



**ECOLE MAROCAINE DES
SCIENCES DE L'INGENIEUR**
Membre de
HONORIS UNITED UNIVERSITIES



Elément 3 : Pathologie et second œuvre de Bâtiment 5ème année GC

Professeur : **Abdelhay EL OMARI**
Docteur / ingénieur en Génie civil
Email : abdelhay.elomari@gmail.com

Année universitaire :
2022/2023

1

Plan de cours



Partie I : Pathologie de bâtiment
Rappels des technologie du bâtiment
Généralités sur les désordres affectant le
bâtiment
Etude détaillée des désordres et
pathologie des ouvrages
Partie II: Second œuvre de bâtiment
Examen

2

Partie I : Pathologie de bâtiment

Rappels des technologie du bâtiment

- **Bâti** : assemblage.
- **Bâtiment** : ensemble d'éléments conçus de telle façon à mettre l'habitation à l'abri des intempéries tout en lui assurant la sécurité et le confort.

3

Partie I : Pathologie de bâtiment

Les différents types de Bâtiment :

- **Bâtiment à usage d'habitation** : villa, immeuble résidentiel, hôtel...
- **Bâtiment industriels** : usines, briqueterie, centrale thermique, centrale nucléaire...
- **Bâtiment administratif** : les établissements publics, ministères, province.

4

Partie I : Pathologie de bâtiment



Les éléments du Bâtiment :

- ✓ Gros œuvre :
- ✓ Second œuvre :
- ✓ Equipements techniques :

5

Partie I : Pathologie de bâtiment



Les intervenants dans un projet Bâtiment :

Maître d'Ouvrage : Une personne physique ou morale pour lequel le projet sera réalisée.

Le rôle du MO :

Préparer la terre sur laquelle on construit le projet.

Préparer l'argent pour financer le projet.

Doit préciser le programme du projet.

Définir l'ouvrage avec le maximum de renseignements

6

Partie I : Pathologie de bâtiment



Les intervenants dans un projet Bâtiment :

Maître d'Œuvre :

C'est lui qui va se charger de la réalisation ou de la construction du projet. (c'est un architecte ou ingénieur).

Le rôle du MOE :

- ✓ S'assurer que le programme de l'opération est réalisable et compatible avec le terrain.
- ✓ Concevoir, représenter, décrire et évaluer l'ouvrage (plan, dessin, devis estimatif, spécification technique...).

7

Partie I : Pathologie de bâtiment



- ✓ Coordonner les études techniques complémentaires nécessaires à la réalisation de l'ouvrage.
- ✓ Rechercher et proposer les moyens de réalisation d'ouvrage (consultation d'entreprise).
- ✓ Prépare les marchés.
- ✓ Diriger les travaux conformément au CPS (Cahier de Prescription Spécial).
- ✓ Contrôler le chantier.
- ✓ Assister le maître de l'Ouvrage lors des opérations de réception.

8

Partie I : Pathologie de bâtiment

Entreprise :

C'est le partenaire du Maître d'Ouvrage dans le contrat. Il réalise les travaux en mettant en œuvre les moyens :

- ✓ En personnelle : ingénieur, cadre technicien, conducteur des travaux, chef de chantier, ouvriers...
- ✓ Matériaux : ciment, béton, brique, hourdis, acier...
- ✓ Matériels : grue, échafaudage, coffrage, bétonnière, camions

9

Partie I : Pathologie de bâtiment

Laboratoire :

C'est l'un des principaux acteurs intervenant directement dans la qualité des travaux de BTP (Bâtiment et Travaux Publics) en jouant un rôle très important tout au long du processus de réalisation des projets, depuis les études préalables jusqu'aux essais de réception des ouvrages.

10

Partie I : Pathologie de bâtiment

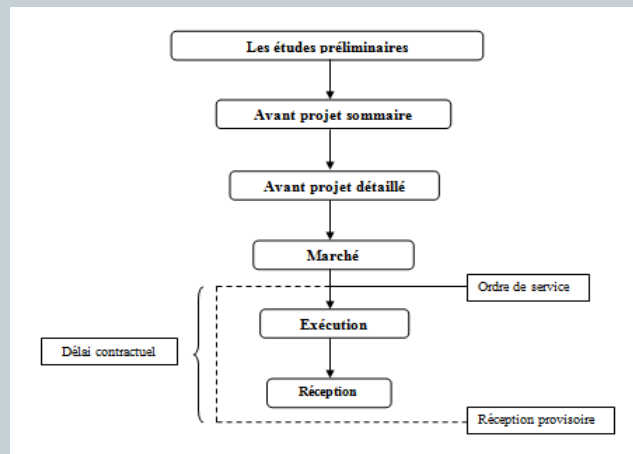
Le rôle du laboratoire consiste à :

- ✓ Vérifier la conformité des matériaux aux spécifications imposées au CPS.
- ✓ Qualifier le matériel de fabrication et de mise en œuvre et vérifier leurs réglages et leur bon état de fonctionnement.
- ✓ Effectuer des essais de réception ou de validation sur des ouvrages déjà réalisés.

11

Partie I : Pathologie de bâtiment

Les étapes de réalisation d'un projet de bâtiment



12

Partie I : Pathologie de bâtiment

Les fondations

On appelle fondation, élément en béton armé noyé dans le sol destiné à transmettre le poids total du Bâtiment (les charges de construction) vers le sol.

Différentes fonctions des fondations :

Assurer la stabilité de l'ouvrage et des fondations.
Assurer la résistance de massifs de fondations.
Vérifier la résistance du terrain de fondations.
S'assurer de la durabilité des fondations.
Trouver la solution la plus économique.

13

Partie I : Pathologie de bâtiment

Les différents types de fondations :

Il existe deux principaux types de fondations :

Les fondations superficielles :

Lorsque les couches de terrain capables de supporter l'ouvrage sont à faible profondeur : semelles isolées sous poteaux, semelles filantes sous murs, radiers...

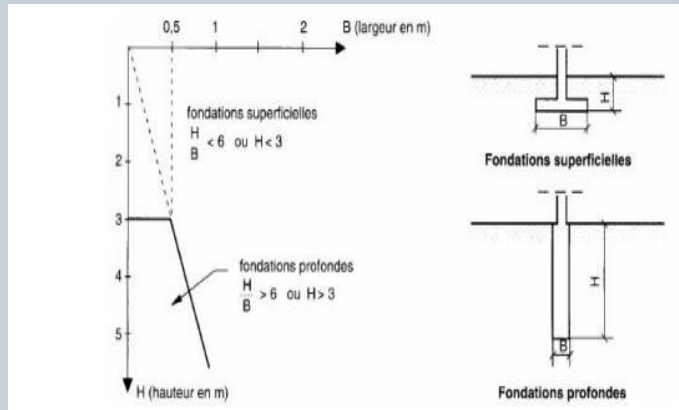
Les fondations profondes :

Lorsque les couches de terrain capables de supporter l'ouvrage sont à une grande profondeur : puits, pieux...

14

Partie I : Pathologie de bâtiment

Les différents types de fondations :

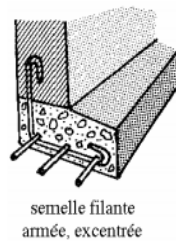


15

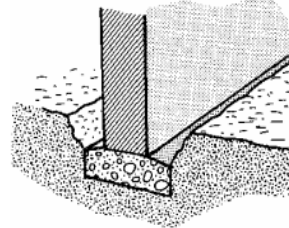
Partie I : Pathologie de bâtiment

Fondations superficielles :

Fondation par semelle continue



semelle filante sous mur
(la semelle est armée si la stabilité du sol n'est pas certaine)



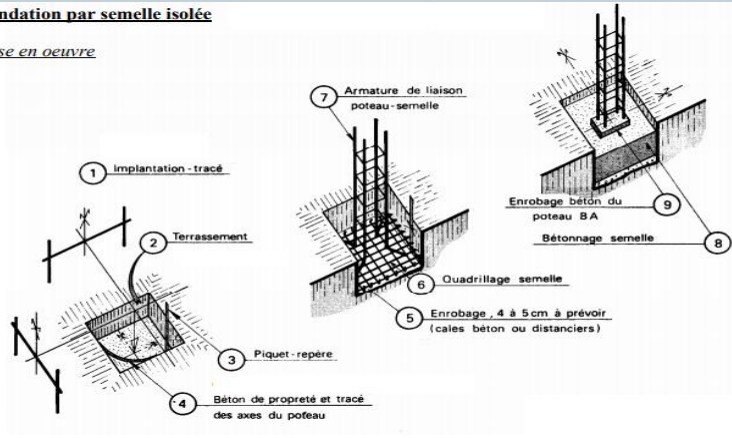
16

Partie I : Pathologie de bâtiment

Fondations superficielles :

Fondation par semelle isolée

Mise en oeuvre

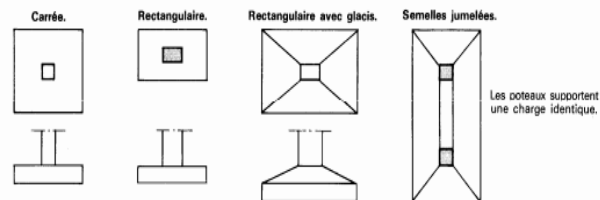


17

Partie I : Pathologie de bâtiment

Fondations superficielles :

Exemples de semelles isolée

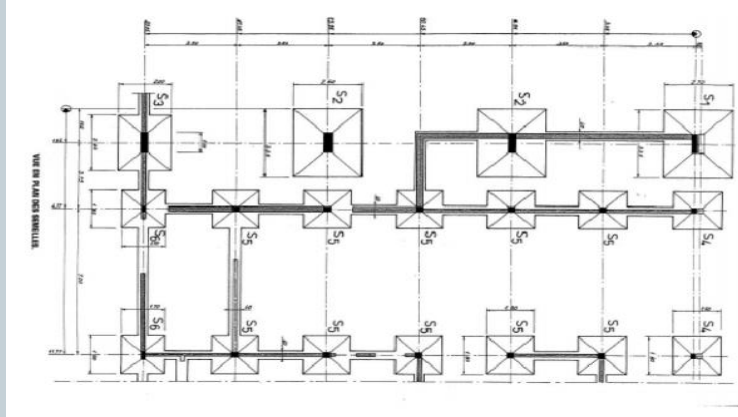


6

18

Partie I : Pathologie de bâtiment

Fondations superficielles :

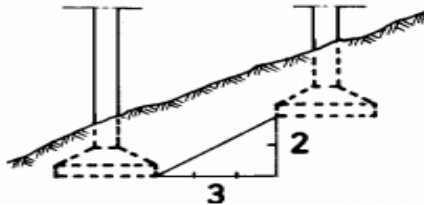


19

Partie I : Pathologie de bâtiment

Fondations superficielles :

Fondation sur sol en pente. La pente maximale entre deux niveaux ne doit pas excéder 2/3.

