



# PATHOLOGIE DU BATIMENT

**Mr. H. RABHI**

# Sommaire

- ✓ Rappels des technologies du bâtiment,
- ✓ Généralités sur les désordres affectant le bâtiment,
- ✓ Etude détaillée des désordres et pathologie des ouvrages:
  - Fondation,
  - Soutènement,
  - Structure en béton armé,
  - Structure en maçonnerie
  - Toiture.

# Technologies du bâtiment (1/7)

- ▶ Objectifs:

Acquérir la terminologie et les bases techniques de la construction pour être capable de décrire un devis estimatif et/ou quantitatif et de mener des travaux.

# Technologies du bâtiment (2/7)

- ▶ Pour mener un grand projet ou/et des petits projets, il faudrait acquérir des connaissances techniques de conception et de réalisation dans le domaine de la construction,
- ▶ Ces bases de terminologie seront importantes afin d'analyser et comprendre les étapes de la construction et instaurer le dialogue avec l'ensemble des intervenants et autres acteurs de bâtir.

# Technologies du bâtiment (3/7)

- ▶ Cerner les bases terminologiques de l'organisation du secteur du Bâtiment:
  - ✓ Identifier les acteurs de bâtir pour une opération de construction,
  - ✓ Connaître l'organisation de la MO, MOE, Autres acteurs de l'Ingénierie, les entreprises et les fournisseurs.

# Technologies du bâtiment (4/7)

- ▶ Maîtriser le savoir de la technologie du bâtiment:
  - ✓ Aspect graphique: savoir lire des plans, types et conventions représentatives et les symboles techniques,
  - ✓ La constitution d'un ouvrage par fonction ou par élément de construction,
  - ✓ Les ouvrages et la répartition des corps d'état,
  - ✓ Etude d'un cas:
    1. [100 coff fondations inf atr.pdf](#);
    2. [SOUS SOL -1.pdf](#);
    3. [ATR DCE Archi 014 - RDC.pdf](#)

# Technologies du bâtiment (5/7)

- ▶ Etapes de la construction, de l'infrastructure au superstructure:

## 1. Fondations à la terrasse:

- ✓ Terrassements: Pleine masse, Tranchées, Soutènements,
- ✓ Fondations: Filantes, Superficielles, Profondes,
- ✓ Structures verticales: Poteaux, Murs, Poutres,
- ✓ Structures horizontales: Dallages, Dalles, Planchers,
- ✓ Escaliers, Trémies, Gains techniques,
- ✓ Enduits extérieurs et intérieurs,
- ✓ Façades.

# Technologies du bâtiment (6/7)

## 2. Le clos et le couvert:

- ✓ Couvertures: Tuiles, Ardoises, bacs,
- ✓ Charpentes: Bois, métalliques,
- ✓ Différentes techniques d'étanchéité,
- ✓ Menuiseries extérieures: Simples & doubles vitrages,
- ✓ Les fermetures et occultations.

# Technologies du bâtiment (7/7)

- ▶ Les techniques et matériaux de finitions:
  - ❖ La partition et les finitions:
    - ✓ Les cloisons, les peintures,
    - ✓ Les enduits et Revêtements murs et sols.
- les lots techniques et spécialisés:
  - ✓ La plomberie: Alimentation EF & ECS, Evacuations,
  - ✓ Le sanitaire: Appareils, Eau chaude,
  - ✓ Le chauffage: Production, distribution, énergie,
  - ✓ Les courants: forts (CFO), faibles (Cfa),
  - ✓ Les équipements techniques divers:
    - Ascenseurs, Monte-charge,
    - Sonorisation, Vidéo-surveillance, Contrôle d'accès,
    - Prêcâblage informatique, VDI, etc.

# Généralités sur les désordres affectant le bâtiment (1/4)



3. La flexion et le retrait des planchers,
4. L'absence ou la mauvaise mise en œuvre de chaînages horizontaux et verticaux,
5. Une mauvaise réalisation des appuis, des allèges et des linteaux.

# Généralités sur les désordres affectant le bâtiment (2/4)

## Les bonnes pratiques:

1. Utiliser des blocs de maçonnerie **conformes** aux normes,
2. Prévoir des **chaînages horizontaux** au droit de chaque plancher et des arases de pignon,
3. Prévoir des **chaînages verticaux et des raidisseurs intermédiaires** avec des blocs spéciaux,
4. **Limiter les flèches** des planchers et prévoir une prolongation des durées d'étalement des planchers,
5. Mettre une planelle ou un U au droit des abouts de planchers, de même nature que la maçonnerie,
6. Réaliser les **liaisons** en forme de harpe entre murs perpendiculaires,
7. Pour les maçonneries enduites, prévoir un enduit **renforcé par des armatures** débordant de 0,15 m au-dessus des planchers et de 0,15 m au-dessous du premier joint de la maçonnerie sous-jacente (voir article 6.3.1.1 du DTU 20.1 P1, articles 4.7 et 10.3.1 du DTU 20.1 P1-1).

# Généralités sur les désordres affectant le bâtiment (3/4)

## A consulter:

- ▶ NF DTU 20.1 : Ouvrages en maçonnerie de petits éléments,
- ▶ DTU 21 : Travaux de bâtiment,
- ▶ NF DTU 26.1 : Travaux d'enduits de mortiers.

# Devoir à Remettre

## ▶ Cas pathologique du bâtiment:

- ✓ Le constat,
  - ✓ Le diagnostic,
  - ✓ Les bonnes pratiques ou Recommandations,
  - ✓ Les référentiels.
- Remise pour le **30/11**.

# Généralités sur les désordres affectant le bâtiment (4/4)

## Humidité en Sous-Sol des bâtiments:

Les infiltrations se manifestent sous diverses formes, depuis de simples traces d'humidité ponctuelles sur la face intérieure des murs périphériques ou à la jonction entre murs périphériques et dallages, jusqu'à l'inondation totale du SS.



