

# Chapitre 1 : Évaluation et diagnostic des structures en béton



BENSALEM Sara

# Table des matières



<b>Introduction</b>	3
<b>I - Les étapes d'un diagnostic</b>	4
1. Pré-diagnostic .....	4
1.1. Une visite préliminaire de l'ouvrage .....	4
1.2. La collecte des documents .....	5
1.3. La préparation de l'intervention .....	5
2. Diagnostic détaillé .....	5
3. Diagnostic-Pronostic .....	6
<b>II - La classification des ouvrages</b>	7
<b>III - Conclusion</b>	8
<b>Ressources annexes</b>	9

# Introduction



Les ouvrages dans leur ensemble peuvent présenter des défauts. Certains de ces défauts peuvent être d'origine, d'autres peuvent apparaître au cours de la vie de l'ouvrage. Ils évoluent dans tous les cas défavorablement.

D'une façon générale, on appelle "désordre" toute anomalie susceptible de compromettre, à plus ou moins long terme, la sécurité d'utilisation d'un ouvrage, sa pérennité ou sa stabilité.

Il est important de souligner qu'un critère important d'appréciation de la gravité d'un désordre est son évolution, constatée ou non. C'est en effet cette évolution, plus ou moins rapide et mise en évidence par la surveillance, qui risque de rendre l'ouvrage dangereux ou inutilisable.

Il existe plusieurs critères de classification des désordres : à partir du type d'ouvrage et des parties d'ouvrage, à partir des causes, ou encore à partir des manifestations, celles-ci étant les signes apparents à partir desquels on peut constater leur existence.

Il faut noter qu'il n'y a pas forcément correspondance entre les diverses causes et leurs effets. Suivant le type de structure, suivant les propriétés des matériaux, ainsi qu'en fonction de l'existence d'autres désordres, un même ensemble de défauts apparents peut résulter de causes différentes, et un même ensemble de causes peut avoir des conséquences différentes.

C'est la raison pour laquelle le diagnostic doit prendre en compte toutes les particularités de l'ouvrage concerné.



# Les étapes d'un diagnostic



## Définition

Le diagnostic est le raisonnement menant à l'identification de la cause (l'origine) d'une défaillance, d'un problème ou d'une maladie [Pencolé Y., 2012].

Le diagnostic d'une structure se compose de différentes étapes clés décrites ci-dessous.

## 1. Pré-diagnostic

le Pré-diagnostic comporte :

### 1.1. Une visite préliminaire de l'ouvrage

afin de mieux comprendre l'état et le fonctionnement de la structure, de préciser les conditions environnementales, les désordres visibles et l'accessibilité des parties dégradées. Elles fournissent des informations de base suffisantes pour qu'un avis préliminaire soit présenté vis-à-vis les conditions de l'élément dégradé.

Une méthode de classification simplifiée basées sur les caractéristiques de ces désordres est proposée par l'ACI [ACI 364, 1999]. C'est une méthode de classification visuelle des dégradations à partir d'une codification attribuée sur l'identification et la description du désordre. Elle fournit aussi les causes probables et suggère les détails qui doivent être collectés pendant l'inspection. Le Tableau 1.1 représente un extrait de la méthode de classification proposée.

Codification	Identification du dommage	Description	Causes	Données collectées
A1	Fissures	Fissuration superficielle ou profonde du béton	Surcharges ou corrosion	Direction de la fissure, longueur, profondeur
B2	Efflorescence	Couche blanche déposée sur la surface	Lixiviation des hydroxydes avec ou sans formation de carbonates	Définition de la surface affectée et de la quantité de produit (stalactites)
B3	Taches d'oxydes	Taches de couleur marron	Corrosion de l'armature	Localisation, intensité, dommages
B4	Taches d'humidité	Zones superficielles du béton avec des indices d'humidité	Traces d'écoulement et de condensation	Surface affectée
C3	Détachement du béton de l'enrobage	Morceaux de béton détachés	Pression interne provoquée par les produits de la rouille ou par les chocs	Surface affectée et profondeur
C4	Intempérie	Lixiviation de la surface du béton	Action de l'environnement	Surface affectée et profondeur

Tableau 1.1 : Classification visuelle simplifiée de dommages selon ACI.

## 1.2. La collecte des documents

Une analyse approfondie des archives afin de récolter le maximum d'informations concernant la structure, à savoir :

- La date de construction pour connaître le code selon lequel la structure a été calculée et les dispositions constructives de l'époque.
- L'historique de la structure
- Les plans de coffrage et de ferrailage
- Les rapports de surveillance.

## 1.3. La préparation de l'intervention

Suite à la visite sur site et l'étude des documents collectés, l'ingénieur chargé d'affaire peut se faire une idée de l'origine des dégradations observées et peut ainsi proposer un programme d'investigations à réaliser, son coût ainsi que sa durée.

### Conseil

Il faut toujours savoir ce que l'on cherche, afin d'éviter de chercher à savoir ce que l'on a trouvé.

