvrage peut s'avérer nécessaire au cours de sa vie pour diverses raisons.

Cependant, il n'existe pas de textes réglementaires sur le sujet. Les travaux d'un nouveau Eurocode « Evaluation et rénovation des structures existantes » viennent de commencer et celui-ci ne sera pas disponible avant plusieurs années.

La stricte application des règlements destinés aux ouvrages à construire pour évaluer un ouvrage existant n'est en général pas pertinente et peut conduire à des renforcements ou réparations injustifiés, voire à des erreurs d'appréciation. C'est pourquoi, le Sétra a lancé une action afin de développer des recommandations proposant plusieurs niveaux de sophistication pour la requalification de la performance des ouvrages existants.

La présente note résume un rapport interne rédigé par un groupe de travail du Réseau Scientifique et Technique (RST) du Ministère de l'Écologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement (MEDDTL) et expose les pratiques en vigueur dans le RST en matière d'évaluation structurale des ouvrages existants et en particulier en matière de recalcul.

Sommaire

Le contexte.....	2
Définitions.....	3
La démarche des calculs.....	4
Quels règlements utiliser pour les évaluations structurales ?.....	5
Prendre en compte de l'ELS et de l'ELU.....	6
Quels aménagements prendre en compte ?.....	7
Quelles caractéristiques mécaniques retenir pour les matériaux en bon état ?.....	8
Quelles caractéristiques mécaniques retenir pour les matériaux présentant des désordres ?.....	8
Comment trouver des réserves de capacité portante ?.....	9
Évaluation sans recalcul.....	10
Les transports exceptionnels.....	10
Documents anciens.....	12
Bibliographie.....	13

Les référentiels pour l'évaluation structurale

Note d'information Sétra n°35

(mai 2012)



Les référentiels

Les référentiels pour l'évaluation structurale

Les différences entre un ouvrage neuf et un ouvrage existant

- La meilleure connaissance que l'on a de l'ouvrage ou du trafic supporté peut autoriser des aménagements des règlements pour ouvrages neufs sans remettre pour autant en cause l'ordre de grandeur du niveau de sécurité structurale.



Les référentiels

Les référentiels pour l'évaluation structurale

Les différences entre un ouvrage neuf et un ouvrage existant

- La réduction de l'incertitude sur certaines données justifie une réduction des coefficients partiels de sécurité pondérant les actions et les résistances.
- L'annexe A de l'Eurocode béton « Modification des coefficients relatifs aux matériaux » qui peut être appliquée au cas d'un ouvrage existant peut conduire à des réductions significatives des coefficients partiels sur la résistance du béton (1,3 au lieu de 1,5).



Les référentiels

Les référentiels pour la réparation

Normes européennes de la série 1504

NF EN 1504-1 - Partie 1 : définitions

NF EN 1504-2 - Partie 2 : systèmes de protection de surface pour le béton

NF EN 1504-3 - Partie 3 : réparation structurale et réparation non structurale

NF EN 1504-4 - Partie 4 : collage structural

NF EN 1504-5 - Partie 5 : produits et systèmes d'injection du béton

NF EN 1504-6 - Partie 6 : ancrage de barres d'acier d'armature

NF EN 1504-7 - Partie 7 : protection contre la corrosion des armatures

NF EN 1504-8 - Partie 8 : maîtrise de la qualité et évaluation de la conformité

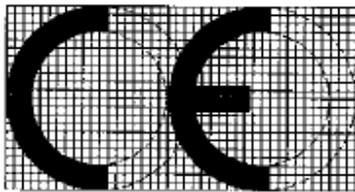
NF EN 1504-9 - Partie 9 : Principes généraux d'utilisation des produits et systèmes

NF EN 1504-10 - Partie 10 : application sur site des produits et systèmes et contrôle de la qualité des travaux

Et le **GAP 18-902** - Recommandations pour la sélection des systèmes de protection de surface des bétons destinés aux ouvrages de génie civil



Les référentiels


01234
AnyCo Ltd, PO Box 21, B-1050
05
01234-DPC-00234
EN 1504-3 Produit de réparation du béton pour mortier CC de réparation structurale (à base de ciment hydraulique) Résistance en compression : classe R 3 Teneur en ions chlorure : $\leq 0,05 \%$ Adhérence : $\geq 1,5$ MPa Résistance à la carbonatation : essai réussi Module d'élasticité : 21 GPA Compatibilité thermique, partie 1 : $\geq 1,5$ MPa Absorption capillaire : $\leq 0,5 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-0,5}$ Substances dangereuses : conforme à 5.4 Réaction au feu : Euroclasse E

Les référentiels
pour la réparation

Normes
européennes
de la série 1504

Marquage CE



Les référentiels

Les référentiels pour la réparation

Normes françaises de la série 95-100

Ouvrages d'art - Réparation et renforcement des ouvrages en béton et en maçonnerie

(Spécifications relatives aux techniques et aux matériaux utilisés).

NF P 95-101 - Reprise du béton dégradé superficiellement

NF P 95-102 - Béton projeté.

NF P 95-103 - Traitement des fissures et protection du béton

NF P 95-104 - Spécifications relatives à la technique de précontrainte additionnelle.

NF P 95-106 - Spécifications relatives aux fondations des ouvrages.

NF P 95-107 - Réparation et renforcement des maçonneries



Les référentiels

Les référentiels pour la réparation

Les autres textes :

- normes de la série P18
- guides LCPC / IFSTTAR
- guides AFGC
- guides STRRES
- etc.