## ▶ Diagnostic:

### ✓ Absence d'ouvrage: ex:

1. Cuvelage non prévu, ni réalisé: alors que la nappe phréatique est supérieur à celui du dallage,
2. Drainage non prévu, ni réalisé: alors que des eaux souterrains ou de ruissellement sont susceptibles de s'accumuler contre les murs du SS,

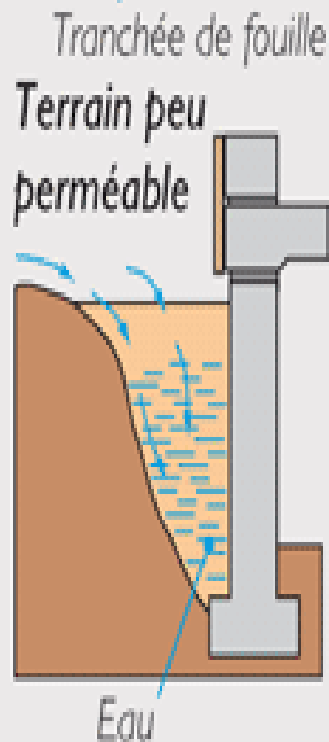
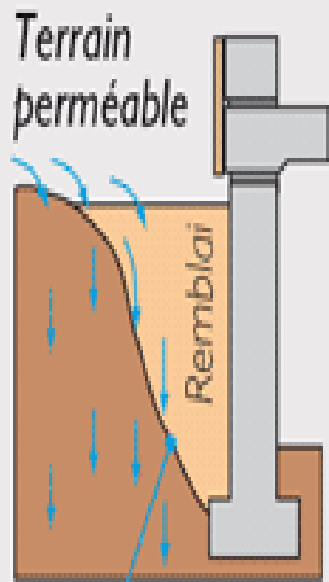
### ✓ Le mauvais choix des revêtements extérieurs:

1. Emploi de revêtements inadaptés sur la face extérieure des murs périphériques,
2. Les nappes à excroissances n'assurent aucune protection à l'eau, car n'étant pas collées, l'eau les contourne,

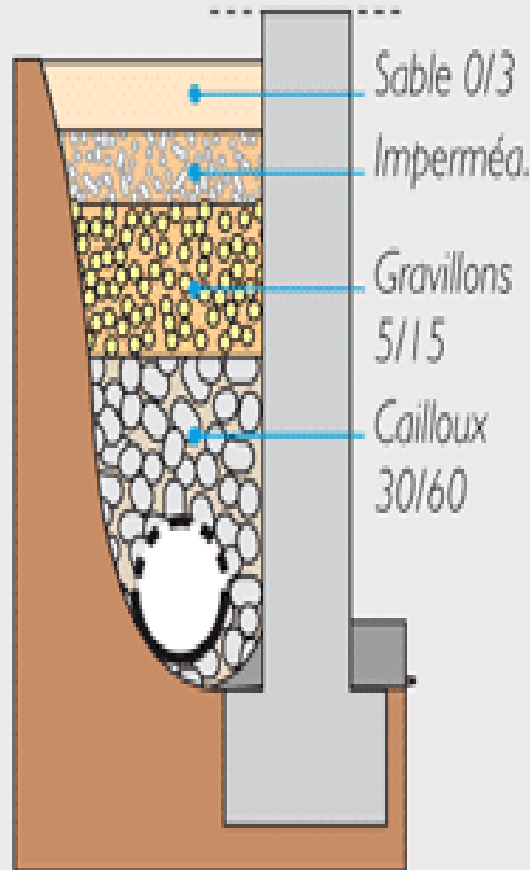
### ✓ Les défauts d'exécution:

1. Défauts d'exécution des drainages,
2. Défauts d'exécution des revêtements extérieurs des murs périphériques,
3. Défauts d'exécution des abords.

