

PATHOLOGIES



Les pathologies structurelles

Fondations

Structures verticales

Structures horizontales

Charpentes

PATHOLOGIES

The background image shows the base of a building with a brick upper section and a concrete foundation. There is significant structural damage to the concrete, including crumbling and exposed rebar, indicating foundation pathology. The building is situated on a slope with some vegetation and a wheelbarrow in the foreground.

Les fondations

Le risque du sol

Les phénomènes pathologiques des fondations

Prévenir les risques de désordres

Le risque du sol

- Le sol d'assise des fondations est une écorce hétérogène (roches, couches compressibles, cavités...) au comportement variable.
- Un risque résiduel demeure de rencontrer lors de l'exécution des travaux un terrain d'une nature différente de celle qui résultait de l'étude géotechnique.

Le risque du sol

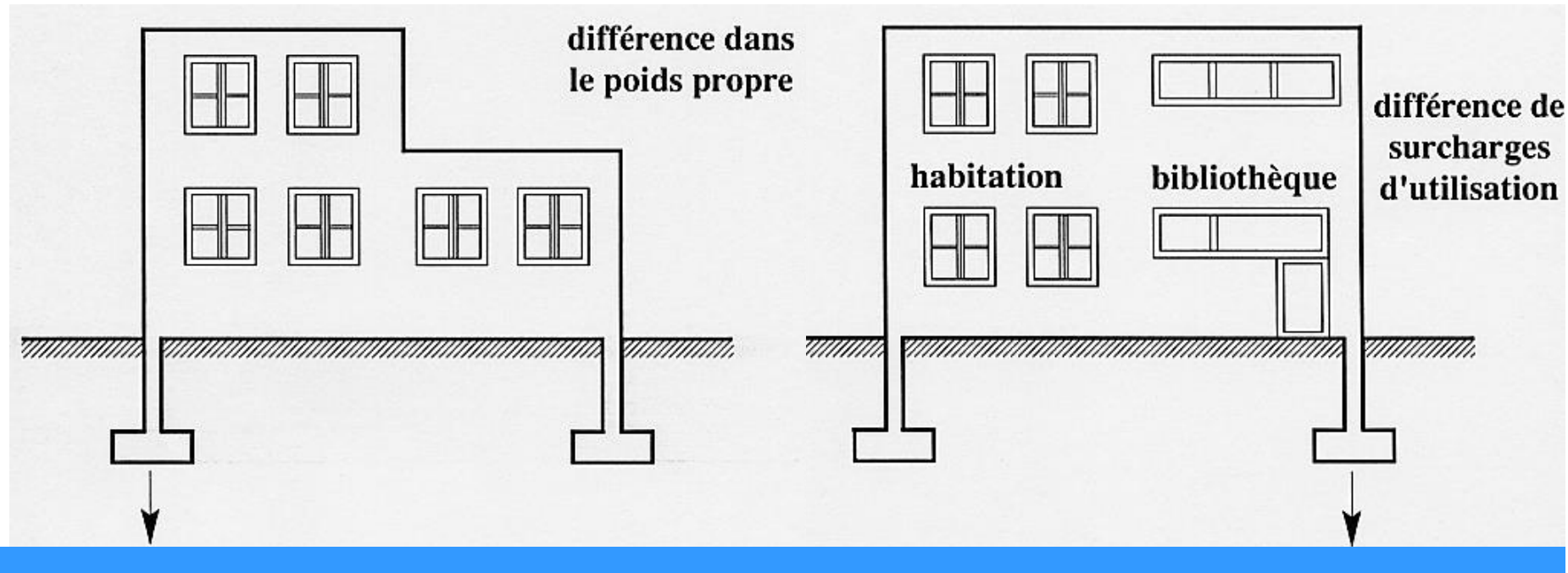
- **Défaut de reconnaissance du risque du sol**
 - Sondages insuffisants
 - Profondeur du sol d'assise
 - Limites de l'étude géotechnique...
- **Défauts de conception et de réalisation**
 - Choix du type de fondation
 - Dimensionnement des fondations,...
- **Perturbations de l'état d'équilibre dans le sol**
 - Surcharge : exploitation, extension, remblai, ...
 - Déchargement du sol : affouillement, tranchées, ...
 - L'eau, modification niveau nappe ...

Les phénomènes pathologiques des fondations



Le sol et la conception en cause

- Inégalité des charges supportées par les fondations
 - Sol homogène

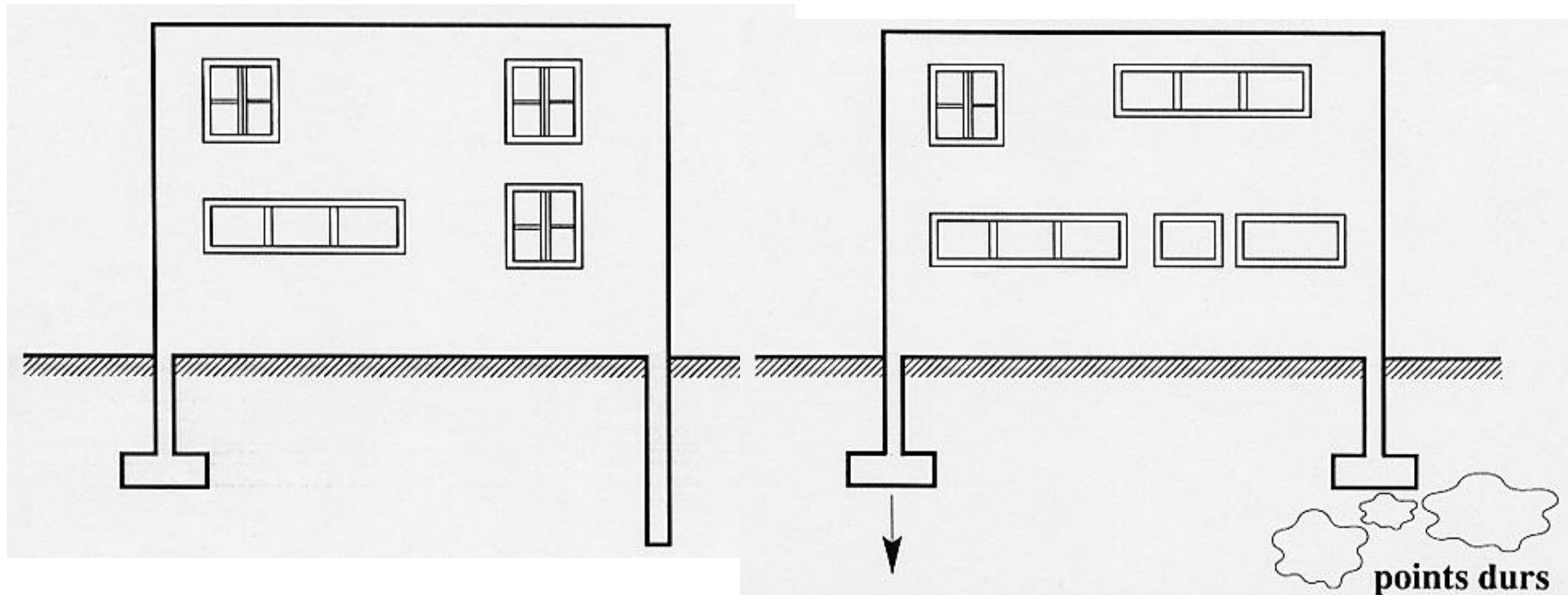


Tassement différentiel des fondations

Le sol et la conception en cause

- Fondations différentes
 - Type ou profondeur

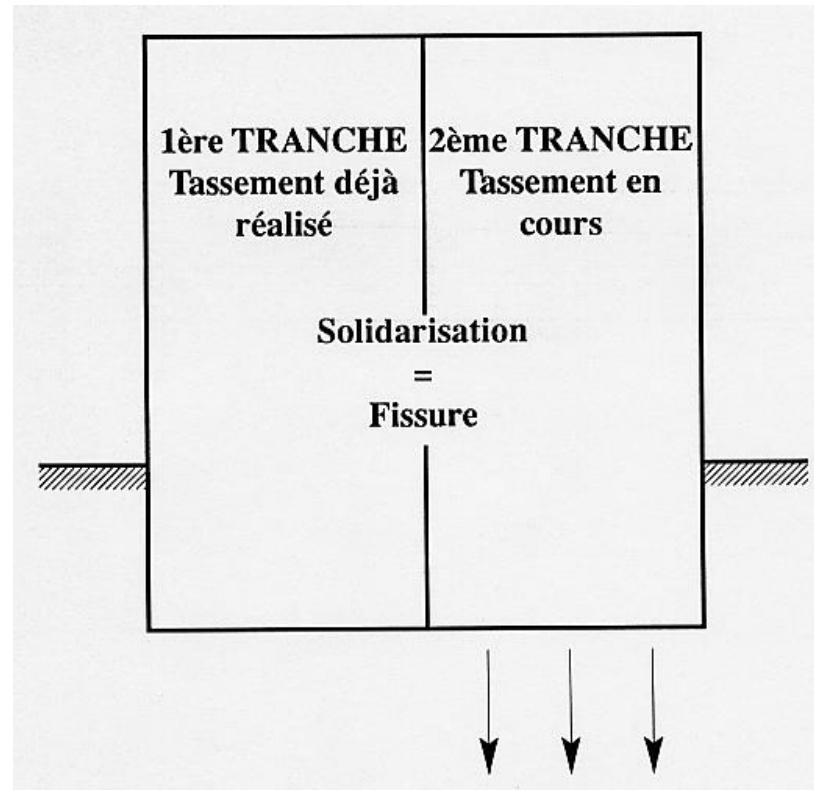
- Hétérogénéité du sol
 - Zone molle ou point dur



Tassement différentiel des fondations

Le sol et la conception en cause

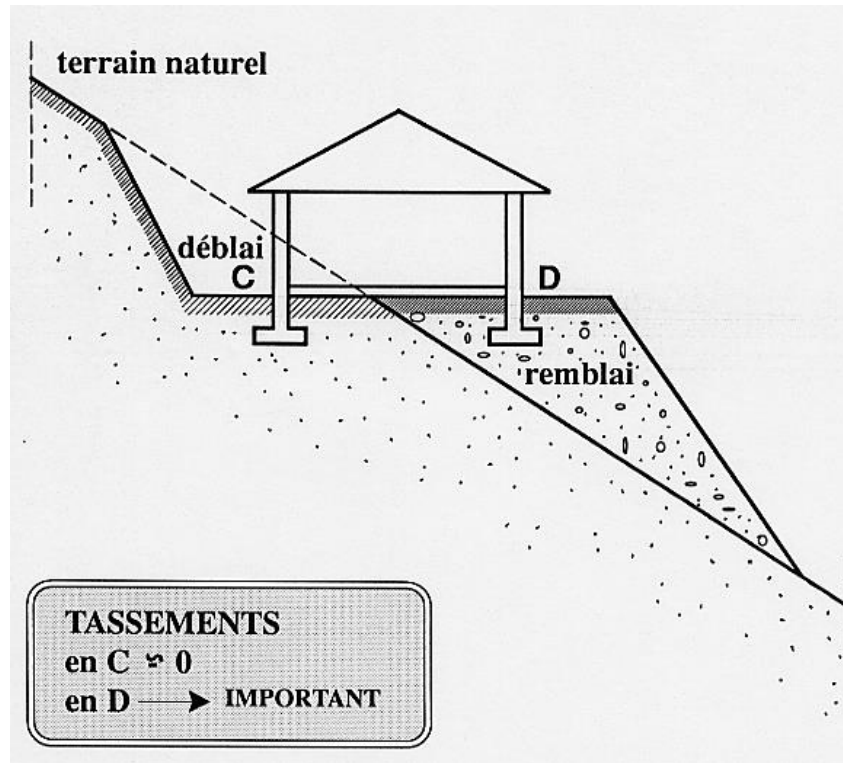
- Bâtiment construit en plusieurs tranches
 - Décalage des tassements dans le temps