## 2. Diagnostic détaillé

C'est une évaluation approfondie de la structure qui comporte :

*Une inspection visuelle détaillée* de la totalité de la structure est mise en œuvre afin de détecter tous les signes de détérioration et d'identifier toutes les sources potentielles de désordres tels que :

- la présence d'anciens revêtements ou de produits d'imprégnation,
- l'apparence de la surface du béton, présence de *stalactites* - p.9, d'*efflorescences* - p.9, de *traces de rouille* - p.9,
- la présence de *fissures* - p.10 (avec leurs ouvertures et leurs orientations, réseau),
- les détériorations de la peau du béton (*épaufrures* - p.10, feuilletage, éclatements...),
- la détection des zones sonnant le creux,
- les zones où le béton et les armatures ont été désorganisés (cas d'un incendie...),
- la présence d'armatures (passives ou actives) apparentes, corrodées ou non,
- le relevé des déformations de la structure,
- la détection des traces d'humidité,

Généralement il faut aussi relever la géométrie de la structure, espacement des éléments porteur, épaisseur de dalle, géométrie d'un plancher hourdis par exemple. Dans de nombreux cas les structures diagnostiquées sont anciennes, de ce fait on ne dispose plus des plans.

Suite à l'inspection visuelle on choisit des zones représentatives des désordres observés sur lesquelles on va effectuer des mesures. Celles-ci peuvent être de type non destructif par exemple la détection de l'enrobage des armatures par un procédé électromagnétique. Elles peuvent également consister en des prélèvements de carottes et d'échantillons en vue d'*analyses en laboratoire* [Rincker V, 2009].

### Remarque

Les investigations destructives seront limitées au maximum pour ne pas endommager la structure.

L'ensemble des résultats d'analyse et des relevés des défauts sont récapitulés dans des tableaux ou sur des plans dans le rapport de diagnostic. Si l'inspection de la structure était complète, il faudrait pour chaque type de désordres effectuer un linéaire en vue d'une éventuelle réparation.

## 3. Diagnostic-Pronostic

C'est là où l'ingénieur chargé d'affaires donne ses commentaires et son avis sur *le type d'intervention*. Il doit indiquer dans son rapport :

- L'origine probable des désordres, leur étendue, et leur probable évolution
- Si la structure garantit toujours la sécurité des personnes et des biens qu'elle abrite (bâtiments) ou qu'elle ne menace pas de s'écrouler.
- Les zones à traiter en priorité.
- Des conseils sur l'exploitation de l'ouvrage, maintien, renforcement ou suivi, conseil sur des éventuels compléments d'étude.
- Des recommandations relatives aux éventuelles méthodes de réparation les mieux adaptées

# La classification des ouvrages



La classification des ouvrages est destinée à fournir un indicateur de l'état moyen d'un ensemble d'ouvrages à partir d'une évaluation de chaque ouvrage. Plusieurs méthodes de classification sont disponibles tel que la méthode IQOA qui a été mis à jours en 1996 [IQOA, 1996]. La méthodologie IQOA "Image de la Qualité des Ouvrages d'Art" présente des catalogues de désordres destinés à faciliter la cotation des ouvrages notamment les ponts. Cette cotation résulte d'une analyse de l'état d'un ouvrage faite à l'issue d'un diagnostic détaillé.

L'état des ponts est caractérisé par le choix d'une classe d'état parmi cinq (Voir tableau 1.2), complétée éventuellement d'une mention "S" au titre de la sécurité des usagers.

<b>Classe 1</b>	Ouvrage en bon état apparent relevant de l'entretien courant au sens de l'Instruction Technique sur la Surveillance et l'Entretien des Ouvrages d'Art.
<b>Classe 2</b>	Ouvrage, <ul style="list-style-type: none"> <li>• dont la structure est en bon état apparent mais dont les équipements ou les éléments de protection présentent des défauts,</li> <li>• ou dont la structure présente des défauts mineurs, et qui nécessite un entretien spécialisé sans caractère d'urgence.</li> </ul>
<b>Classe 2E</b>	Ouvrage, <ul style="list-style-type: none"> <li>• dont la structure est en bon état apparent mais dont les équipements ou les éléments de protection présentent des défauts,</li> <li>• ou dont la structure présente des défauts mineurs, et qui nécessite un entretien spécialisé URGENT, pour prévenir le développement rapide de désordres dans la structure et son classement ultérieur en 3.</li> </ul>
<b>Classe 3</b>	Ouvrage dont la structure est altérée et qui nécessite des travaux de réparation Mais sans caractère d'urgence.
<b>Classe 3U</b>	Ouvrage dont la structure est gravement altérée, et qui nécessite des travaux de réparation URGENTS liés à l'insuffisance de capacité portante de l'ouvrage ou à la rapidité d'évolution des désordres pouvant y conduire à brève échéance.

Tableau 1.2 : Classification de l'état des ponts selon la méthodologie IQOA

# Conclusion



L'évaluation de l'état des ouvrages aux points de vue matériaux, état structurelles et fonctionnalité ainsi que la détermination précise des causes engendrant les désordres dans les ouvrages d'art sont des opérations très compliquées puisque les désordres sont dans la plupart des cas difficiles à analyser et à évaluer car leurs origines peuvent être diverses et nous conduisent parfois à remonter jusqu'à la conception de l'ouvrage, mais ont une très grande importance, constitue la base nécessaire pour le choix d'une procédure de remédier « stratégie de réparation adéquate » .

Les divers pathologies des constructions font l'objet du prochain chapitre.

# Ressources annexes

>



>





>