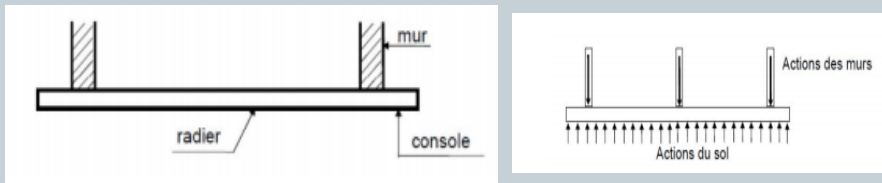


20

Partie I : Pathologie de bâtiment

Radiers :

Un radier est une dalle plane éventuellement nervurée constituant l'ensemble des fondations d'un bâtiment. Il s'étend sur toute la surface de l'ouvrage. Elle comporte parfois des débords (consoles extérieures)



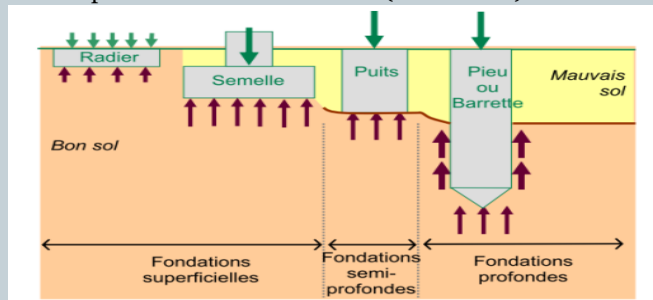
21

Partie I : Pathologie de bâtiment

Fondations profondes :

Une fondation profonde est caractérisée par la manière dont le sol est sollicité pour résister aux charges appliquées.

- résistance en pointe
- par frottement latéral
- résistance de pointe et frottement latéral (cas courant)

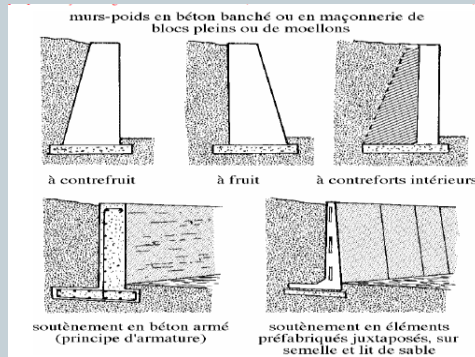


22

Partie I : Pathologie de bâtiment

Les murs de soutènement :

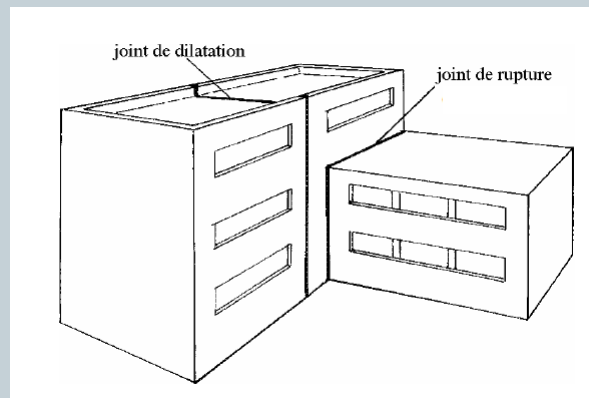
Ce sont des ouvrages indépendants fondés presque toujours superficiellement et dont la seule fonction est de reprendre la poussée de terres



23

Partie I : Pathologie de bâtiment

Les joints constructifs :



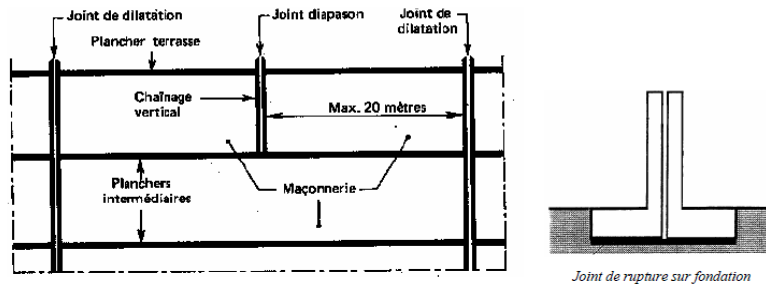
24

Partie I : Pathologie de bâtiment

Les joints constructifs :

Les joints de rupture sont indispensables lorsque :

- Deux bâtiments/ouvrages sont de nature différentes (poids propre, charge d'exploitation),
- Il existe des terrains avec changement brusque de compression
- Un nouveaux bâtiment est accolé à un ancien (tassement du bâtiment le plus récent).

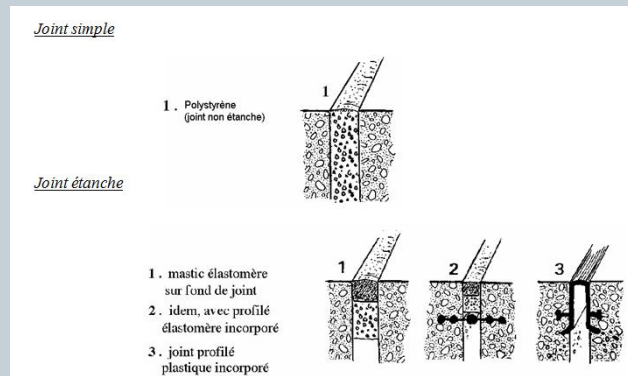


25

Partie I : Pathologie de bâtiment

Les joints constructifs :

Traitement des joints (cas les plus courants)

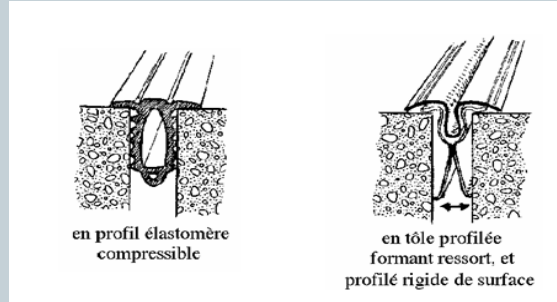


26

Partie I : Pathologie de bâtiment

Les joints constructifs :

Couvre joint



27

Partie I : Pathologie de bâtiment

Cas des dallages sur terre plein (ou encore dallage non porté)

Sur un dallage on rencontre :

Joint de dilatation (A)

Il reprend la dilatation du dallage ; il traverse le dallage sur toute son épaisseur.

Joint de désolidarisation (B)

Il permet les mouvements différentiels du dallage par rapport à des points fixes et assure une isolation acoustique; il traverse le dallage sur toute son épaisseur.

Joint de retrait (C)

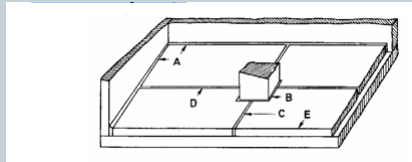
Il canalise la fissure de retrait lié au séchage du dallage ; il ne traverse pas l'épaisseur du dallage (1/4 seulement de son épaisseur).

Joint d'exécution (D)

Il résulte du travail en bandes ou en panneaux ou de l'arrêt de travail en fin de journée ; il traverse le dallage sur toute son épaisseur.

Joint de structure (E)

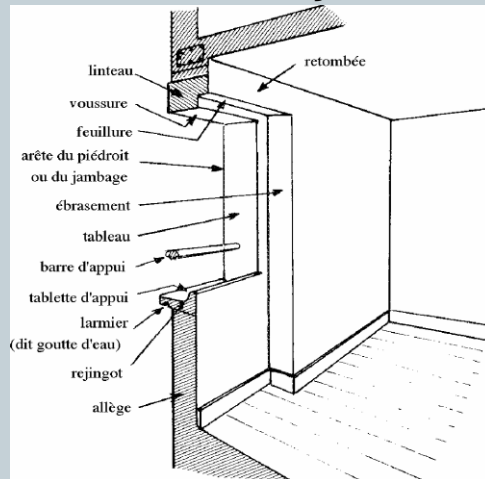
Il correspond à des interruptions de continuité/changement de portance du support (exemple passage du terre plein à la semelle de fondation) ; il ne traverse pas l'épaisseur du dallage (1/4 seulement de son épaisseur).