Tassement différentiel des fondations

Le sol et la conception en cause

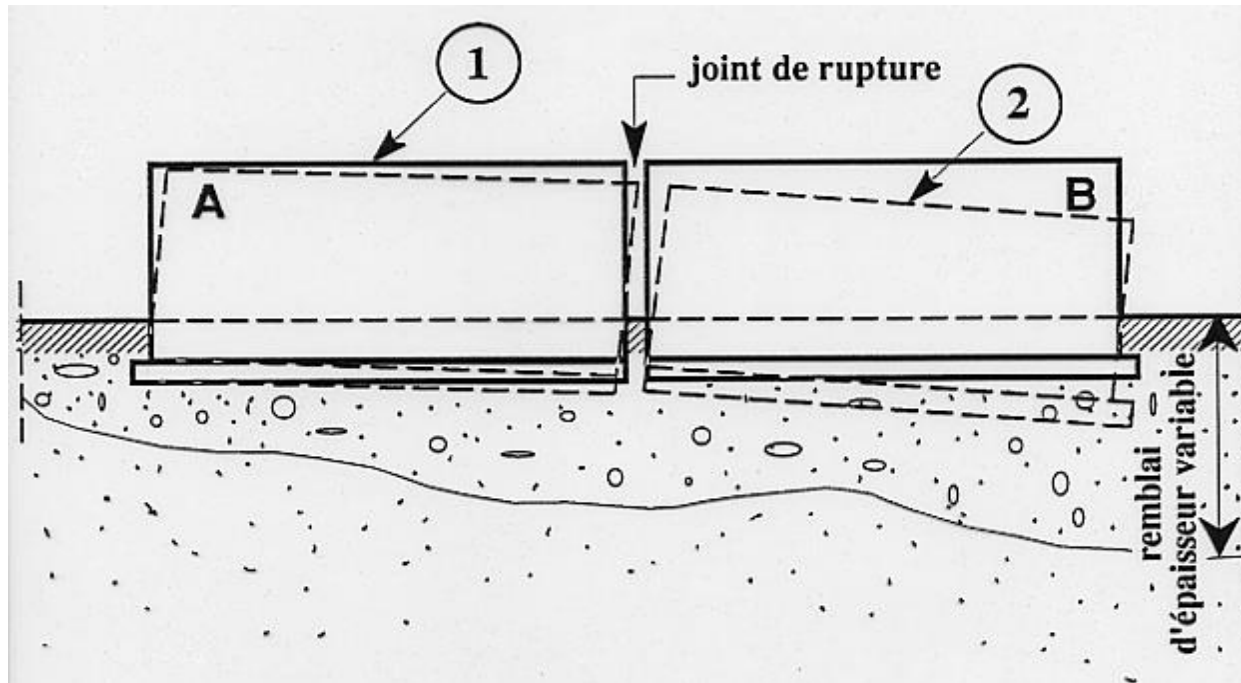
- Création d'une plate-forme sur terrain en pente
 - Déblais réutilisés en remblais



Tassement différentiel des fondations

Le sol et la conception en cause

- Strates ou remblais d'épaisseur variable ou hétérogènes

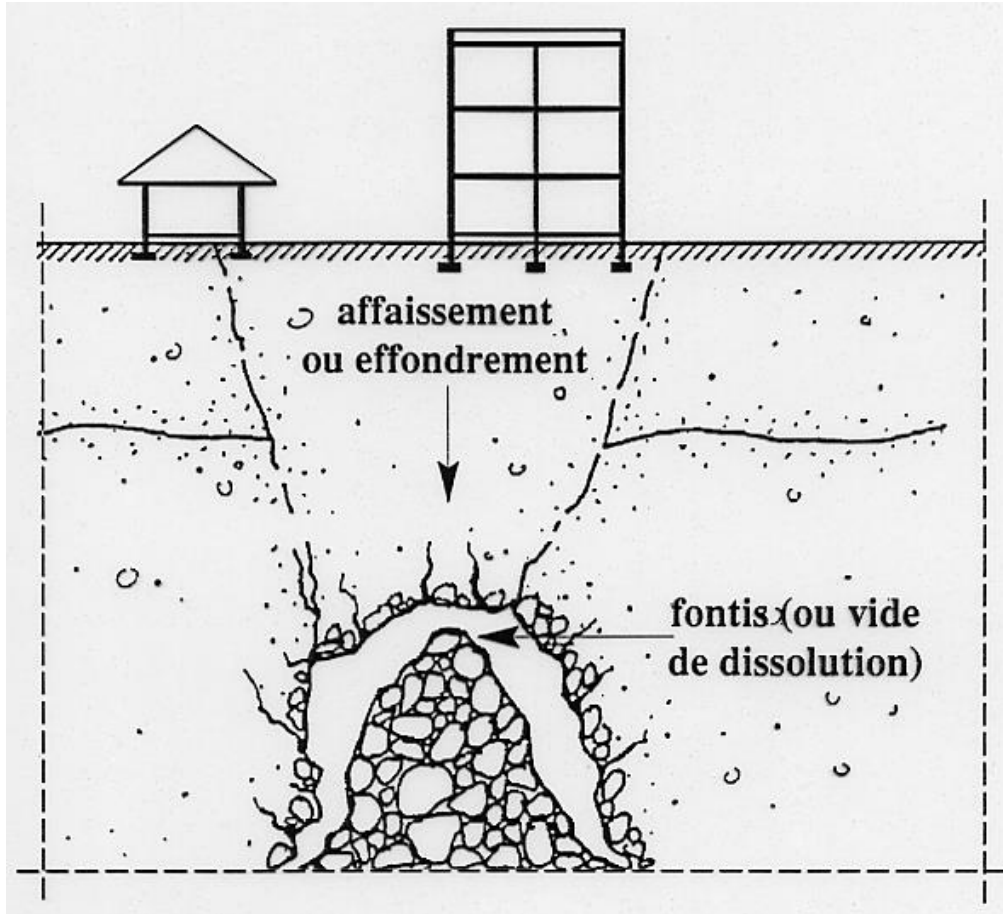


① Situation initiale ② Situation finale

Tassement différentiel des fondations

Le sol et la conception en cause

- Fondations sur terrain instable



Glissement superficiel de terrain

- Sol argileux en pente sur roches

Instabilité en profondeur

- Éboulement souterrain
- Carrières, mines, galeries
- Dissolution gypse, saline, ...

Tassement différentiel des fondations

La mise en œuvre en cause

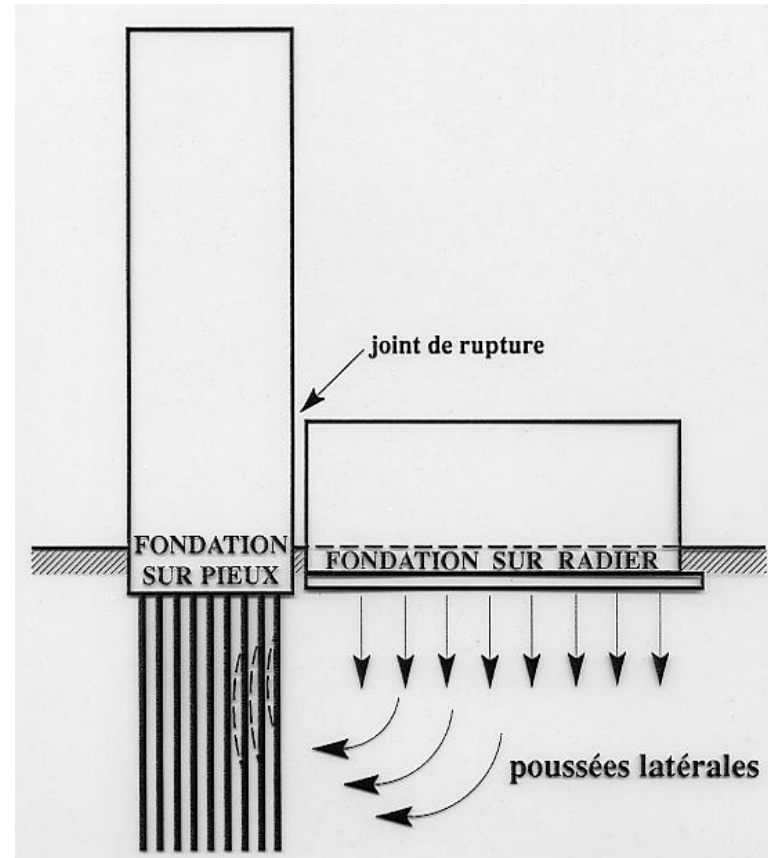
- Les malfaçons graves sur les fondations
 - Le défaut d'horizontalité des fondations
 - L'erreur de niveau du sol d'assise réelle
 - Le non respect des plans d'exécution
 - Dimensionnement, position et nombre des armatures
 - Le mauvais dosage des bétons
 - Le choix de constituants de mauvaise qualité ou inadapté
 - Le non respect des règles de mise en œuvre
 - Terrassements avec des matériaux inappropriés et mal compactés, fond de fouille défectueux
 - Suppression du béton de propreté, enrobage insuffisant, ...
 - La non prise en compte des conditions climatiques
 - Gel, pluie, venue d'eau, sécheresse
 - Les défauts de réalisation des fondations profondes
 - Profondeur insuffisante, coupure, étranglement, ...