# Systemes de drainage

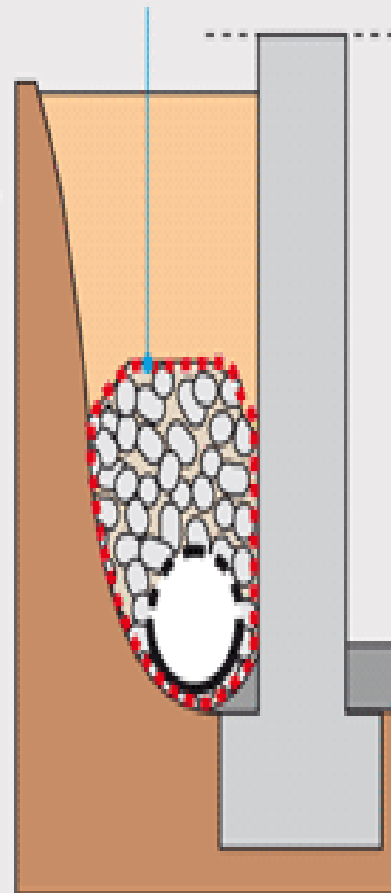


Tranchée et canalisation drainantes



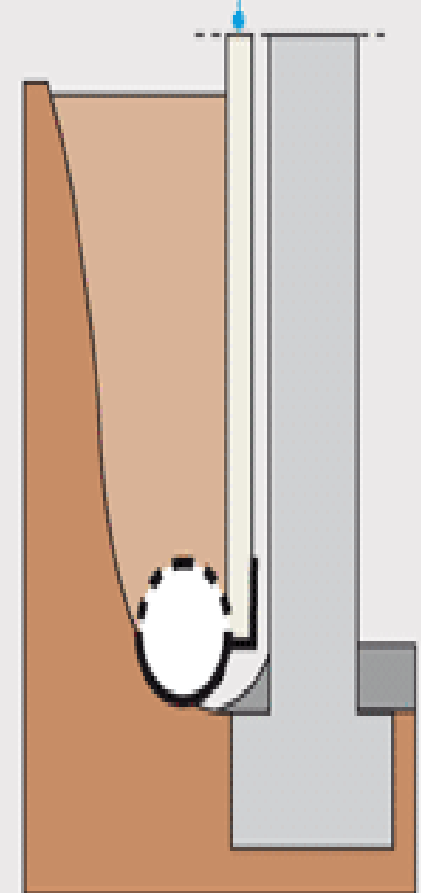
En terrain à grains fins

Textile non tissé



Exemple de plaque ou dalle drainante

Plaque ou dalle



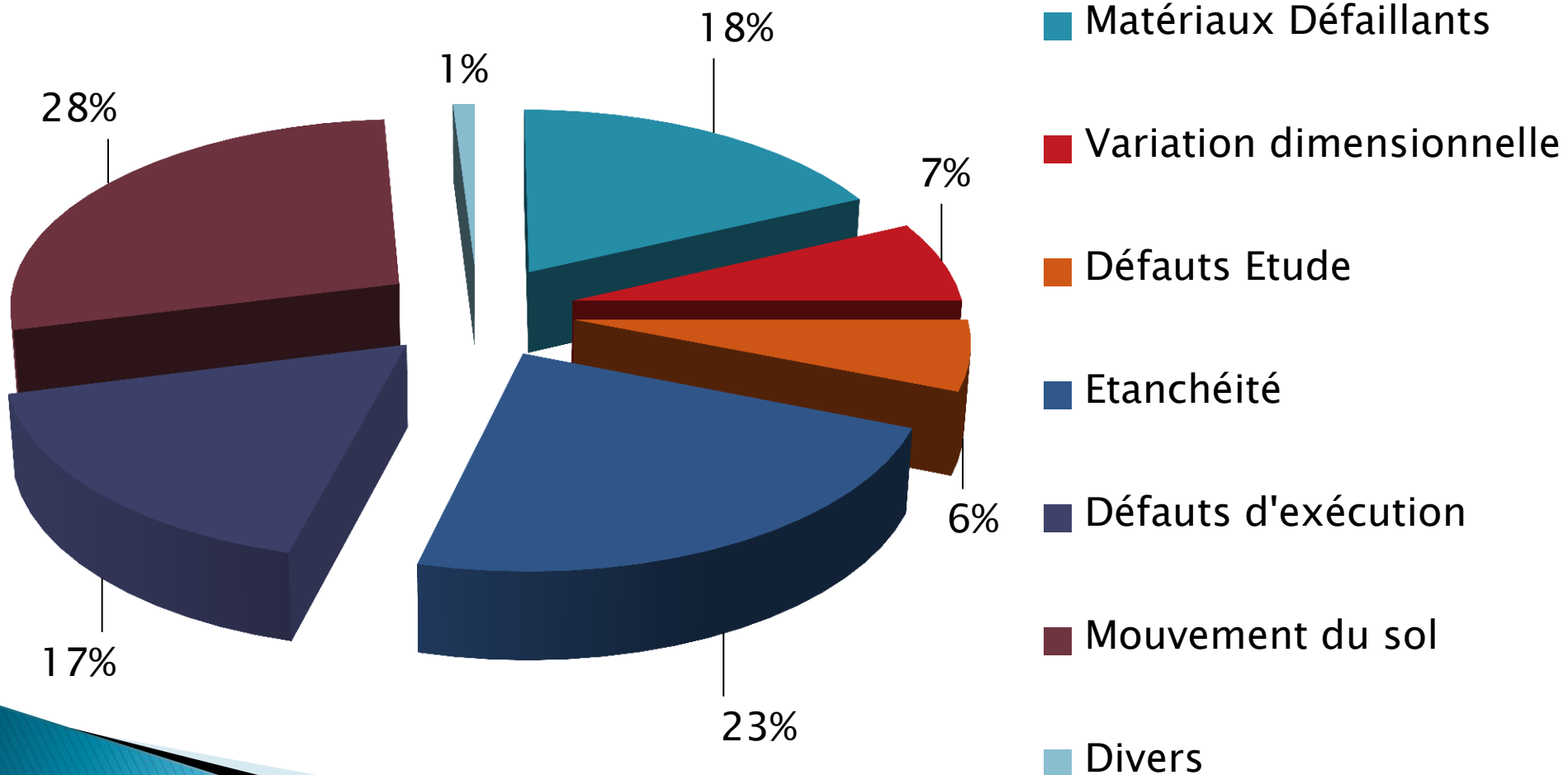
Solutions « traditionnelles »

[www.cours-genie-civil.com](http://www.cours-genie-civil.com)

(Schémas extraits des guides AQC)