28

Partie I : Pathologie de bâtiment

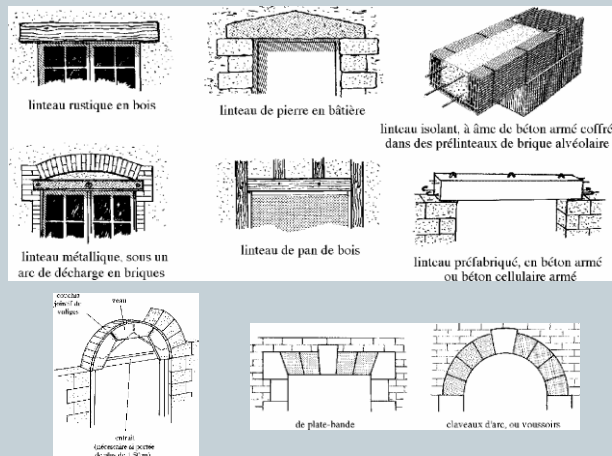
LES ELEMENTS DE FAÇADES



29

Partie I : Pathologie de bâtiment

Différents types de linteaux



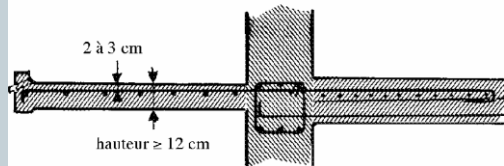
30

Partie I : Pathologie de bâtiment

Les balcons



Important : la construction de balcons en béton armé fait l'objet de règles strictes (V. le D'U 20.1) ; en particulier, à l'armature de la partie saillante d'un balcon doit correspondre une armature de profondeur au moins égale, ancrée dans la dalle du plancher.

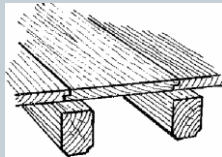


31

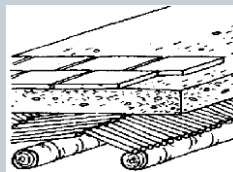
Partie I : Pathologie de bâtiment

LES PLANCHERS

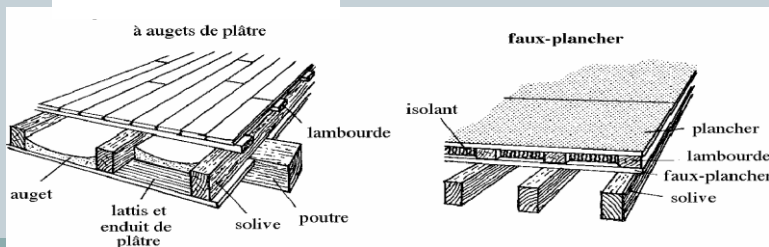
Plancher Bois traditionnel



Platelage bois sur solives



Plancher sahélien



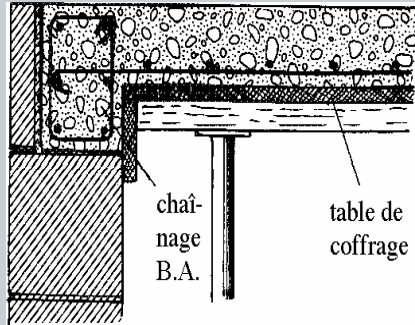
32

Partie I : Pathologie de bâtiment

LES PLANCHERS

Les Planchers en béton armé

Plancher coffré et coué à dalle pleine sur coffrage

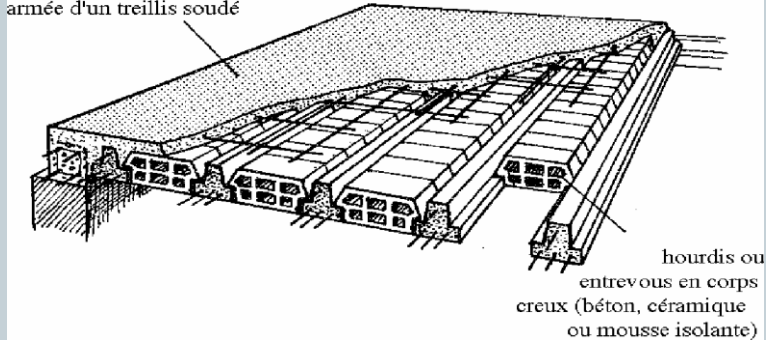


33

Partie I : Pathologie de bâtiment

Plancher à hourdis + poutrelles préfabriquées

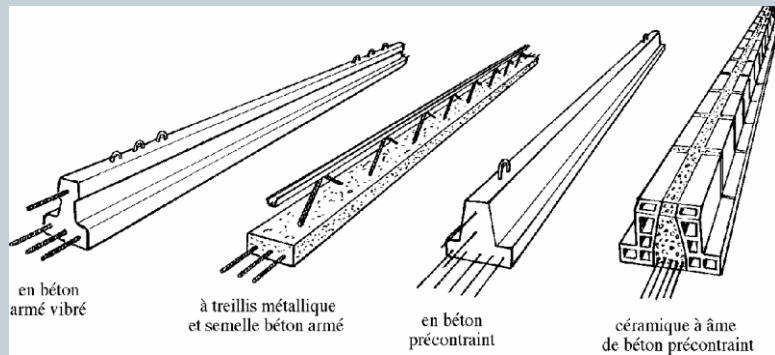
dalle de répartition armée d'un treillis soudé



34

Partie I : Pathologie de bâtiment

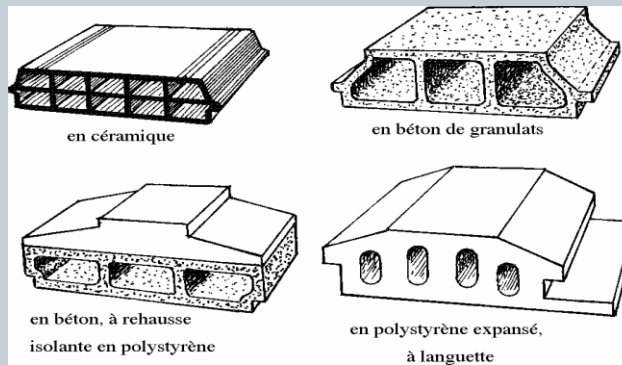
Différent type de poutrelle



35

Partie I : Pathologie de bâtiment

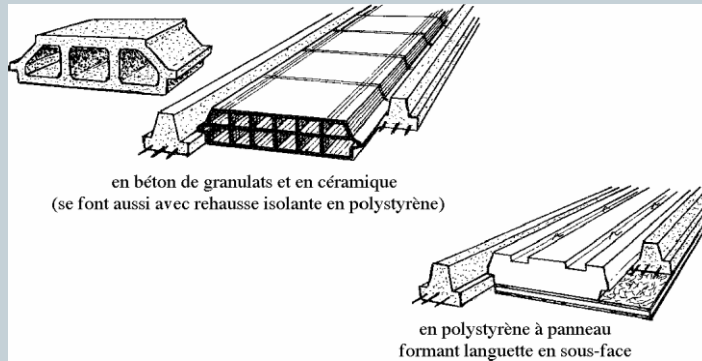
Les différents types d'Hourdis



36

Partie I : Pathologie de bâtiment

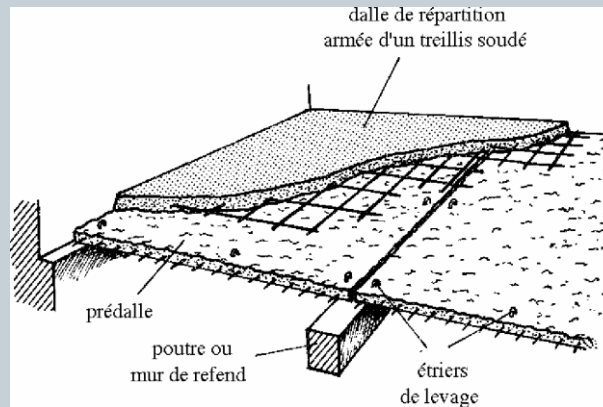
Les dispositions constructives des plancher poutrelles+ hourdis



37

Partie I : Pathologie de bâtiment

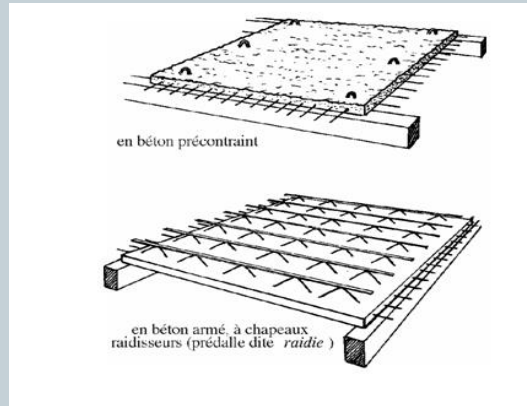
Plancher à pré-dalles



38

Partie I : Pathologie de bâtiment

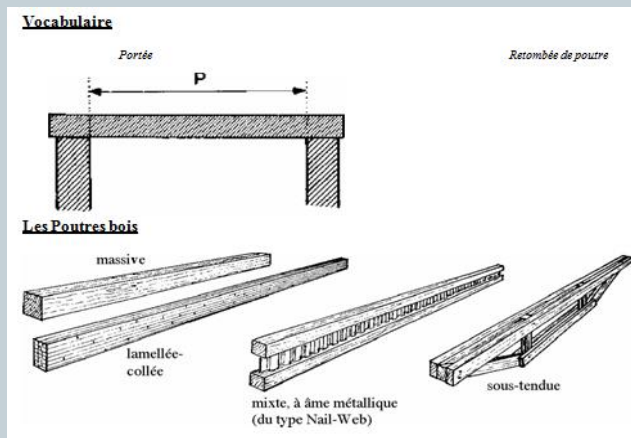
Les différents types de pré-dalle



39

Partie I : Pathologie de bâtiment

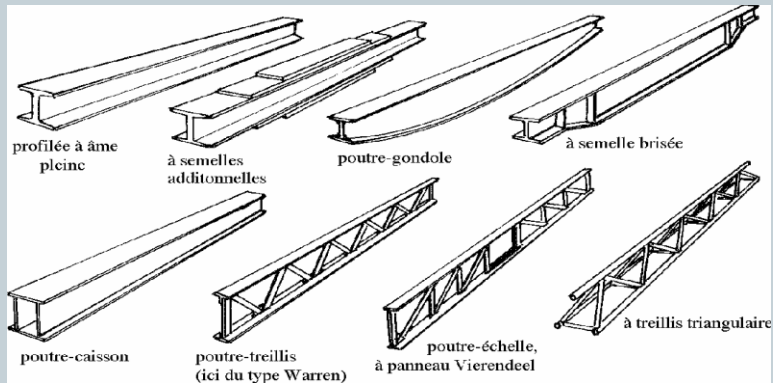
Les poutres



40

Partie I : Pathologie de bâtiment

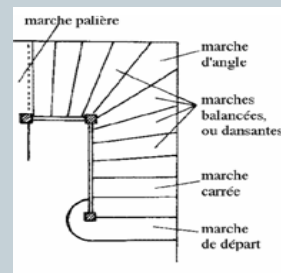
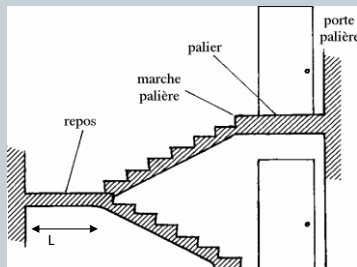
Les Poutres métallique