L'environnement en cause

- **L'environnement initial...**
 - Milieux urbain ou rural
 - Agressivité des sols (naturelle ou liée aux activités environnantes)
 - Le climat (gel/dégel, saturation/évaporation...)
- **...Et son évolution**
 - Engins lourds ou vibrants, explosifs, battage de pieux
 - Travaux en sous-sol (galeries, égouts, ...)
 - Constructions voisines

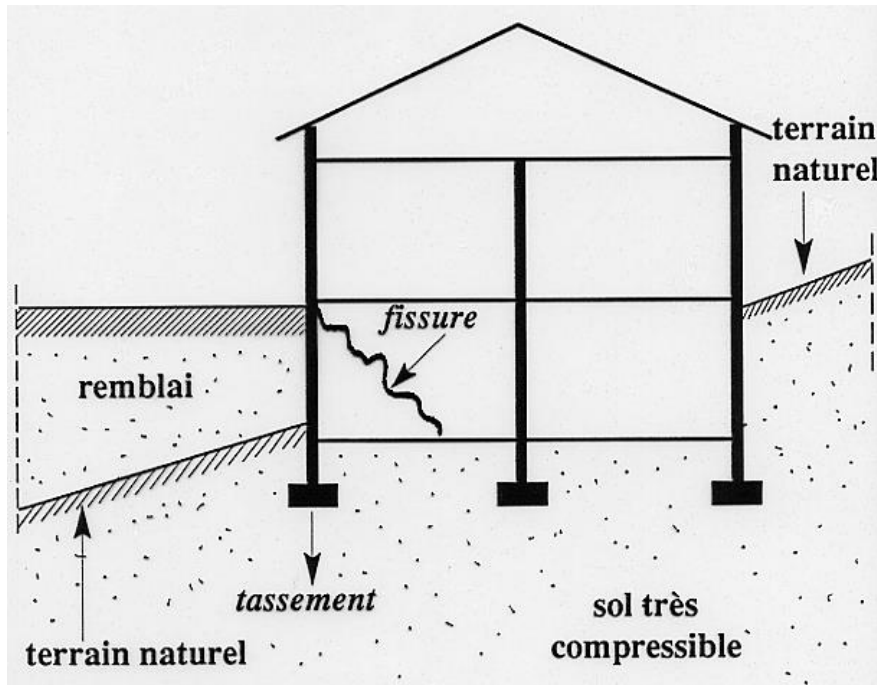
L'environnement en cause

- Les fouilles profondes ou reprises en sous-œuvre
 - Risques de déstabiliser le bâtiment
- Des contraintes supplémentaires (construction voisine)
 - Tassements des fondations adjacentes
 - Poussées latérales sur des pieux (flambage)

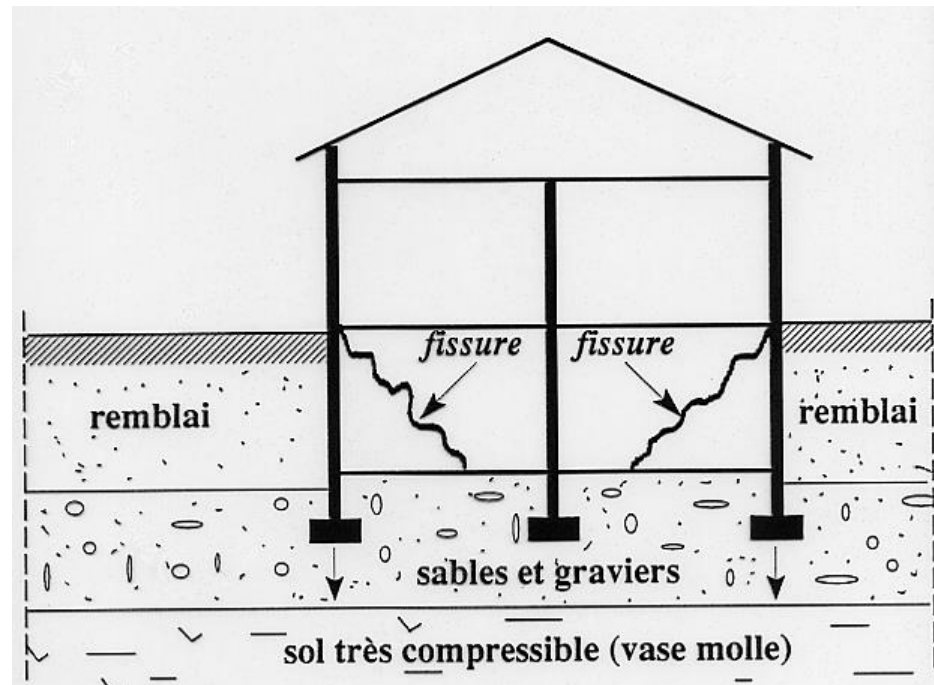


L'environnement en cause

- Les remblais récents



Sur un côté

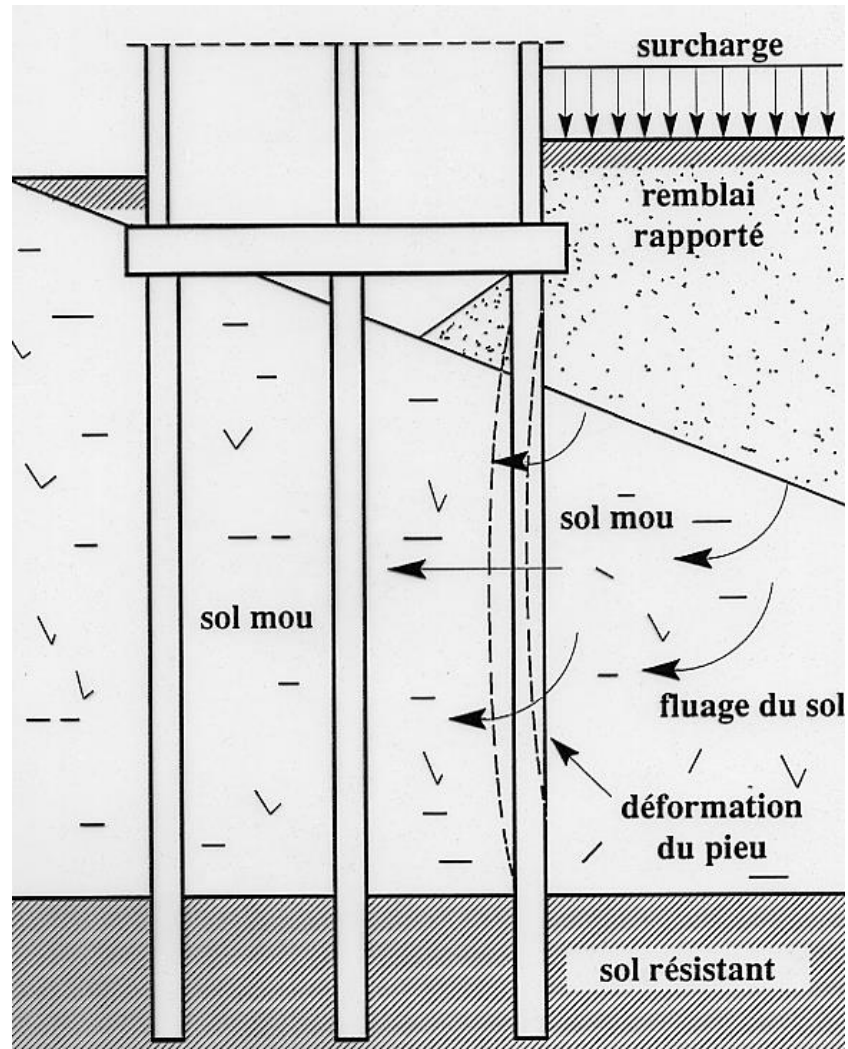


Sur le pourtour

Tassement différentiel des fondations

L'environnement en cause

- Les remblais récents



L'eau en cause

- **L'eau perturbe la résistance à la compression des sols**
 - **Affouillements de fondations superficielles ou non protégées**
 - **Ruissellement en surface, rupture de canalisation**
 - **Soulèvement par poussées hydrostatiques (Archimède)**
 - **Nature du sol, variations du niveau de la nappe phréatique...**
 - **Soulèvement au gel et enfoncement au dégel**
 - **Expansion de l'eau entre les grains fins**
 - **Tassements, glissements, gonflements**
 - **Variation de la teneur en eau**

L'eau en cause

- Les infiltrations en sous-sol enterré



Absence de cuvelage
Drainage défectueux
Remontées capillaires

L'eau en cause

- **Les eaux agressives détériorent les fondations**
 - **Pourrissement des pieux en bois**
 - **Variation d'humidité, champignons**
 - **Corrosion des pieux métalliques**
 - **Voisinage de produits chimiques**
 - **Désagrégations du béton (ciment inadapté)**
 - **Dé lavage liant (eau pure), sels (sulfates, chlorures, nitrates), acides (CO₂)**

L'eau en cause

- Les eaux agressives détériorent les fondations

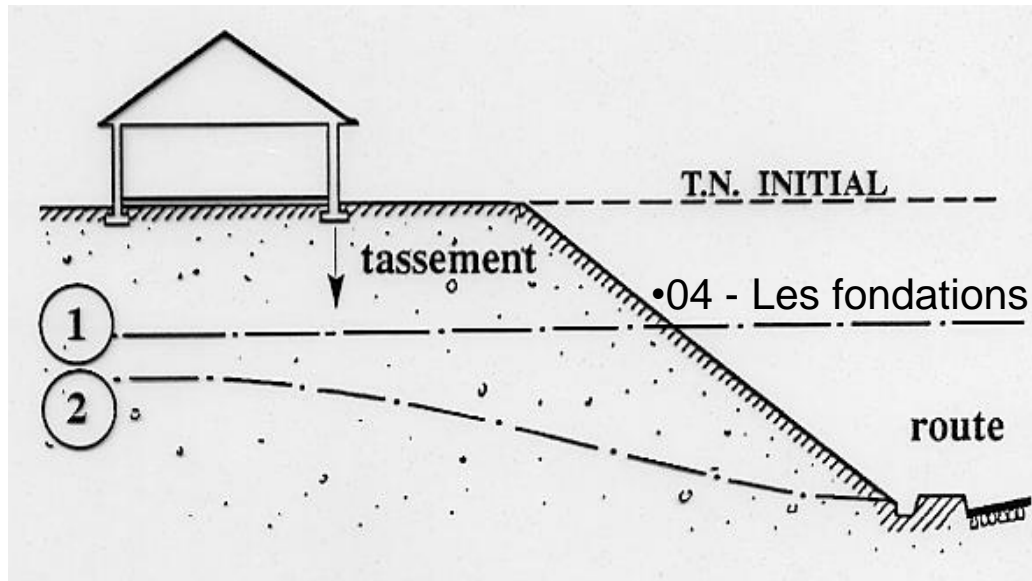


Soubassement en béton

- Nids de cailloux
- Remontées d'humidité
- Désagrégations

L'eau en cause

- Les modifications du niveau de la nappe
 - Par pompage de l'eau
 - Par réalisation d'une fouille à proximité