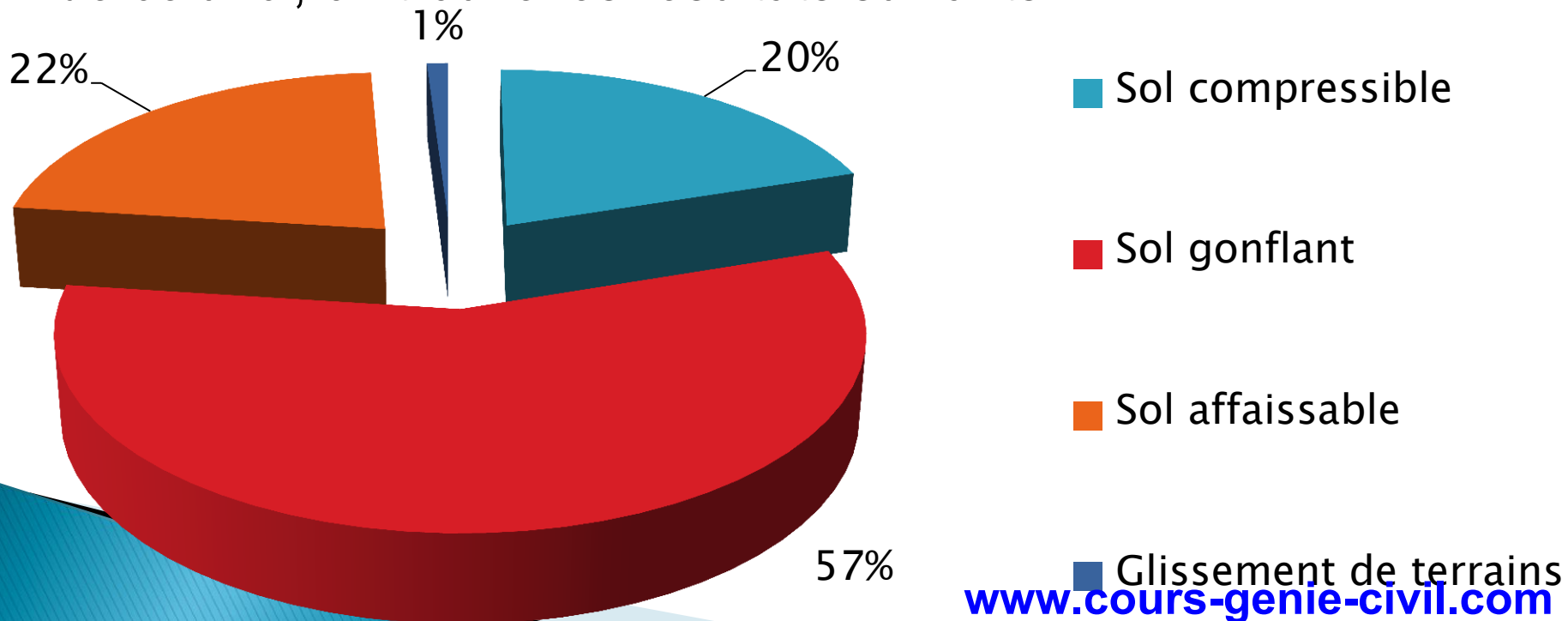
# Pathologie des Fondations (1/8)

Différentes origines de désordres:



# Pathologie des Fondations (2/8)

- ▶ Nous remarquons que le tiers des désordres est du à des mouvements excessifs du sol par rapport à la structure réalisée ou à une structure non adaptée au sol de fondation.
- ▶ Si on étudie les mouvements du sol en fonction de la nature de celui-ci, on trouve les résultats suivants:



# Pathologie des Fondations (3/8)

## ▶ Mouvement du sol/Tassement:

Un tassement est une déformation verticale qui se produit lorsqu'on sollicite un sol par des surcharges. Cette déformation dépend de plusieurs paramètres, on peut citer:

- ❑ Les charges appliquées,
- ❑ La nature du sol,
- ❑ Les dimensions et la forme des fondations,
- ❑ Le temps,
- ❑ La nature des fondations et de la structure.

# Pathologie des Fondations (4/8)

## ▶ Origines et causes du tassement du sol:

On cite:

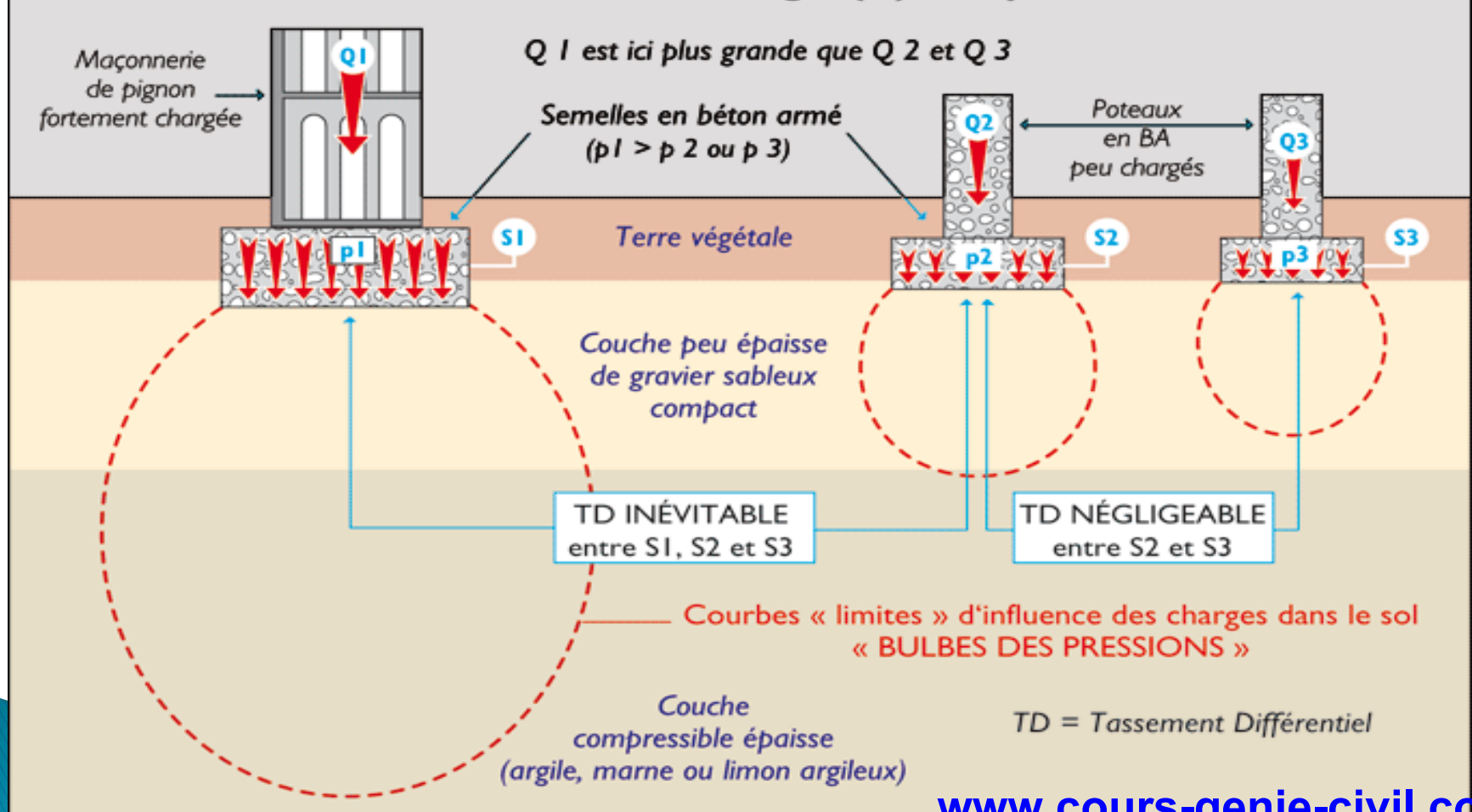
- Hétérogénéité naturelle du sol,
- Approche des calculs de tassement qui donnent une valeur approchée de la valeur réelle,
- Fondations hétérogène faites sans précautions spéciales (terrassements différentiels amenant des basculements d'ouvrages ou des ruptures partiels),
- Remblais instables (insuffisamment tassé),
- Absence d'étude du sol,
- Présence de sol affaissable,
- Présence d'eau ou venue d'eau modifiant les caractéristiques du sol,
- Défauts de réalisation, etc.