41

Partie I : Pathologie de bâtiment

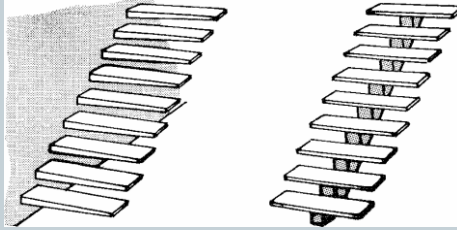
LES ESCALIERS



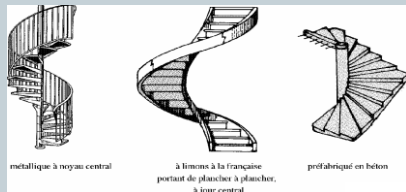
42

Partie I : Pathologie de bâtiment

Les escaliers suspendus



Les escaliers à vis



43

Partie I : Pathologie de bâtiment

Un **Bâtiment** peut être comparé à un **corps humain**

1. Ossature	Poteaux, poutres, murs, planchers, charpentes	Squelette
2. Enveloppe	Couvertures, enduits, menuiseries extérieurs	Peau
3. Équipements intérieurs	Réseaux, installations de chauffage, de climatisation	Organes reliés entre eux

44

Introduction



Définition

La pathologie est, pour le bâtiment comme pour le corps humain, la science qui cherche à établir par l'observation et l'expérimentation les lois de tout ce qui est anormal.

45

Introduction



Intérêt

Plein exercice de toutes les fonctions d'un bâtiment:

- Portance et résistance aux déformations,
- Protection mécanique contre les intempéries et contre l'incendie,
- Confort thermique, acoustique, de fonctionnement...

46

Introduction



Diagramme " causes-effets "



Importance d'une politique de prévention:

- **Qualité des matériaux,**
- **Qualité des plans de détails,**
- **Qualité de la réalisation.**

47

Introduction



Étapes d'une étude pathologique

1) découvrir la dégradation

Savoir ce qu'il faut chercher, où et comment le chercher nécessite la connaissance des différentes sortes de dégradations, de leurs causes fondamentales

48

Introduction



Étapes d'une étude pathologique

2) déterminer la cause

- Il n'est pas possible d'évaluer l'importance des réparations à faire ni de choisir les meilleures méthodes de réparation si la cause des dommages n'est pas connue.

49

Introduction



Étapes d'une étude pathologique

2) déterminer la cause

- Parfois, on n'arrive pas à identifier la cause spécifique car:
 - Données insuffisantes
 - Plusieurs agents destructeurs agissent en même temps



→ Essayer d'éliminer des possibilités jusqu'à ce qu'il n'en reste que quelques , et

→ Choisir une méthode de réparation relative à tous les agents destructeurs dont on soupçonne l'action

50

A retenir !

Il faut se garder de conclure à l'existence d'une seule cause.

C'est en général l'addition de plusieurs éléments qui provoque le désordre.

51

Introduction

Étapes d'une étude pathologique

2) déterminer la cause

schémas de principe (*dégagés par expérience*)

Exps:

- Fissures dans les murs dues aux tassements des fondations se forment généralement en diagonale,
- Fissures dues à la corrosion des armatures forment des lignes droites // équidistantes et laissant apparaître des traces de rouille.

52

Introduction



Étapes d'une étude pathologique

3) choisir et mettre au point une méthode de réparation

- **choisir le procédé le moins coûteux qui atteigne efficacement le but poursuivi,**
- **le travail doit être fait à tps, sans attendre qu'il y ait urgence, le coût de réparation s'accroît à mesure que la situation se dégrade,**

53

Introduction



Étapes d'une étude pathologique

3) choisir et mettre au point une méthode de réparation

- **Si l'ouvrage a été dangereusement affaibli, la réparation doit lui rendre sa résistance initiale et ne pas se borner à empêcher que la dégradation se poursuive,**
- **Il faut agir sur l'origine du désordre et non pas sur la conséquence.**

54

Introduction

Étapes d'une étude pathologique

4) Tirer des enseignements des désordres



pour éviter leur renouvellement

Il s'agit de :

- Analyser les désordres les plus fréquents, sinon les + graves et les + coûteux,
- Modifier ou compléter la réglementation ou les normes de construction,
- Informer les différents acteurs de la construction

55

Désordres affectant la stabilité de la construction

1

Effondrement

- chute d'une partie d'un poteau, poutre,....
- affaissement d'un plancher intermédiaire,
- Détachement d'une partie de l'ouvrage (acrotère, balcon...);
- Basculement généralisé de l'ouvrage...

56



57



58



59

**2**

**Déformations d'un
élément de structure**

60

Murs porteurs:

- Faux-applomb → défaut de verticalité pouvant se stabiliser ou empirer;
- Ventre → gonflement en partie médiane, d'un seul côté vers l'intérieur ou vers l'ext
- Bouffement → ventre des deux faces de la paroi (cas des murs composites);

Poteaux

- Flambage → Courbure dans le plan vertical du poteau

Planchers

Flèche importante selon les matériaux constitutifs, les réactions et conséquences seront différents

Flèche importante au niveau d'un plancher en BA pourra entraîner la rupture

61



62

3 Fissuration d'un élément de structure

Lézardes ou crevasses



Larges et profondes fissures concernant essentiellement murs porteurs, poteaux, poutres, planchers en béton armé, acrotères et ouvrages de couronnement ($e > 2\text{mm}$)

☐ Des fissures mortes et actives



63

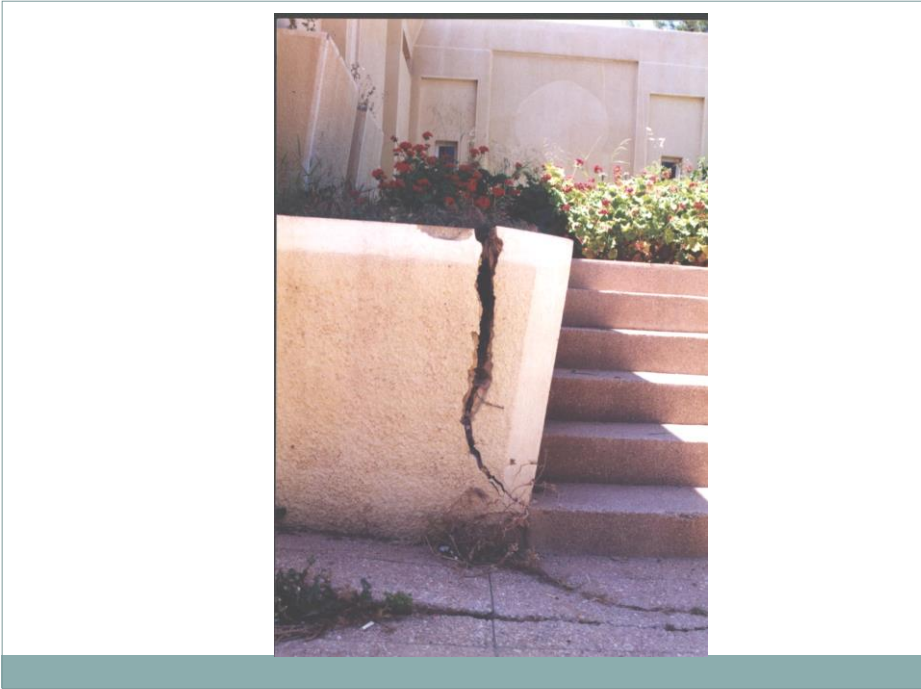


La fissuration est un phénomène pathologique important dont l'amplification peut aller jusqu'à déformation et effondrement.