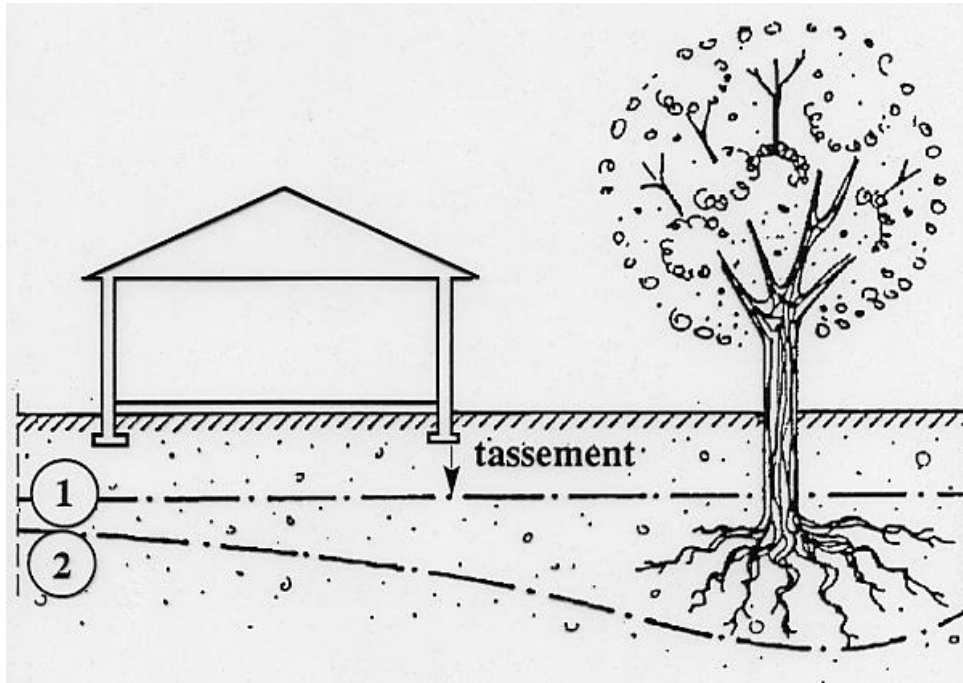


① Nappe initiale ② Nappe après création route

Tassement différentiel des fondations

L'eau en cause

- Les modifications du niveau de la nappe
 - Par la végétation

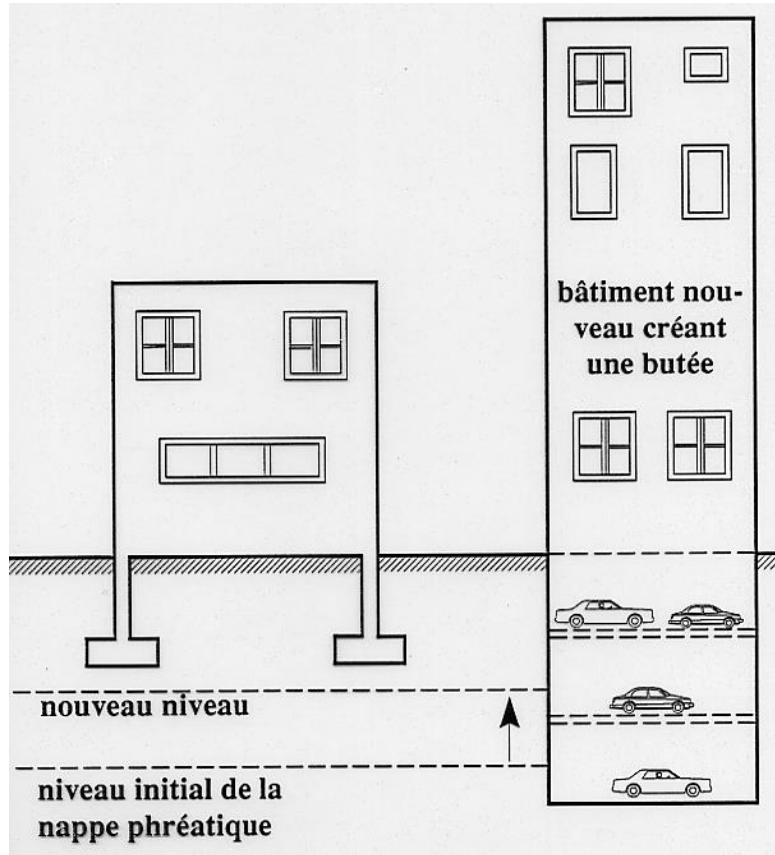


① Nappe initial ② Nappe après période sèche

Tassement différentiel des fondations

L'eau en cause

- Les modifications du niveau de la nappe
 - Par une butée aux eaux de ruissellement (remontée nappe)

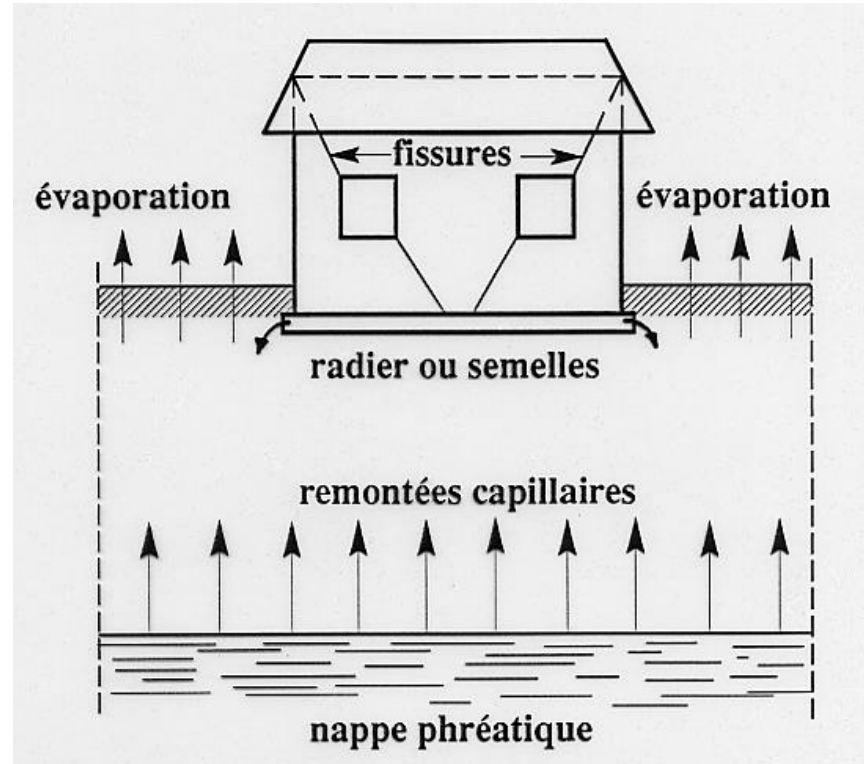


Tassement par modification de la consistance du sol d'assise

L'eau en cause

- Les sols très sensibles à la teneur en eau
 - Le tassement, glissement ou les coulées de boue (argileux)
 - Le gonflement (pluie) et le retrait (sécheresse) des sols

Argile gonflante



L'utilisation en cause

- **Les modifications de destination du bâtiment**
 - L'augmentation des charges d'utilisation (stockages lourds)
 - Une surélévation sur des fondations inadaptées
 - Une extension mitoyenne qui surcharge les fondations adjacentes
 - L'installation de machines vibrantes sans désolidarisation
 - Une extension en sous-sol sous les fondations
 - Etc...

Tassements différentiels et fissuration



Prévenir les risques de désordres des fondations

- **Dès le stade de la conception**
 - Bonne connaissance du sol (documents, sondages, essais in-situ et en laboratoire)
 - Calcul des fondations (charges totales bâtiment et surcharges d'utilisation et climatiques)
- **Exécution soignée et matériaux de qualité**
 - Qualité des fouilles
 - Ciments et dosages adaptés
 - Ferrailages suffisants (nombre, diamètre, position)
 - Connaissance du climat (gel, dessiccation, ...)

Prévenir les risques de désordres des fondations

- **Entretien préventif des réseaux d'eaux**
 - Surveillance étanchéité (potable, pluviales, usées)
 - Obstruction, suintement, fuite (fente, casse, poreux)
 - Pour éviter les agressions des fondations et de déséquilibrer le sol d'assise
- **Apprécier les incidences des modifications**
 - Descentes de charges (restructurations, surélévations, ouvertures)
 - Affouillements des zones comprimées (fouilles VRD, variations nappe phréatique)
 - Surcharges du terrain (remblais, extensions)