# Pathologie des Fondations (5/8)

- ▶ **3 conditions** doivent être réunies pour déclencher la fissuration:
  - 1. Un sol compressible sous le niveau d'assise des fondations.** La présence de sols compressibles dans limite d'influence des fondations peut amener le sol à se déformer trop fortement sous le poids des structures,
  - 2. Des charges irrégulièrement réparties aux fondations.** Ce déséquilibre des efforts sur le sol provoque un tassement différentiel. Le sol se déformera donc  $\pm$  selon les points d'appui (Voir schéma). C'est aussi le cas lorsque des fouilles importantes sont faites à proximité immédiatement de fondations existantes,
  - 3. La fragilité de la superstructure.** Les déformations différentielles du sol sont pour la superstructure des déplacements imposés, qui engendrer des contraintes de traction et de cisaillement dans la superstructure. Les points les plus faibles et notamment les joints de maçonnerie seront les premiers à ne pas résister à ces contraintes.

# Etude détaillée des désordres et pathologie des ouvrages

## Schéma de transmission des charges (Q) d'un pavillon au sol



# Pathologie des Fondations (7/8)

## ▶ Les remèdes:

En cas du sol affaissable, on peut prendre les dispositions constructives suivantes:

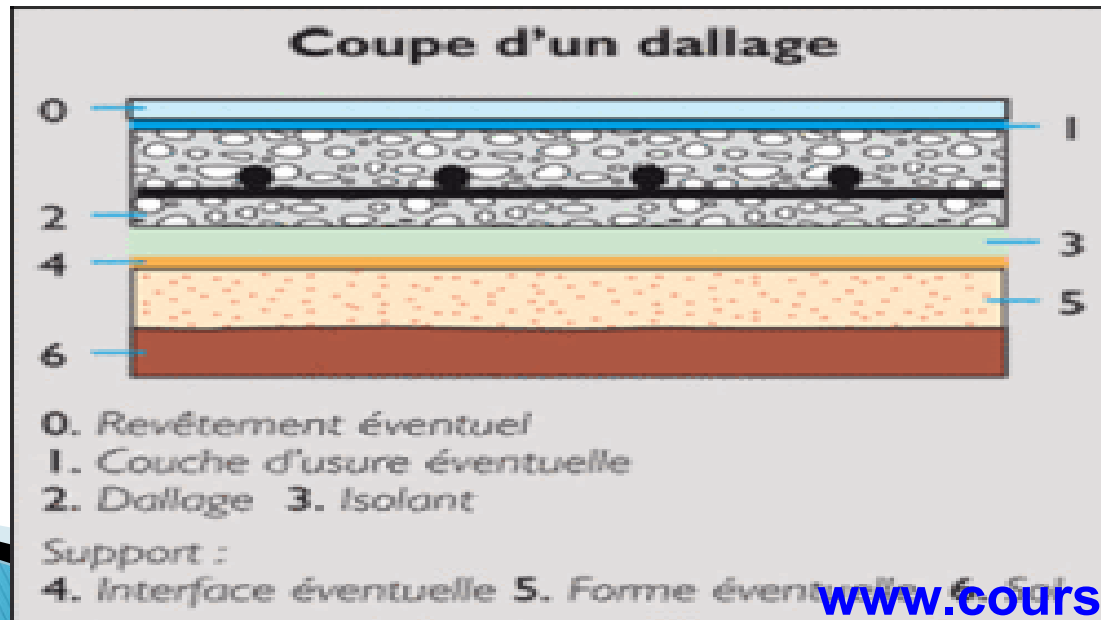
- ❖ Etancher les alentours de la construction pour éviter les infiltrations localisées d'eau,
- ❖ Eviter de faire circuler les canalisations sous la construction,
- ❖ Adopter un faible taux de travail pour le sol de fondation,
- ❖ Adopter une structure souple dans l'ensemble et rigide par blocs avec des joints traversant les fondations,
- ❖ Traiter le terrain par recompactage pour qu'il soit moins affaissable.