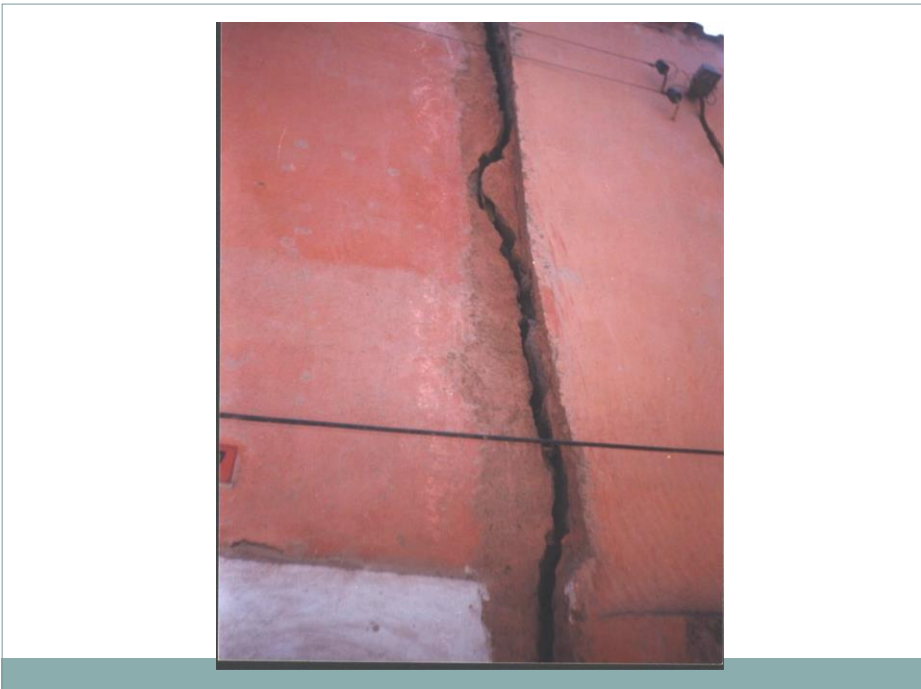


Remèdes, moment de leur application et rapidité d'intervention est fonction de l'importance, de la situation et de la variation dans le temps du phénomène.

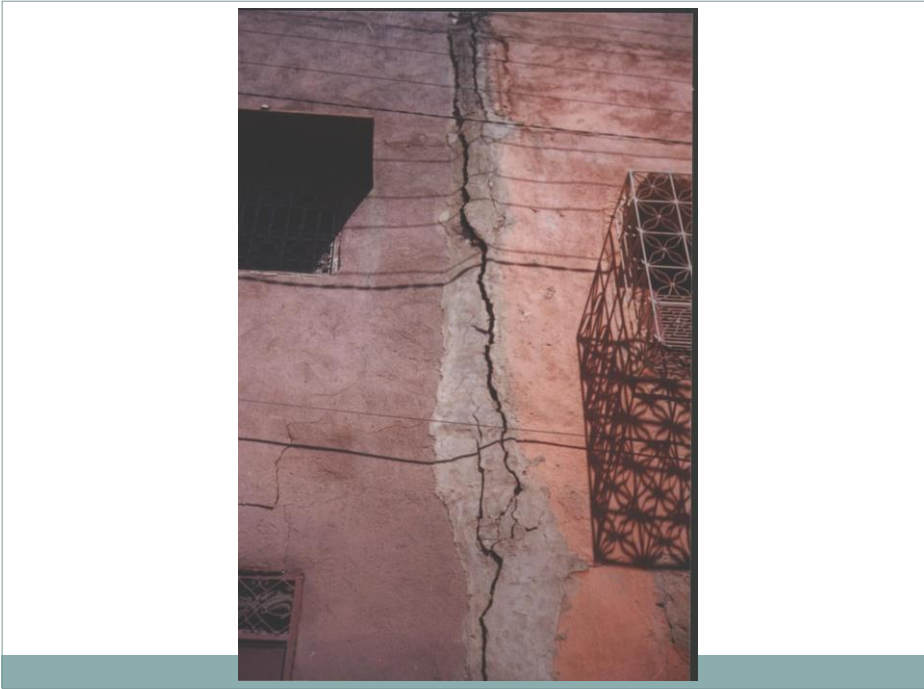
64



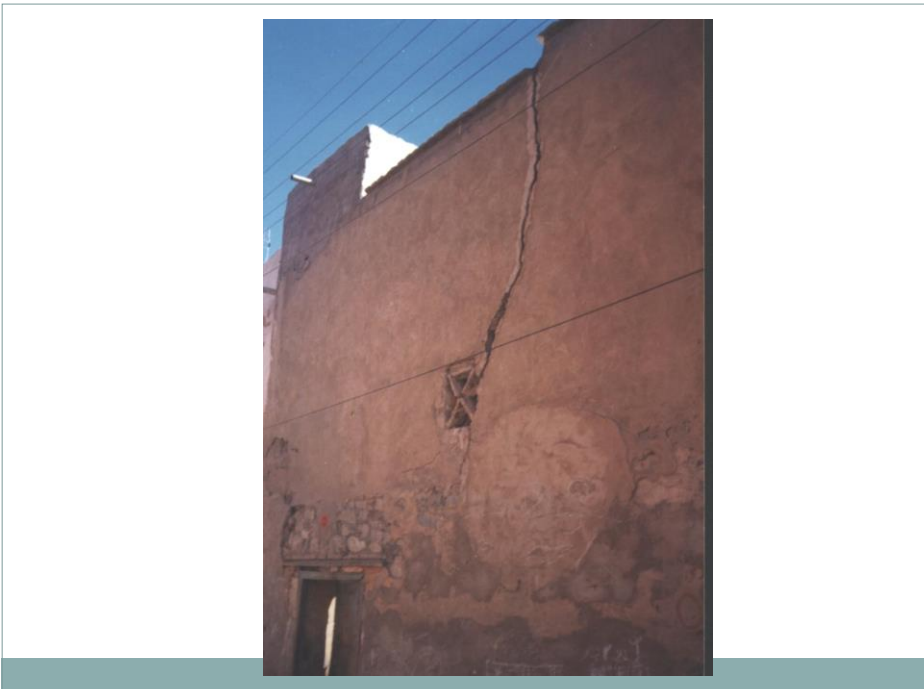
65



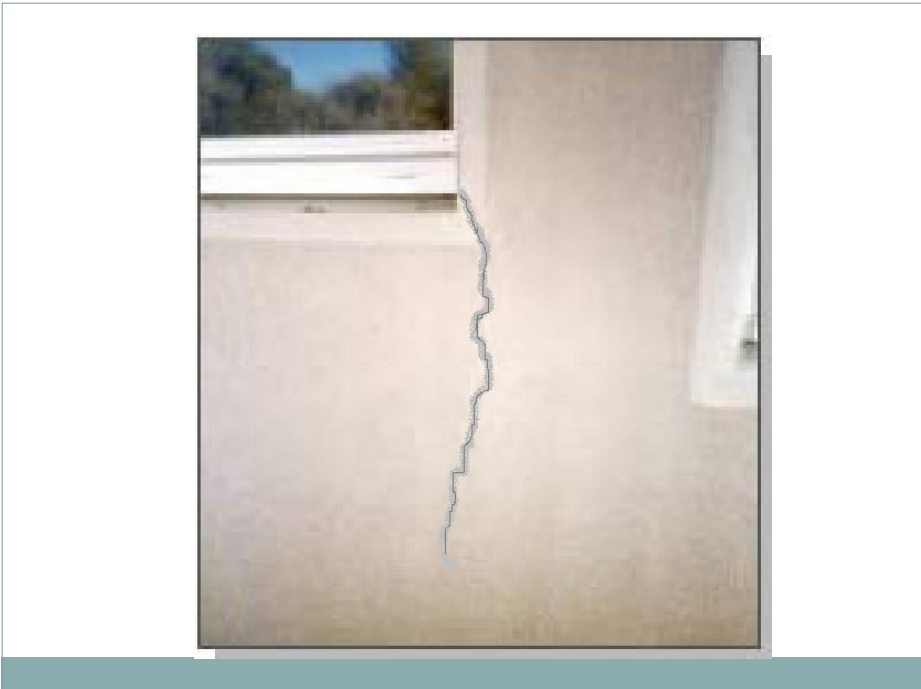
66



67



68



69



70

4 Désagrégation, destruction interne d'un élément de structure

Selon le matériau, le phénomène se traduit par:

- Une décohésion interne des composants (béton);
- Un changement d'état;
- Une transformation structurale (corrosion du métal);
- Une perte de substance (bois)

Conséquence: diminution de la résistance de l'élément.

71

Exps:

- Attaque de pieux en bois;
- Poteau en BA dont l'agglomération des agrégats est imparfaite ou mise à mal va flamber et ne pas assurer sa fonction porteuse;
- Dans une charpente métallique, l'entrait rouillé d'une ferme, en se cassant, produit l'affaissement puis l'effondrement d'une partie de la couverture.

72

Désordres ponctuels, superficiels ou n'affectant qu'un élément secondaire.

Gravité non catastrophique, mais des signes précurseurs d'un vieillissement prématuré de certains éléments, devant faire l'objet de traitements, appropriés dans les meilleurs délais.

Épaufrure

Conséquence de l'éclatement d'un élément en béton ou en maçonnerie qui provoque le détachement d'un morceau, par plaque ou débris (grosseur d'une noix → assiette ou plus)

Toute épaufrure constitue une zone fragile et les désordres vont avoir tendance à s'amplifier.

73



74



75

Corrosion des parties métalliques

Ferrailage de BA, pièce de charpente métallique, menuiserie métallique, les gardes corps, les grilles de protection ...

Désaffleurement

Éléments de maçonnerie, nez de plancher, acrotère décalés par rapport à l'alignement de la paroi.

Glissement

Glissement d'un élément de couverture sur un support (tuile, revêtement d'étanchéité)

76

Désordres ponctuels, superficiels ou n'affectant qu'un élément secondaire.

Variation de volume

Gonflement ou retrait modifie les contraintes internes et externes (fragilité sous la charge, poussée sur les parties voisines,...)