PATHOLOGIES

Les structures verticales

Les murs

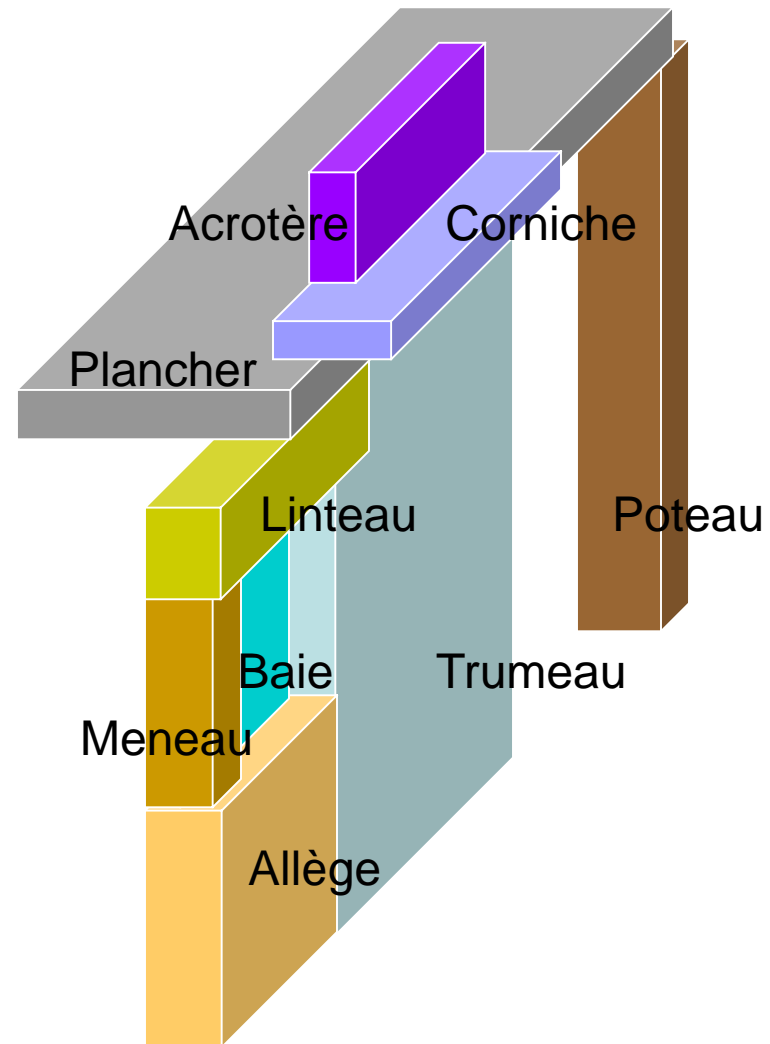
- fissuration
- déformation

Les poteaux

- en bois
- en béton armé
- métalliques

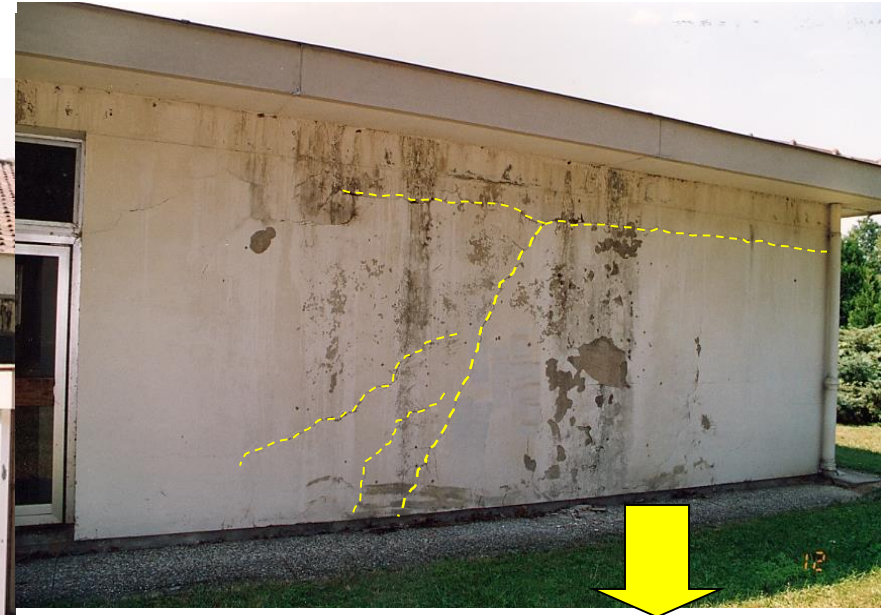
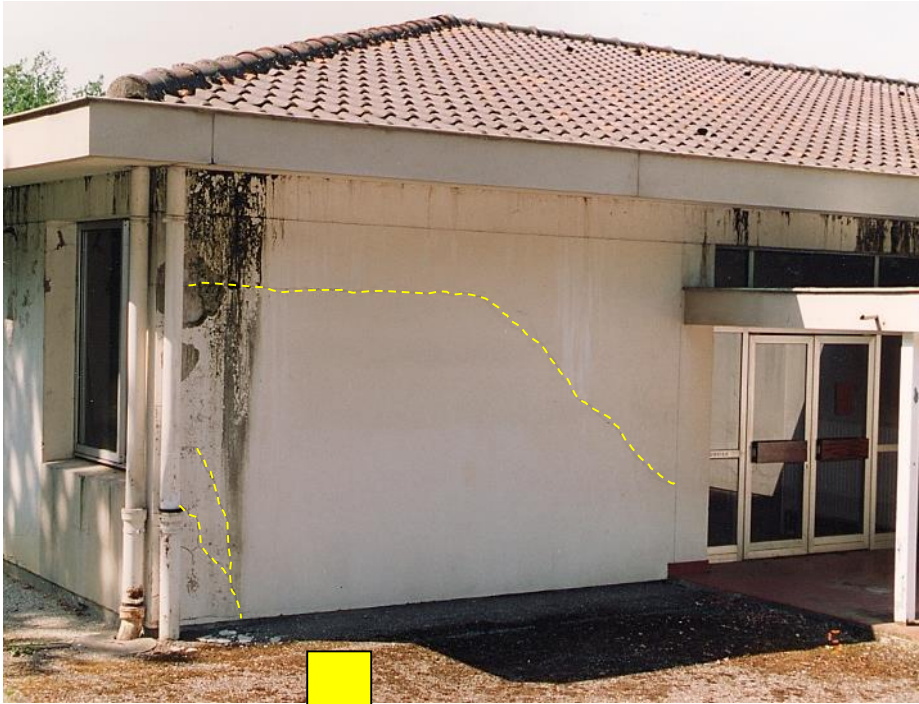
Les structures verticales

- Murs
- Poteaux
- Éléments hauts des murs



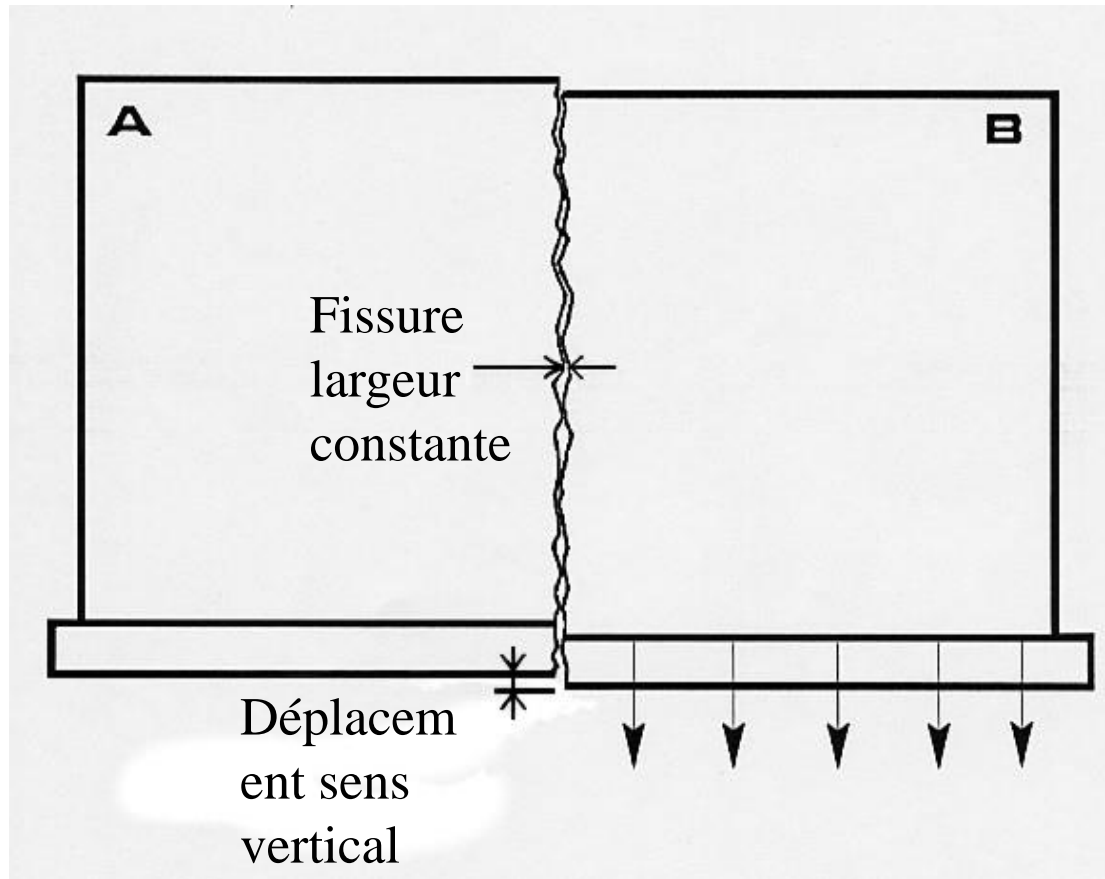
Les fissurations des murs

- Par le tassement des fondations



Tassements différentiels et fissuration

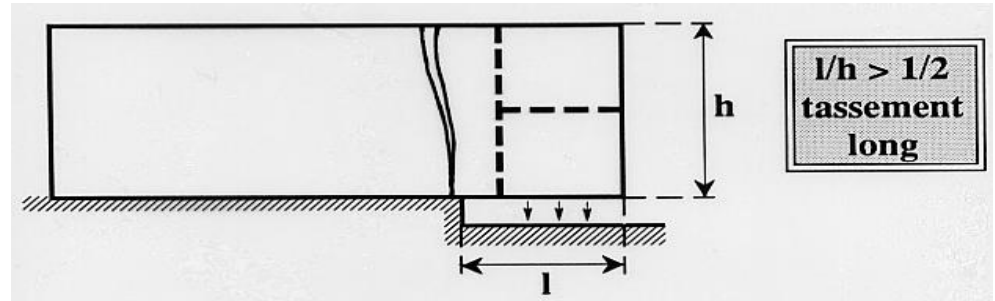
- Fissure verticale



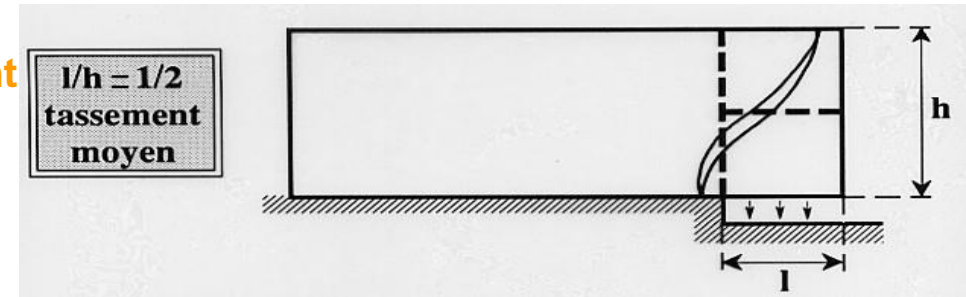
Le tassement d'extrémité du mur

- L'allure de la fissure caractérise le tassement des fondations

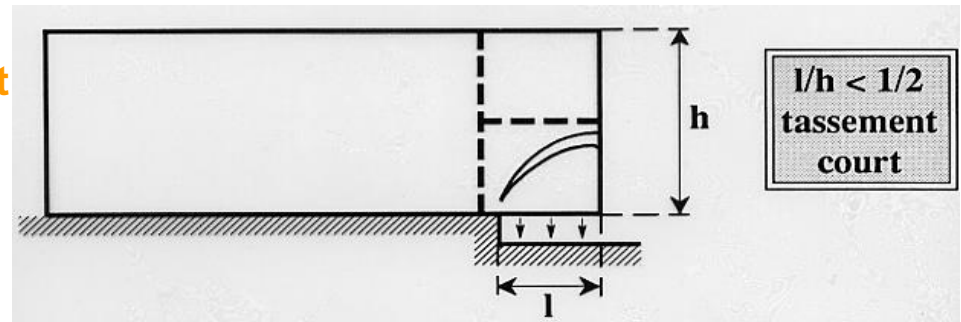
Inclinaison à l'opposé du tassement
Démarrage vertical
Ouverture maximum en haut (V)
Courbure inversée, inflexion = $h/2$



Inclinaison dans le sens du tassement
Ouverture maximum au milieu
avec inclinaison à 45°
Courbure inversée, inflexion = $h/2$
Cas fréquent