# Pathologie des Fondations (8/8)

- ▶ En cas de sol gonflant, il faut prendre les dispositions ci-dessous:
  - ❑ Etancher les alentours de la construction,
  - ❑ Adopter des couches tampons du sol stable,
  - ❑ Eviter de faire circuler les canalisations sous la construction,
  - ❑ Adopter une structure souple dans son ensemble et rigide par bloc avec des joints ne dépassant pas 15 m.

# Affaissement de dallage (1/2)

- ▶ Un dallage sur terre-plein est un ouvrage horizontal en béton de grandes dimensions par rapport à son épaisseur (minimum de 12 cm pour les maisons individuelles), coulé sur une forme en matériaux choisis et mis en œuvre pour constituer une assise stable



# Affaissement de dallage (2/2)

- ▶ Les principales causes d'affaissement de dallages sur terre-plein sont :
  - ✓ Terrains hétérogènes (ou terrains en pente avec remblais et déblais),
  - ✓ Terrains compressibles comportant des strates molles (Tourbes, vases),
  - ✓ Terrains argileux sensibles aux phénomènes retrait-gonflement phréatique,
  - ✓ Terrains soumis à l'action de l'eau.

# Effondrement de murs de soutènement (1/2)

- La stabilité des murs de soutènement en maçonnerie (blocs de béton, briques pleines, pierres, béton banché non armé) est assurée par leur propre poids (on parle de « **mur-poids** »).
- Pour maintenir son équilibre, le poids du mur doit permettre de contrebalancer :
  - la poussée des terres « drainées »,
  - les surcharges d'exploitation éventuelles (passage de véhicules, etc.),
  - les chocs éventuels,
- Une épaisseur insuffisante de la paroi ou une mauvaise évacuation des eaux de ruissellement sont à l'origine de fissurations ou du bombement du mur, de son basculement partiel, voire de son effondrement.

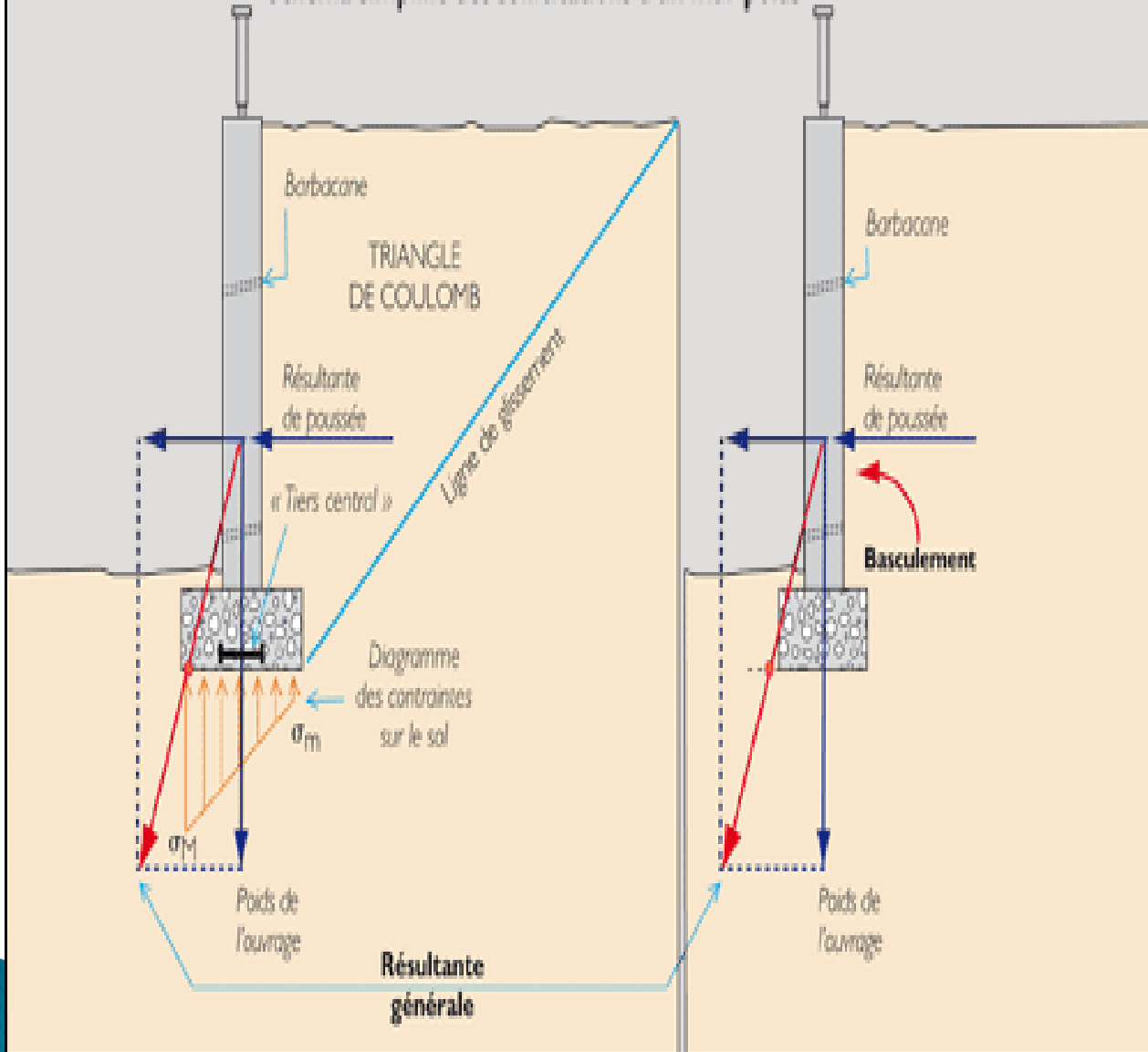
# Effondrement de murs de soutènement (2/2)