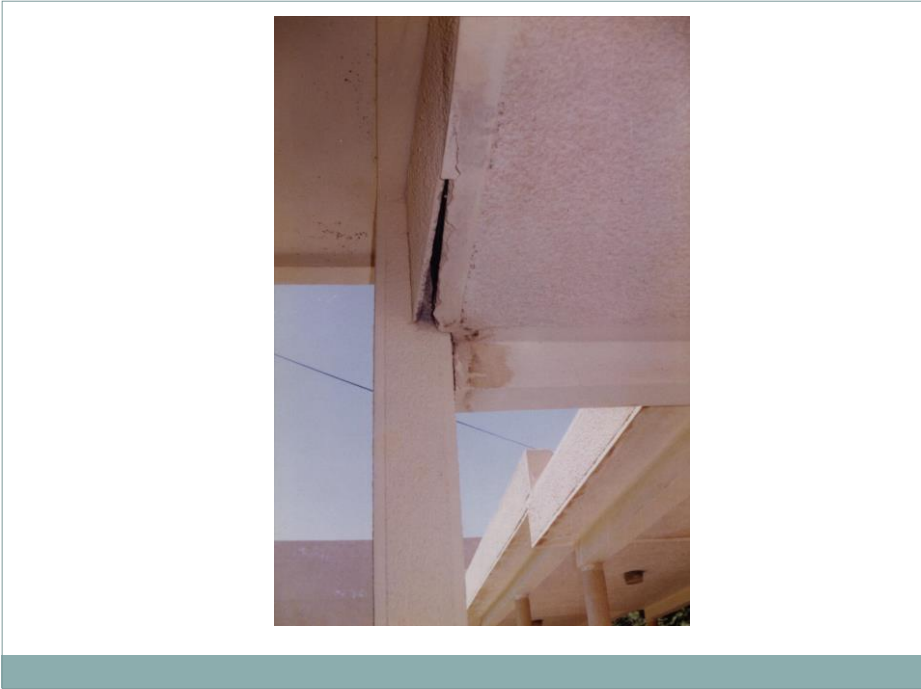
Fissures ne concernant pas un élément de structure

- N'entraînent pas à court terme des déformations ou une déstabilisation du bâtiment
- Doivent faire l'objet d'un suivi périodique d'évolution

77



78



79

Déchirure, poinçonnement, arrachement

Désordres touchant les revêtements extérieurs des parois;

- **Déchirure de l'étanchéité de toiture-terrasse constituée de couches successives de feutres bitumés, asphaltés ou goudronnés (tractions importantes ou successives + un vieillissement prématuré)**
- **Poinçonnement (perforations) peuvent dégrader un revêtement;**
- **Arrachement des matériaux de recouvrement se traduit par un décollement, un soulèvement et une chute de ceux-ci.**

80

Désordres n'affectant que l'aspect d'un bâtiment

Encrassement

Dépôt de la poussière atmosphérique sur l'enduit de la façade



Microfissures

► fissures de largeur < 0.2 mm, formant sur un enduit à base de liants hydrauliques un faïençage;

Faïençage: réseau multidirectionnel de fissures superficielles, de très faible largeur, se présentant sous la forme d'un dessin géométrique à mailles irrégulières.



81

Désordres n'affectant que l'aspect d'un bâtiment

Usure, effritement, dégradations superficielles

Désordres peu graves résultant du vieillissement des matériaux de construction.

- Desquamation de la pierre: décollement de pellicules ou d'écailles en surface.
- Alvéolisation de la pierre: création de cavités poudreuses ou sableuses.
- Transformation chimique de la structure de la pierre calcaire et béton: carbonatation, (formation de sels par l'action du gaz carbonique) apparition de zones blanchâtres et désagrégation superficielle

82

Désordres n'affectant que l'aspect d'un bâtiment

- **gerces pour le bois: fentes petites ou crevasses à la surface lors du séchage ; le vernis ou la peinture se fendille ⇒ possibilités de pénétration de l'eau.**



83

Expertise

84

Degré de gravité

Importance de la détermination du degré de gravité

Le degré de gravité doit être déterminé dans une bonne marge de tolérance pour pouvoir décider quant à:

Moment d'intervention

Mode de réparation

Coût des travaux de réhabilitation

85

Degré de gravité

Importance de la détermination du degré de gravité

Une expertise par un bureau d'étude ne doit être sollicitée que pour un désordre estimé grave.

Sur-estimation ⇒ dépenses inutiles

Sous-estimation ⇒ négligence du désordre pouvant à la longue nuire à la stabilité de la construction:

Un enduit fissuré peut favoriser une **pénétration d'eau** pouvant entraîner désagrégation des matériaux / corrosion des armatures, et de ce fait, affecter la **stabilité du bâtiment**.

86

Degré de gravité

Critères permettant d'estimer le degré de gravité

Le caractère de gravité est directement lié à :

Progression du désordre

Origine du désordre

Élément de l'ouvrage qu'il affecte

87

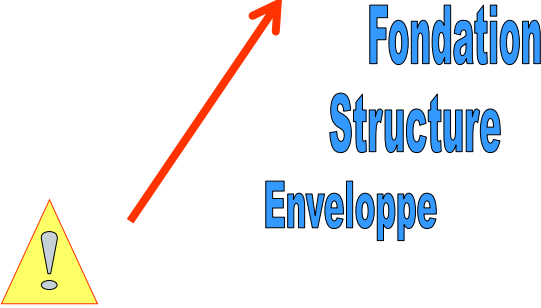
Exp : Cause principale au niveau fondations.

- Conséquences fâcheuses
- Difficulté et coût de réparation (cas de reprise en sous-œuvre)



Phénomènes pathologiques
les plus graves

88



**Fondation
Structure
Enveloppe**

Une dégradation mineure à laquelle on n'a pas remédié peut provoquer des dégradations plus importantes.

89

Degré de gravité

Règle d'or à retenir

Tout désordre affectant une partie de la construction peut avoir des conséquences sur un ou plusieurs autres éléments:

- **Une défaillance des fondations provoque des dégâts à la structure;**
- **Un défaut de rigidité de la structure entraîne des désordres de l'enveloppe;**
- **Une enveloppe attaquée ne jouant pas son rôle de peau étanche à l'eau peut conduire à des dégâts sur la structure.**

90

Degré de gravité

Codes précisant les niveaux de désordre

Code 4 : bon état, ne nécessitant aucune observation.

Code 3 : désordres limités ne nécessitent que des travaux de protection ou de reprises en surface.

Code 2 : tassements et désordres importants nécessitant des travaux de reprise en sous-œuvre.

Code 1 : cas exceptionnel, tassements très importants mettant en péril la stabilité du Bâtiment .

91

Phases d'expertise ou de diagnostic

Structure:

1. Relevé des dimensions pour vérifier ou reconstituer le plan d'architecture.
2. Identification des matériaux
3. Relevé des désordres:
 - Description détaillée.
 - Illustration par photos.
4. Mesures instrumentales:
 - Détermination de la résistance du béton à la compression et vérification de son homogénéité (auscultation dynamique)
 - Reconstitution ou vérification des plans de B.A

92

Phases d'expertise ou de diagnostic

Structure:

5. Vérification de la stabilité : Calcul basé sur les résistances recueillies par mesures instrumentales.
6. Analyse des désordres et des causes probables



Détermination de l'origine des dégradations

93

Phases d'expertise ou de diagnostic

Sol :

1. Fouilles de reconnaissance de sol au voisinage du bâtiment pour donner la nature du sol d'assise et les caractéristiques.
2. Fouilles de reconnaissance du sol autour des fondations relatives au désordre relevé.
 - Caractéristiques géométriques des fondations.
 - Dimensions.
 - Niveau d'assise.
 - ✓ Objectif: vérifier ou reconstituer la partie du plan de fondation correspondant au désordre relevé.

94

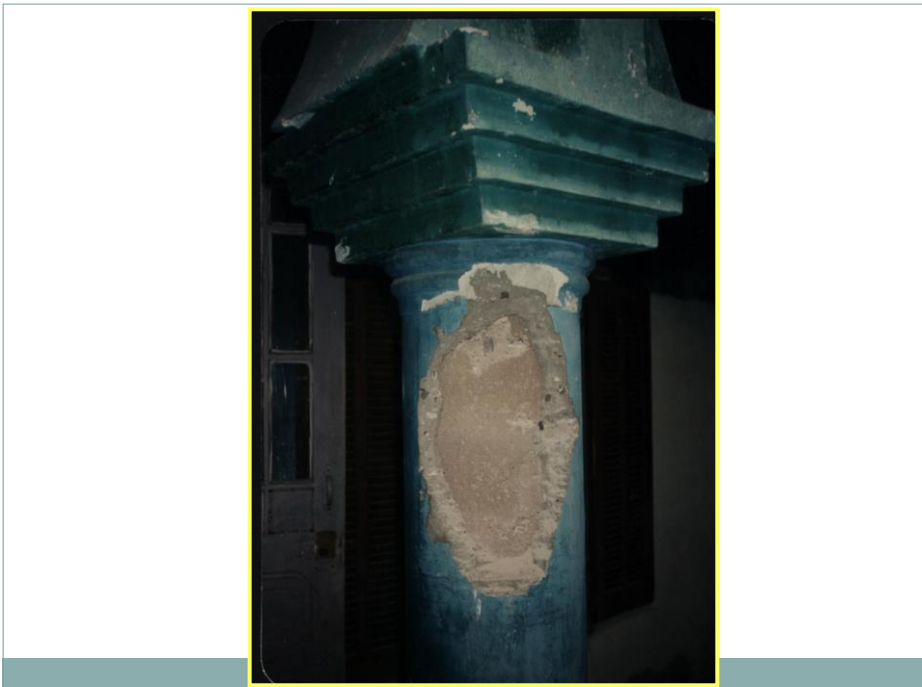
Phases d'expertise ou de diagnostic

Sol :