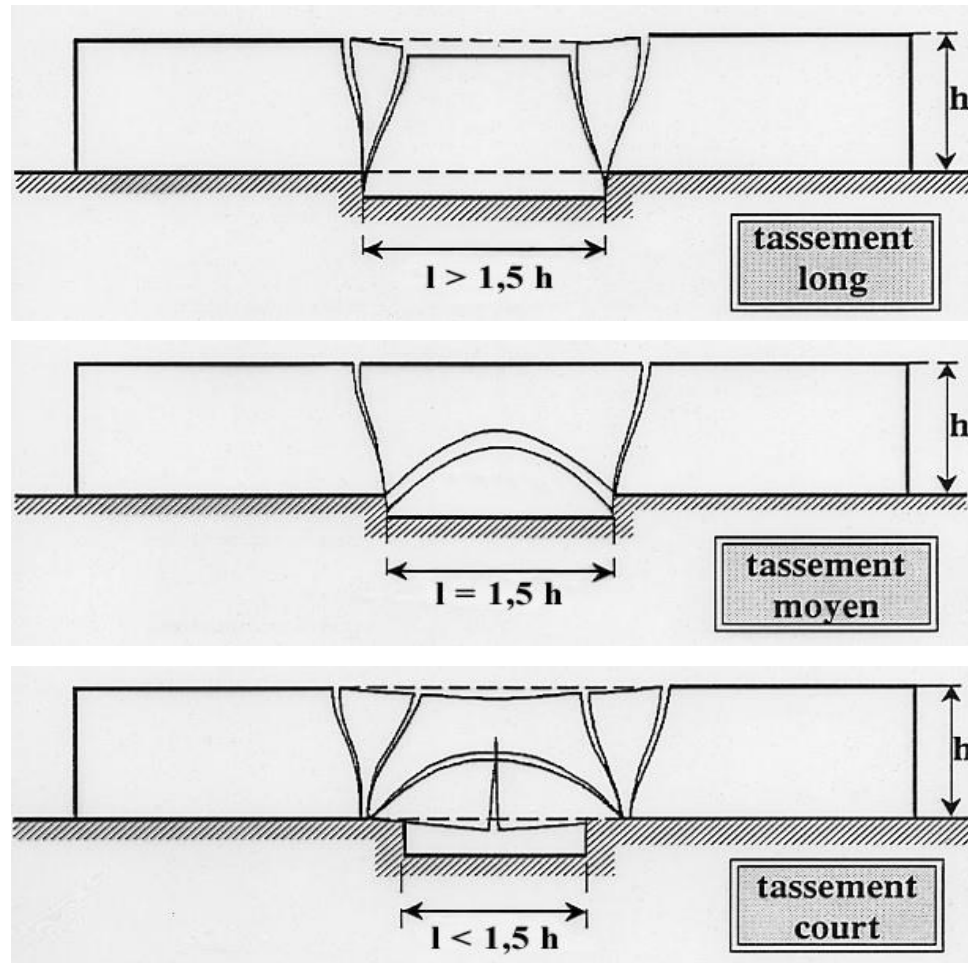


Inclinaison dans le sens du tassement
Ouverture sur le bord vertical
Allure 1/2 parabolique
Cas fréquent



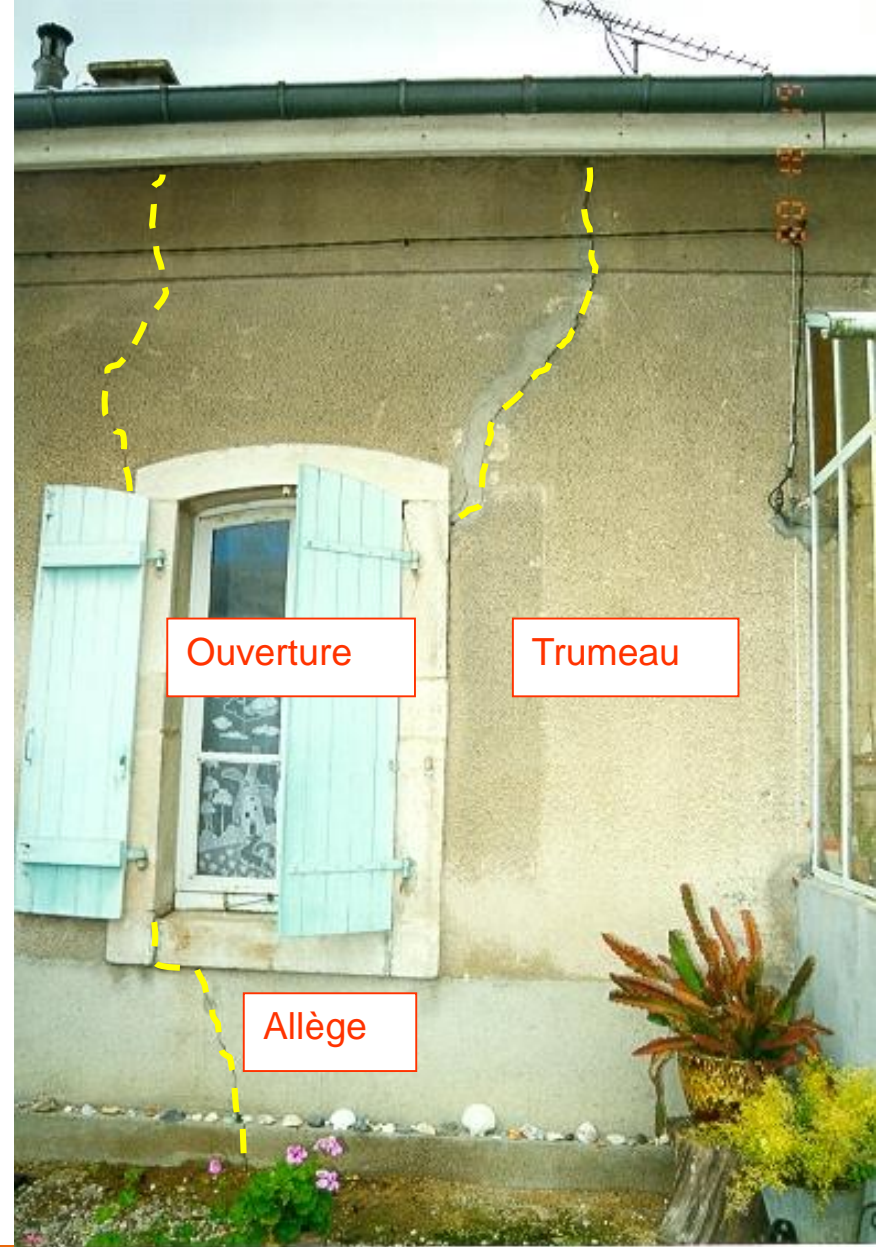
Le tassement intermédiaire du mur

- L'allure de la fissure caractérise le tassement des fondations



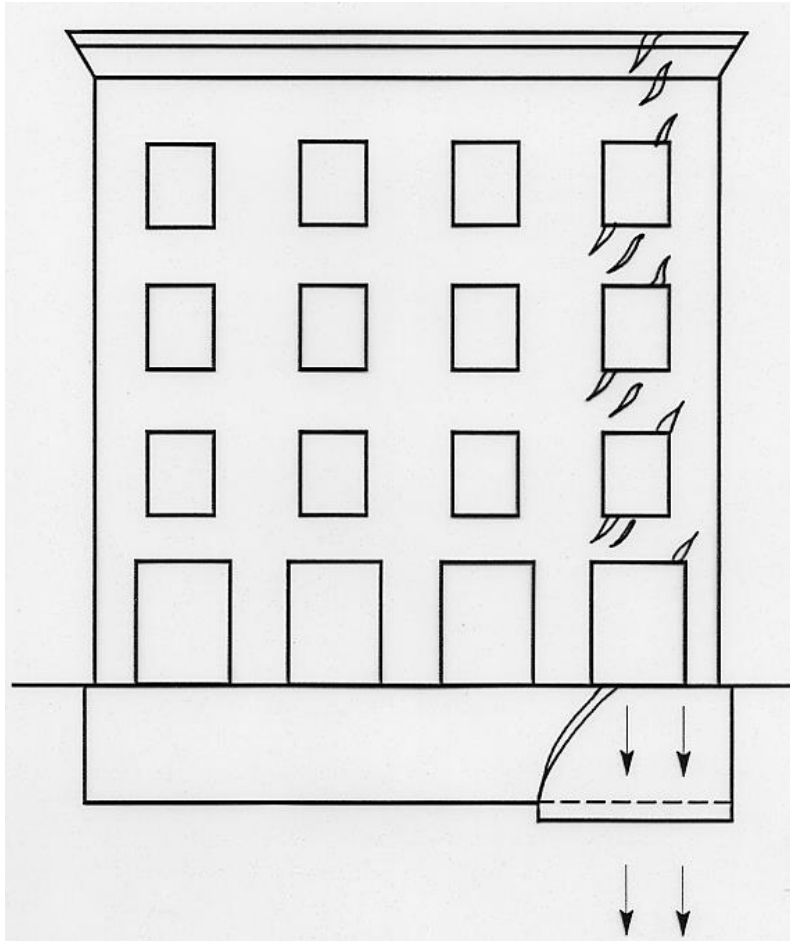
Le tassement intermédiaire du mur

Les fissures suivent les lignes de moindre résistance



Le tassement d'extrémité d'une façade

- Les fissures suivent les lignes de moindre résistance



Les ouvertures
et les allèges
(de alléger du latin léger)

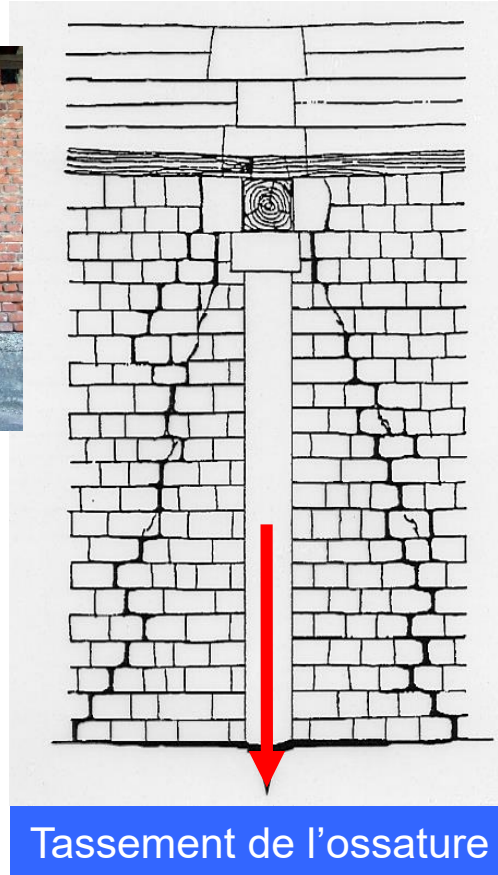
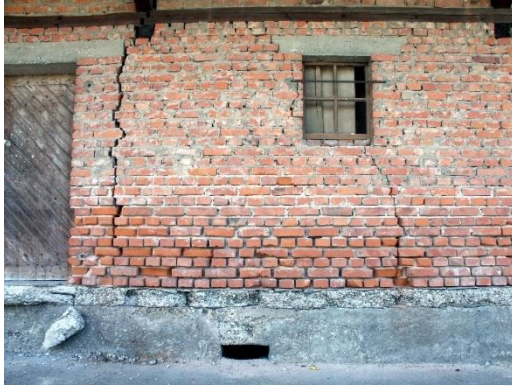
Autre cas :

« La fissure verticale »
ou

Le joint de tassement
entre deux bâtiments
de poids différent

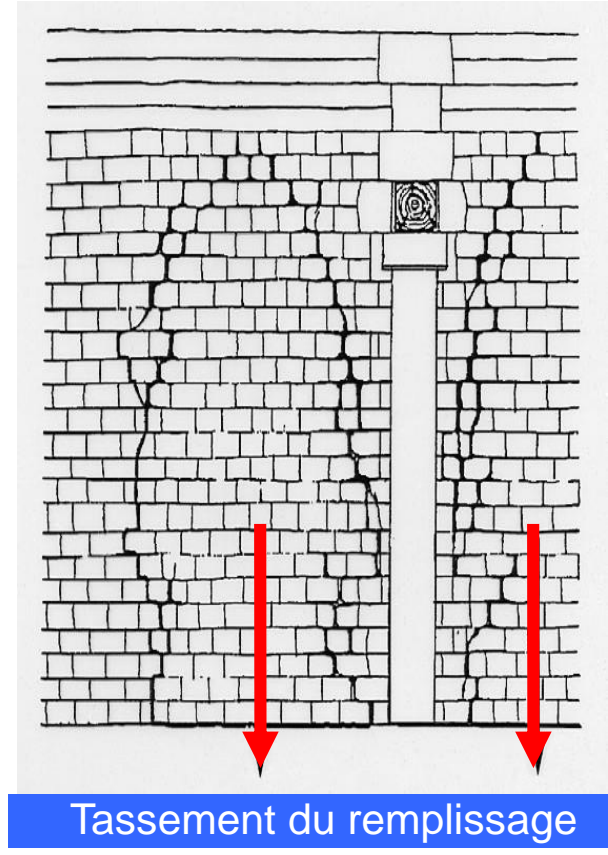
Le tassement ossature / remplissage

- L'allure des fissures verticales caractérise le tassement



Tassement de l'ossature

(direction tête ossature)