## ▶ Une erreur de dimensionnement de l'ouvrage:

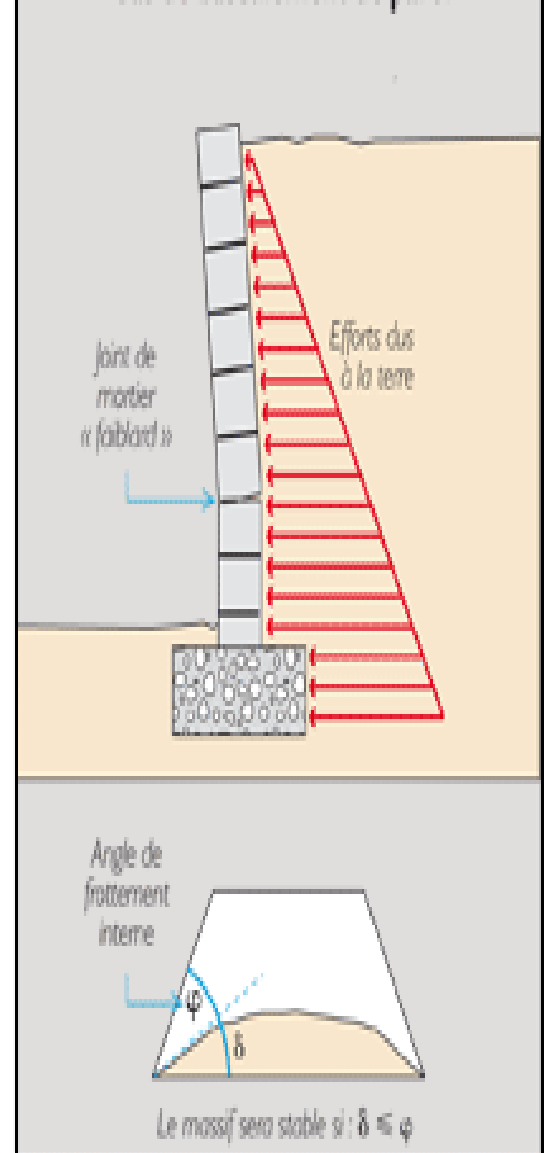
Les poussées sur le mur résultent de :

- ▶ La poussée due aux terres en place et aux remblais sur le mur. Cette poussée dépend des caractéristiques du sol (densité, cohésion et angle de frottement interne) et de la hauteur des terres à soutenir ;
- ▶ La poussée due à la présence d'eau. La réalisation d'un système de drainage et d'évacuation (grâce à des barbacanes) susceptible de s'accumuler le long de la paroi permet de limiter ces efforts ;
- ▶ La poussée due à des surcharges éventuelles : véhicules, stockage,

### Schéma simplifié des sollicitations d'un mur-poids



### Cas de basculement de paroi



# Excavation Mitoyenne (1/2)

## ► Origines et causes:

Plusieurs effondrements ont eu lieu à cause des excavations. En effet, l'exécution d'une fouille verticale se traduit par la suppression d'une butée (F) qui tient la paroi:

## Cas: Petit Immeuble effondré à Casa:

Un mort et deux blessés:

Ce sinistre attribué aux travaux d'excavation d'un terrain mitoyen.

Pour certains spécialistes, il pourrait s'agir d'une négligence du BET (s'il y en a un) ou de l'entrepreneur.



# Excavation Mitoyenne (2/2)

## ▶ Conséquences:

Dans le cas où la résistance du sol ne permet pas de reprendre la butée supprimée, on assiste à un effondrement du sol qui se prolonge jusqu'à un talus limite d'équilibre. Si la construction ou ses fondations se trouvent dans l'emprise de l'effondrement, elles s'effondrent aussi;

## ▶ Remèdes:

Dans le cas de sol de faible résistance, il faut prévoir un soutènement.

# Corrosion des armatures du BA en façades (1/2)

## ► Constat:

Les désordres affectant les structures en béton armé commencent à la surface du béton par de  **fines fissures**  et de  **légères traces**  de teinte ocre.

Puis l'**élargissement** des fissures permet à la rouille (hydroxyde de fer) de suinter.

Des aciers presque totalement corrodés apparaissent après soulèvement et détachement des éclats de béton.

# Corrosion des armatures du BA en façades (2/2)

## ➤ Le diagnostic:

- ✓ Porosité excessive du béton: (Ex: mauvais Rapport S/G, E,),
- ✓ Mauvaise disposition des aciers: (Ex: Enrobage),
- ✓ Fissures structurelles: Attaque des aciers par  $O_2 \Rightarrow$  Formation des sels de fer (Sels gonflants) en couches superposées sur l'acier.

## ➤ Les bonnes pratiques:

- ✓ Assurer une bonne compacité du béton (E/C),
- ✓ Prendre en compte de l'exposition de la structure,
- ✓ Veiller à multiplier les cales de maintien des barres,
- ✓ Assurer une vibration suffisante au sein des coffrages,
- ✓ Protéger les surfaces avec un produit de cure approprié pour éviter la dessiccation par temps sec et chaud.

# Désordres affectant les Balcons (1/4)

## ➤ Le constat:

La pathologie des balcons regroupe 2 familles de désordres:

1. Les désordres structurelles pouvant aller jusqu'à **l'effondrement**,
2. La seconde famille regroupe de nombreux désordres aux conséquences moins gravés:
  - ✓ Les fissurations secondaires,
  - ✓ Les éclatements des nez de balcons,
  - ✓ La présence d'efflorescence et de stalactites en sous-face,
  - ✓ Les infiltrations au travers de la dalle au droit de la façade ou au travers des seuils de portes fenêtres.