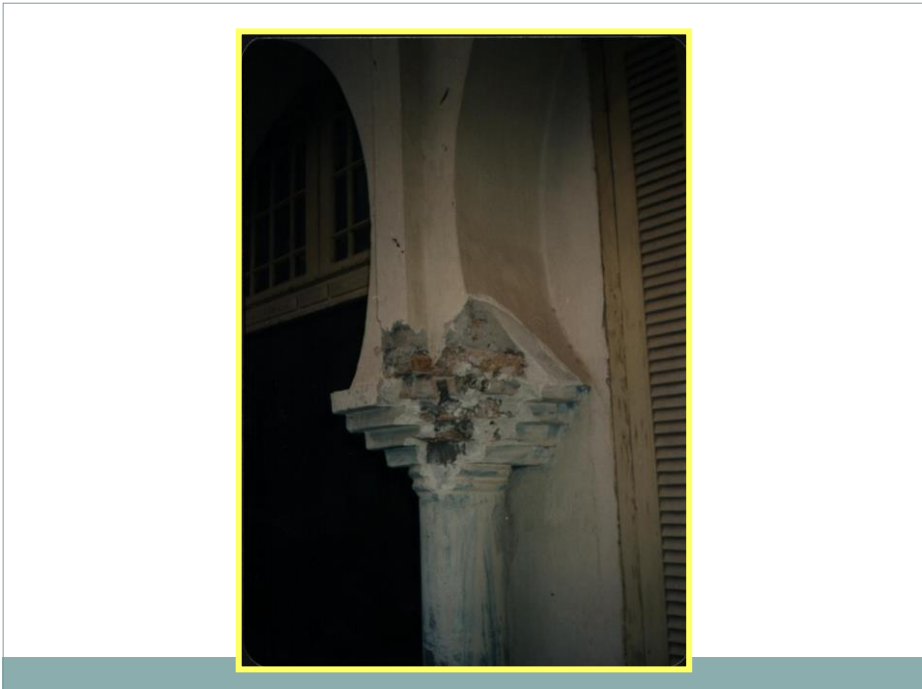
Reconnaître le sol sous fondation équivalent au désordre relevé.

3. Vérification théorique de la stabilité des fondations en se basant sur les résultats de l'étape 2.

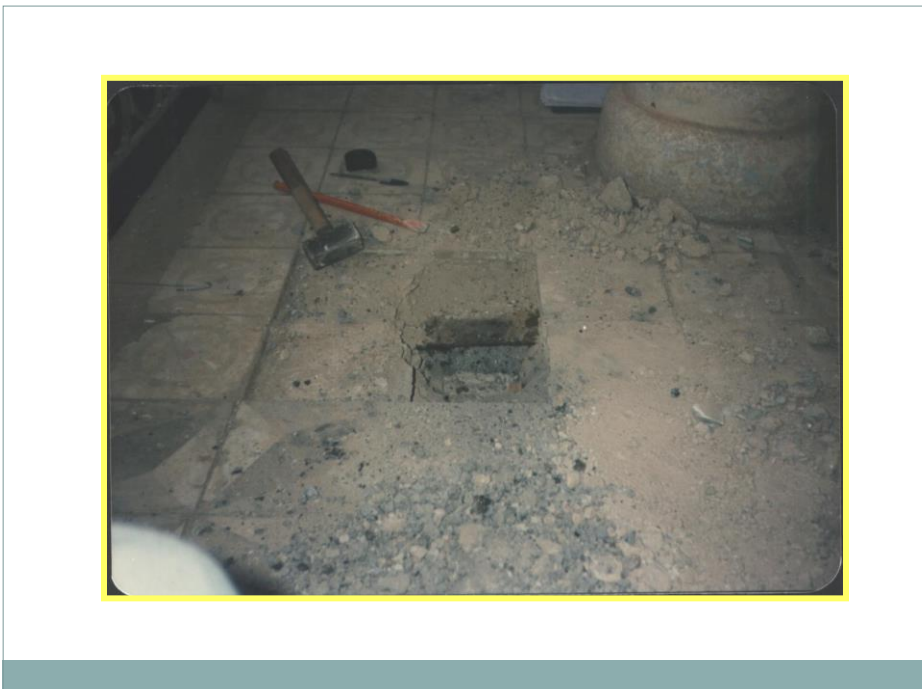
95



96



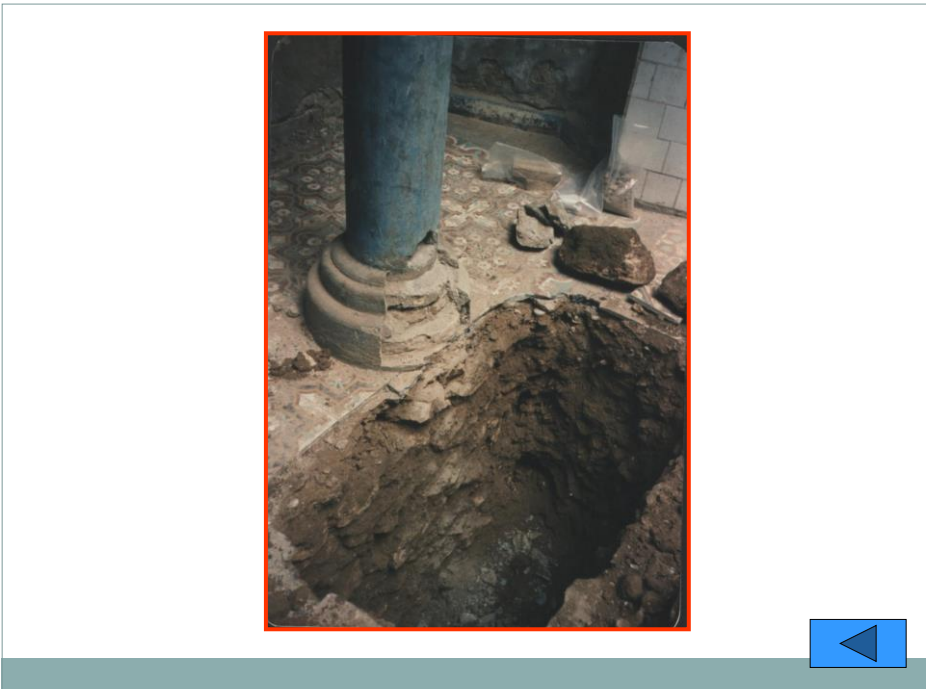
97



98



99



100

Aides pour le diagnostic

Fiche de renseignement

Information Concernant:	Origine De l'information	Contenu (points importants)

101

Aides pour le diagnostic

Matériels de relevés dimensionnels

Indispensables qd les plans de la construction font défaut, exécutés dès le début de l'expertise

- Double décimètre
- Double mètre
- Fil à plomb
- Téléscomètre ou règle télescopique
- Matériels plus perfectionnés:
 - . Mesureurs ultrasons avec pointeur lumineux
 - . Jumelles télémètre laser

102

MESUREUR ULTRASONS

Appareil muni d'un viseur lumineux qui permet de localiser exactement par un point l'endroit sur lequel va s'effectuer la mesure pt visé. La valeur apparaît alors immédiatement sur l'écran.

La faible divergence du faisceau d'ultrasons émis permet de relever des dimensions de pièces encombrées.



103

JUMELLES TELEMETRE



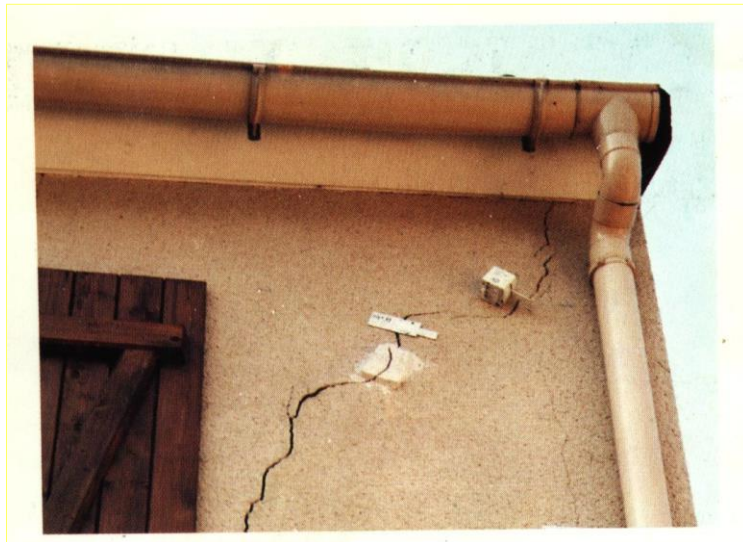
104

Aides pour le diagnostic

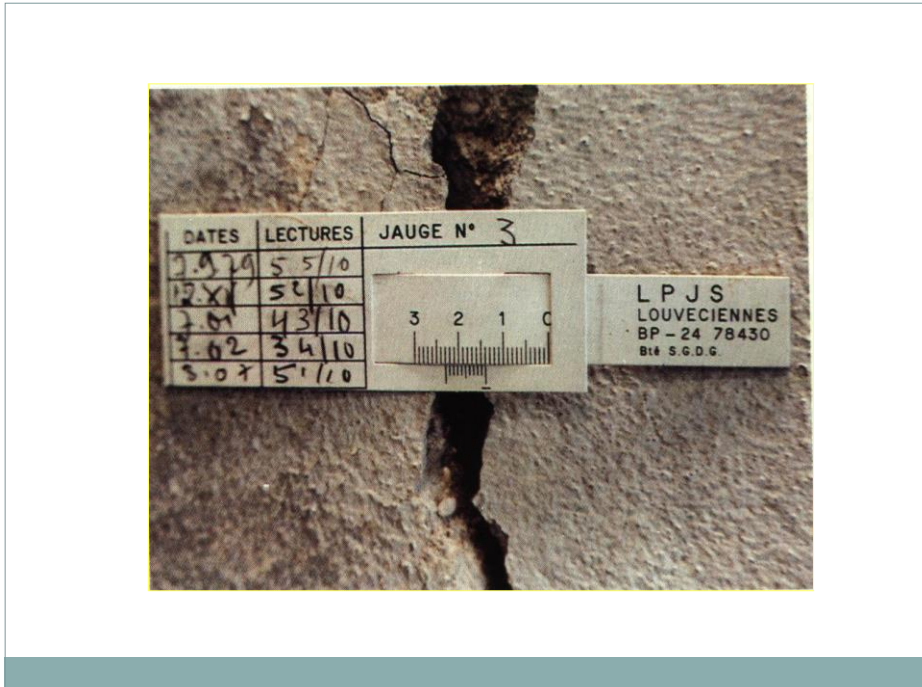
Matériels d'examen des fissures

- Règle graduée
- Fissuromètre
- Plot de ciment
- Jauges
- Matériel plus perfectionné:
 - . Dilatomètre à palpeurs

105

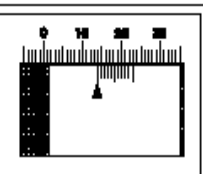



106

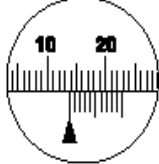


107

DATES	LECTURES
	13.8
JAUGE N° 3	

LES JACQUES SAISONAC
14 - rue Georges Boncompagni
BP 104 - 78430 Louveciennes cedex
Tél : (01 30 82 23 52)



Lire 138/10 mm
Jauge G1. N°3

Exemple de lecture

Lecture d'une mesure avec décimale (exemple : jauge G1. N°3) :
Le repère ▲ du vernier se situe entre deux graduations de l'échelle de mesure. Exemple : entre 13 et 14.