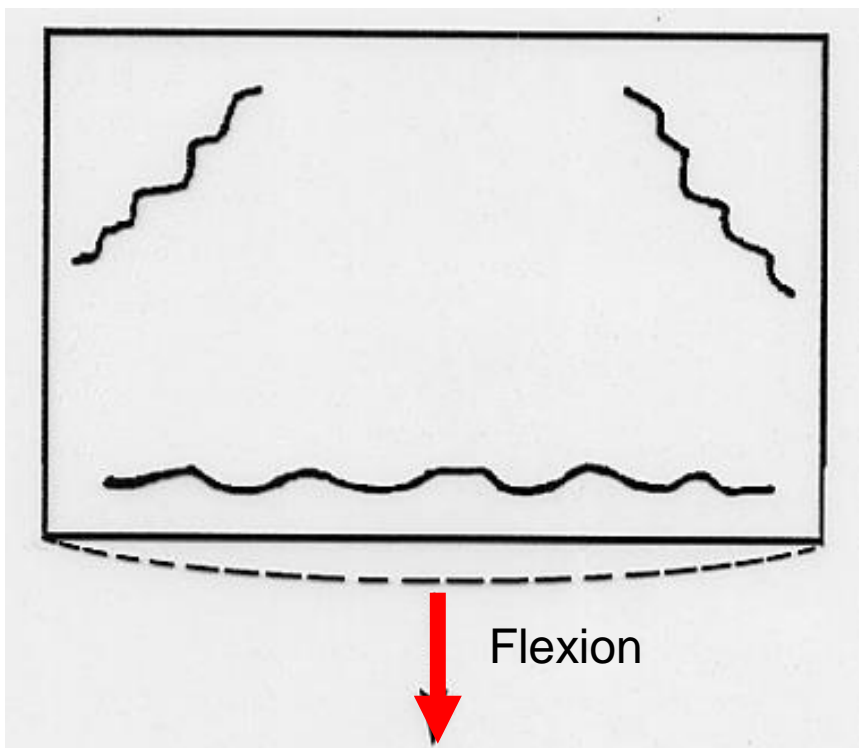


Tassement du remplissage

(direction pied ossature)

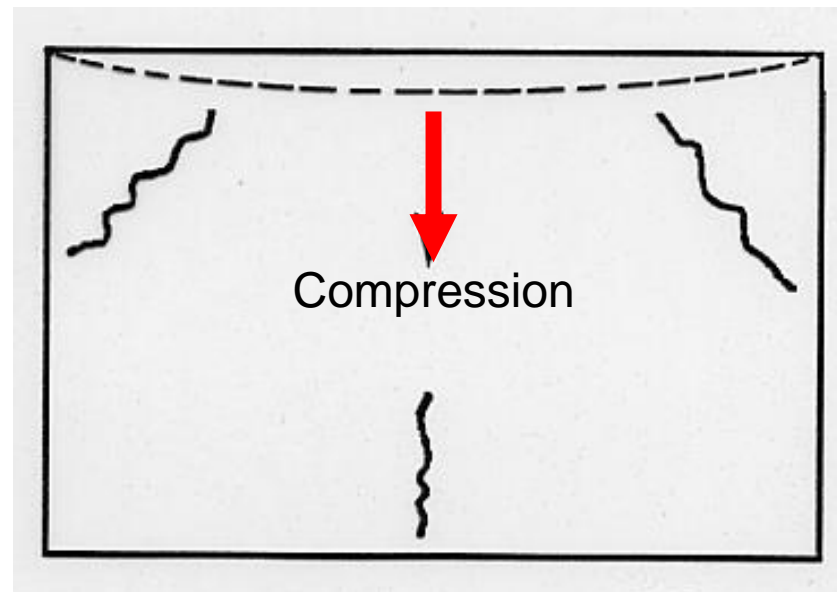
Les déformations des supports

- Du support inférieur



Fissure horizontale en pied de mur
Fissures d'angles selon rigidité

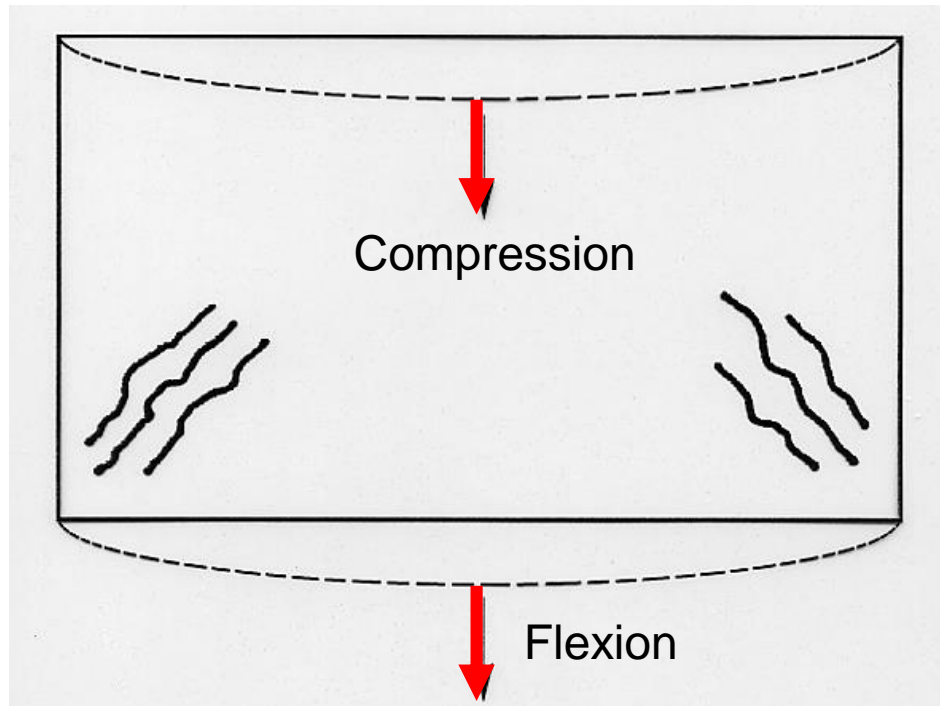
- Du support supérieur



Fissures verticales au milieu en bas
Fissures d'angles selon rigidité

Les déformations des supports

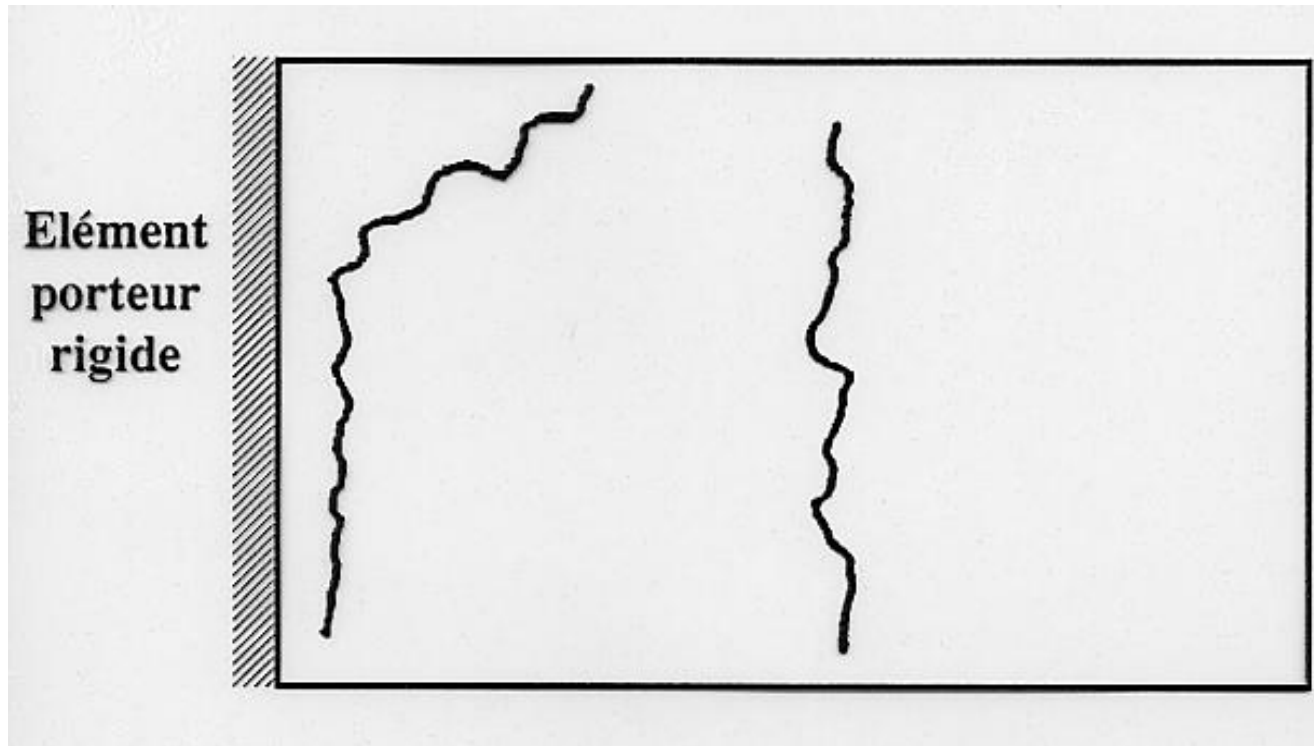
- Des supports inférieur et supérieur (équivalence)