# Désordres affectant les Balcons (2/4)

## ► Recommandations:

- ✓ Dimensionner les armatures conformément aux règles BAEL,
- ✓ Respecter les pentes des balcons (DTU 43.1),
- ✓ Etancher la surface pour limiter les infiltrations,
- ✓ Étudier la géométrie des seuils, pour éviter les pénétrations d'eau,
- ✓ Concevoir l'accès pour les Personnes à Mobilité Réduite (PMR,  $H_{max} > 2$  cm, Rejet d'eau par Caillebotis et dalles sur plot ou caniveau),
- ✓ Respecter les précautions propres aux zones sismiques, etc.

# Désordres affectant les Balcons (3/4)

## ▶ Le diagnostic:

Les risques d'effondrement:

- ✓ durant sa vie: cause fréquente provient de défauts de ferrailage ( Erreur de conception),
- ✓ En cours de chantier: Effondrement  $\Rightarrow$  Incompatibilité entre l'étaielement et la phase finale: Disposition des armatures.



# Désordres affectant les Balcons (4/4)

## ▶ Les autres pathologies:

### ✓ les principaux types de fissures:

- les fissures en partie supérieure de la dalle et perpendiculaire à l'appui,
- Les fissures horizontales entre les garde-corps en béton et le balcon sont provoquées par le retrait et dilatation différentielle (Ensoleillement),
- Les fissures verticales des garde-corps: Insuffisance d'Armatures horizontales,
- Les fissures horizontales à la jonction entre dalles et garde-corps.

# Renforcement des ouvrages en BA (1/4)

- ▶ Lorsqu'on parle de renforcement de structure d'un Bâtiment affecté des désordres de différentes natures, cela signifie un **plan de maintenance** de l'ouvrage qui permet de réparer , de retarder ou d'éviter les désordres,
- ▶ Il peut s'agir aussi des **travaux de réhabilitation** qui servent bien souvent à rattraper le manque d'entretien et donc à faire disparaître les désordres,
- ▶ Les raisons de renforcement peuvent être diverses:
  1. Augmentation du niveau de service,
  2. Modifications dans la structure qui font que certaines parties sont plus sollicitées que d'autres,
  3. Défaillance causée par la mauvaise qualité d'exécution. Le renforcement peut se faire de plusieurs manières en fonction de la nature de l'ouvrage et de l'objectif visé.

# Renforcement des ouvrages en BA (2/4)

**Renforcement par précontrainte**: Ce genre de renforcement est préconisé en cas d'insuffisance de résistance à la flexion. La précontrainte introduit un effort normal qui améliore la résistance de la pièce,



# Renforcement des ouvrages en BA (3/4)

## Renforcement par tôles collées (procédé breveté):

- **But:** la mise en place des tôles collées permet de renforcer une partie en BA qui présente une insuffisance de résistance soit à la flexion, soit à l'effort tranchant;
- **Mise en œuvre:** la surface du béton doit être moulée pour supprimer toutes les aspérités et des ondulations puis sablées et dépoussiérée. Sur le béton, on met une résine pure puis une résine chargée, les tôles sont ensuite collées sur le béton jusqu'au durcissement complet.

# Renforcement des ouvrages en BA (4/4)

## Renforcement par mise en place d'armature ou du béton:

Il est possible de renforcer une structure en BA par des armatures qui sont noyées dans un béton mis en place par projection ou par un mortier à base de Polymères thermodurcissables,

**Mise en place des armatures des poutres pour le renforcement des planchers**



# Remontées Capillaires (1/3)

## ➤ Le constat:

On observe en façade des traces frangées ou ondulées,  
Les enduits et peintures de façade se décollent et laissent apparaître du salpêtre (Nitrate),

Les maçonneries anciennes sont fréquemment le siège de remontées capillaires.



## Causes :

- Absence de gouttières,
- Absence de drainage,
- Absence d'enduit défectueux,
- Porosité des pierres,
- Manque de ventilation,
- Remontées capillaires,
- Fuites et Infiltrations, etc.



# Remontées Capillaires (2/3)

## ➤ Diagnostic:

Ce désordre concerne essentiellement les murs construits en matériaux capillaires (à cause de leurs pores fins): Pierres tendres ou Briques, etc.,

- ✓ Absence d'Arase étanche (ou coupure de capillaire),
- ✓ Mauvaise exécution de l'arase étanche:
  - Arase étanche positionnée dans le sol,
  - Arase étanche positionnée à trop faible Hauteur au dessus du sol extérieur,
  - Arase étanche discontinue.



# Remontées Capillaires (3/3)

## ➤ Recommandations:

- ✓ Réaliser une arase étanche rigoureusement continue, en construction neuve (DTU 20.1),
- ✓ Réaliser un diagnostic préalable, en travaux sur existant: pour détecter la présence d'humidité:
  - Vérifier si celle-ci est bien d'origine ascensionnelle et non liée à des infiltrations ou de la condensation et préserver d'éventuels aménagement,
  - Analyser si la réalisation d'une arase étanche efficace est réalisable ou pas. Si elle ne l'est pas, les solutions envisageables sont:
    - ❖ Traitement curatif: Injections de résines, Inserts en tôles d'acier inoxydable, Siphons atmosphériques, etc.,
    - ❖ Traitement palliatif: Drainage périphérique raccordé sur un exutoire pour réduire la quantité d'eau en pied des murs, Mise à nu des maçonneries de façade pour accélérer l'évaporation de l'eau, Doublage avec vide d'air ventilé côté intérieur des murs.

**Merci pour votre écoute  
et votre participation active**