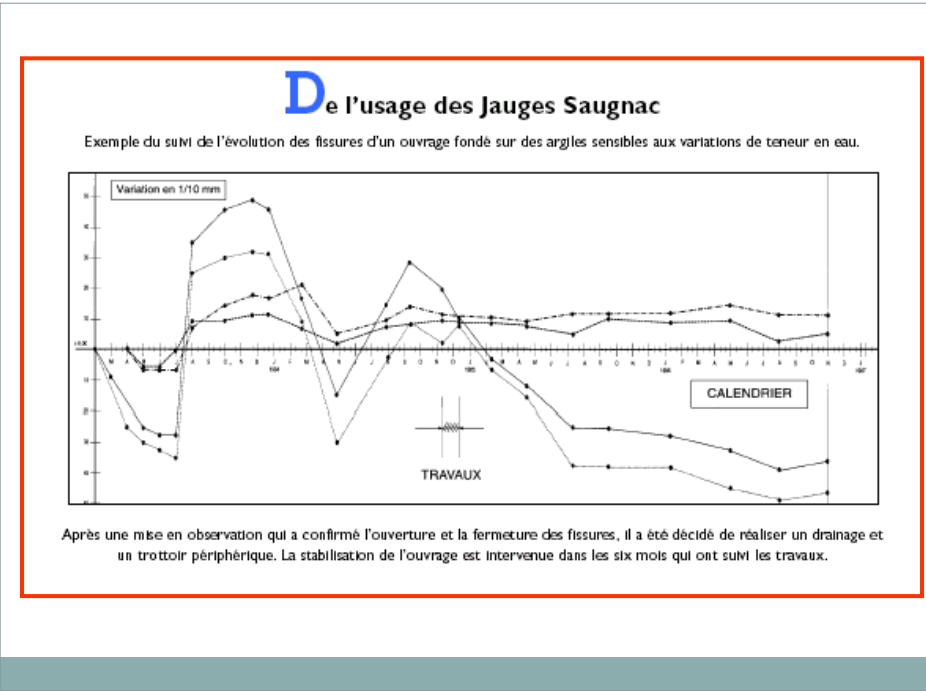
a) Lecture des mm :

Le nombre de mm correspond à la graduation située à gauche du repère ▲ du vernier :
13 dans le cas de figure.

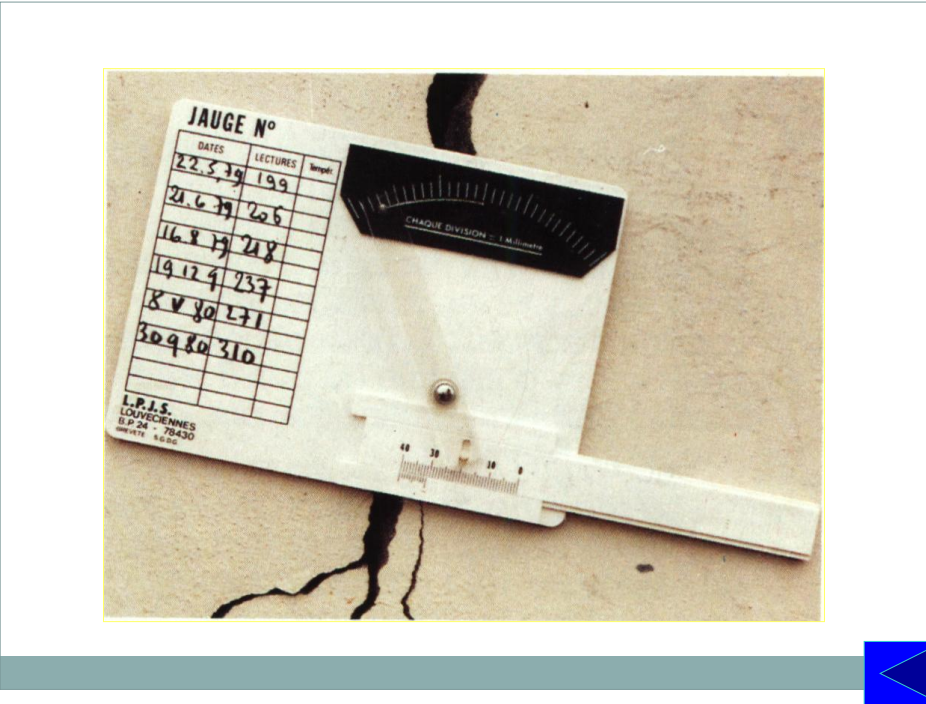
b) Lecture de la décimale :

Rechercher un trait du vernier qui coïncide avec un trait de l'échelle de mesure.
Dans le cas de figure de la jauge N°3, la graduation 8 du vernier coïncide avec la graduation 21 de l'échelle de mesure.
C'est dire que la lecture de la décimale est 8/10 mm. On lira donc 138/10 mm.

108



109



110

Aides pour le diagnostic

Matériels d'examen du béton

Scléromètre: permet d'estimer la résistance à la compression du béton à partir de sa dureté superficielle et de vérifier son homogénéité



Avec une énergie définie, le percuteur frappe le béton et rebondit selon la dureté du béton. Des tableaux de conversion permettent de déduire R_c à partir de la valeur de rebond.

111

Aides pour le diagnostic

Matériels d'examen du béton

→ Ausculteur dynamique : permet d'apprécier qualité du béton

La méthode consiste à mesurer la vitesse longitudinale de propagation du son traversant le béton.

- Habituellement, les grands écarts de la vitesse de propagation dans l'ouvrage laissent soupçonner que le béton est défectueux ou altéré.

Il arrive quelquefois que les impulsions ne se propagent pas dans la partie endommagée du béton.

112

Aides pour le diagnostic

Matériels d'examen du béton

Ausculteur dynamique



113

Aides pour le diagnostic

Matériels d'examen du béton

→ Ausculteur dynamique

Relation entre qualité du béton et vitesse de propagation des impulsions	
Qualité	Vitesse de propagation, en pi/s
Excellente	> 15000
Bonne	12000 – 15000
Douteuse	10000 – 12000
Mauvaise	7000 - 10000
Très mauvaise	< 7000

114

Aides pour le diagnostic

Matériels d'examen du béton

→ Pachomètre: permet de détecter la présence d'éléments métalliques dans le béton, de déterminer leur position en plan et leur profondeur.

→ Profomètre: permet de localiser, mais aussi de déterminer avec une gd précision la position, la profondeur et le ϕ des armatures métalliques dans le béton.



115

Aides pour le diagnostic

Matériels d'examen du béton

→ Corrosimètre: permet de constater l'état de corrosion des armatures métalliques des ouvrages en béton avant l'apparition des désordres visibles. (champs électrique émis par une pièce métallique varie selon son état de corrosion).



116

Aides pour le diagnostic

Mesure de l'humidité

→ Humidimètre

→ Méthode par prélèvement et pesées:

- Prélèvement des échantillons à des e et à des h différents,
- Pesées avant et après séchage,
- Calcul du taux d'humidité: $(M_h - M_s)/M_s$,
- En déduire le type d'humidité en cause.

→ Analyse chimique de l'eau contenue dans le matériau

Pour déceler la provenance de l'humidité (égouts détériorés, nappes phréatiques ...)

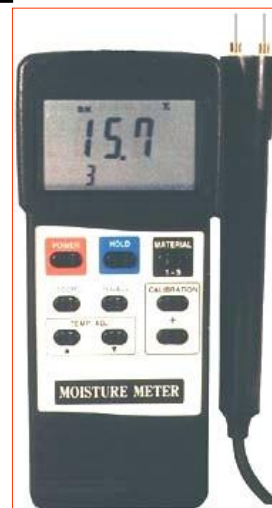
117

TESTEUR D' HUMIDITE DIGITAL

Les deux pointes de l'appareil sont enfoncées dans le matériau dont on veut évaluer l'humidité et on lit directement le % d'humidité relevé.

Différence entre les divers humidimètres

- % min et max.
- Types de matériaux concernés (certains humidimètres sont étalonnés pour mesurer uniquement la teneur en eau des bois)
- Profondeur détectée.



118

Remarque:

Appareils ne mesurant que l'humidité superficielle (jusqu'à 3 cm), leur intérêt est limité. Ces appareils doivent être utilisés avec beaucoup de prudence.

A plus de 3 cm de profondeur les sondages sont nécessaires