Fissures dans les angles bas du mur

Les dilatations et les retraits thermiques

- Les fissures verticales



Au jonction rigide

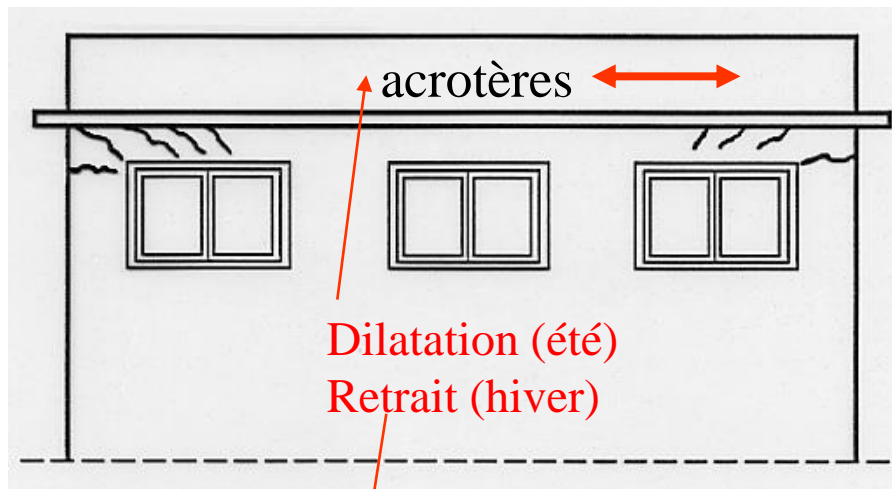
Dans la longueur

Les dilatations et les retraits thermiques

- De la toiture terrasse

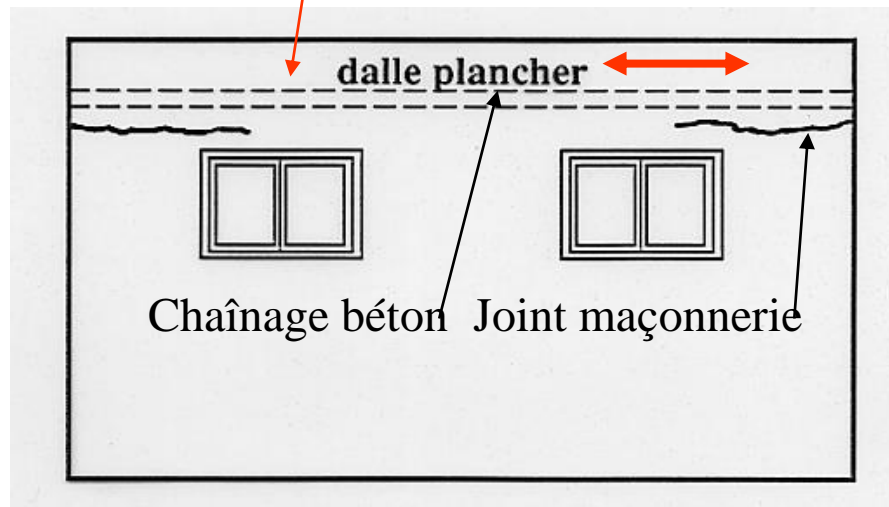
Fissures en hachures
des angles du mur

Cisaillement de la liaison
sous le chaînage en béton



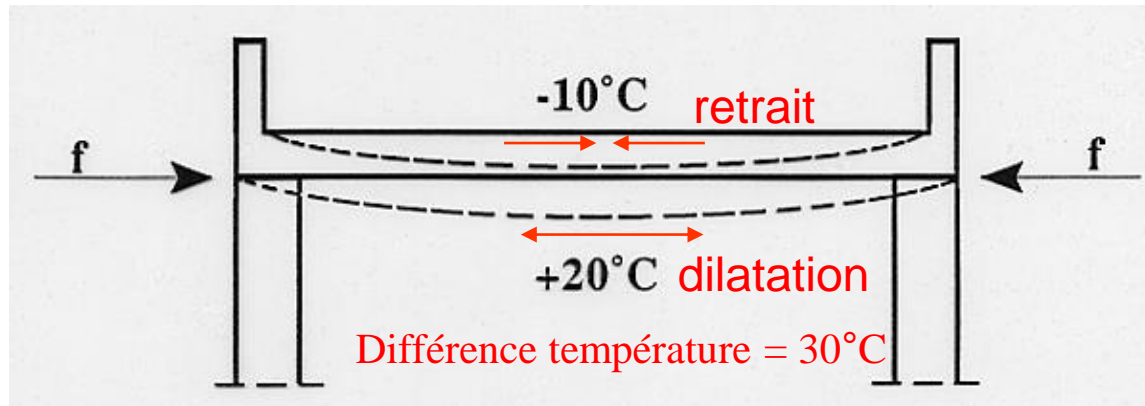
Fissures horizontales
des angles du mur

Cisaillement de la liaison
de la dernière rangée
de joint de la maçonnerie

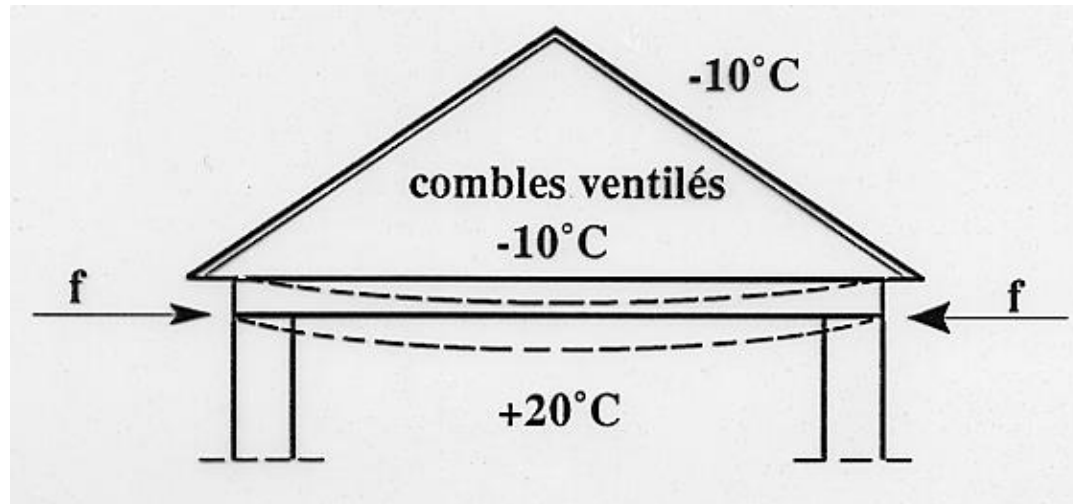


Les dilatations et les retraits thermiques

- L'accentuation de la rotation (flèche fluage) des appuis du plancher du dernier niveau

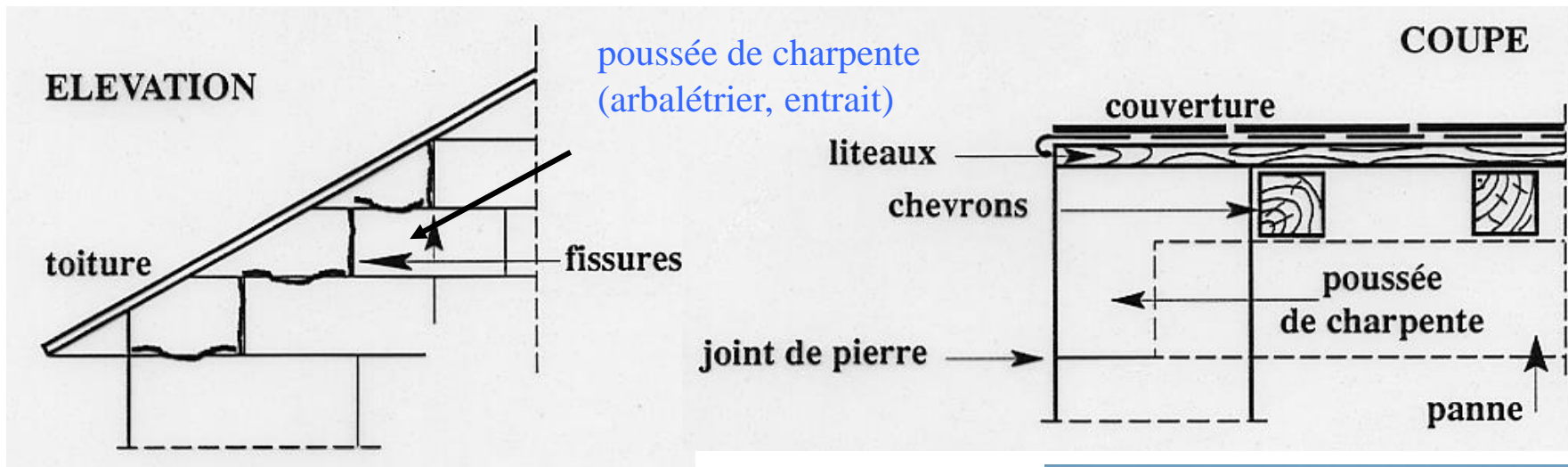


Fissures horizontales en façade (nez de plancher)



Les fissurations par poussées

- Les poussées de charpente ou de voûte



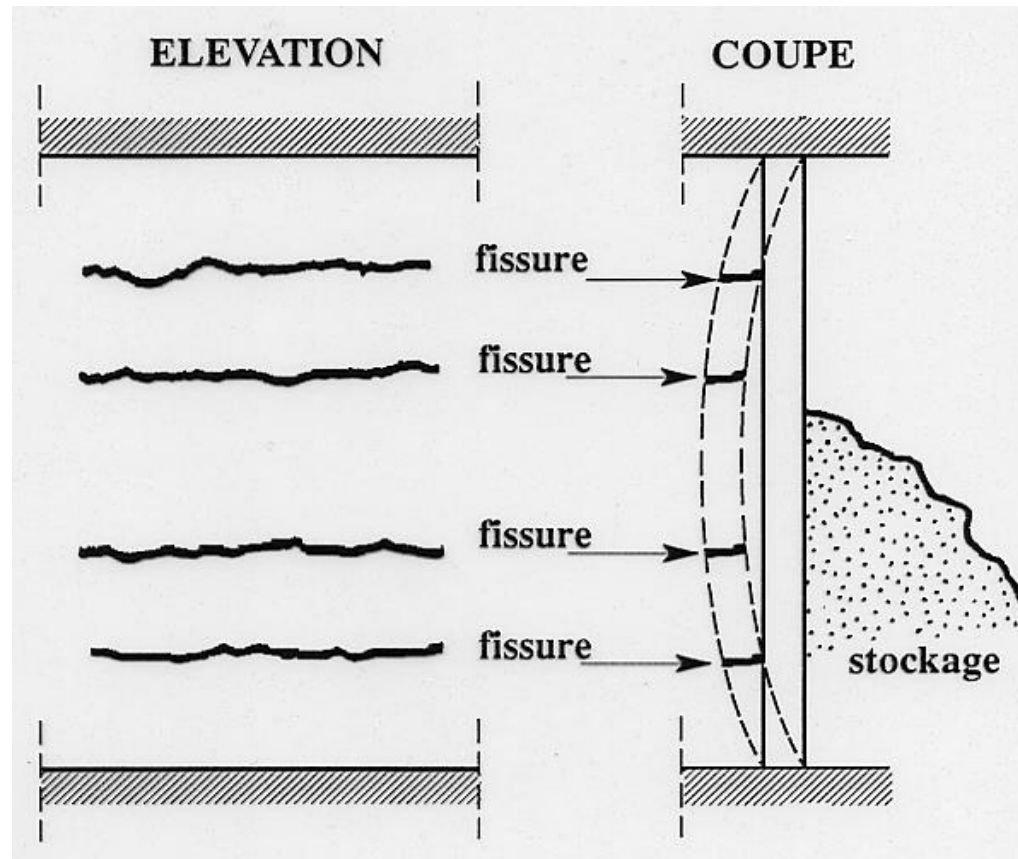
Décollement des joints de maçonnerie
(fissures en escalier)

Rupture d'un linteau en grès
(assemblage blocs, défaut d'appui)



Les fissurations par poussées

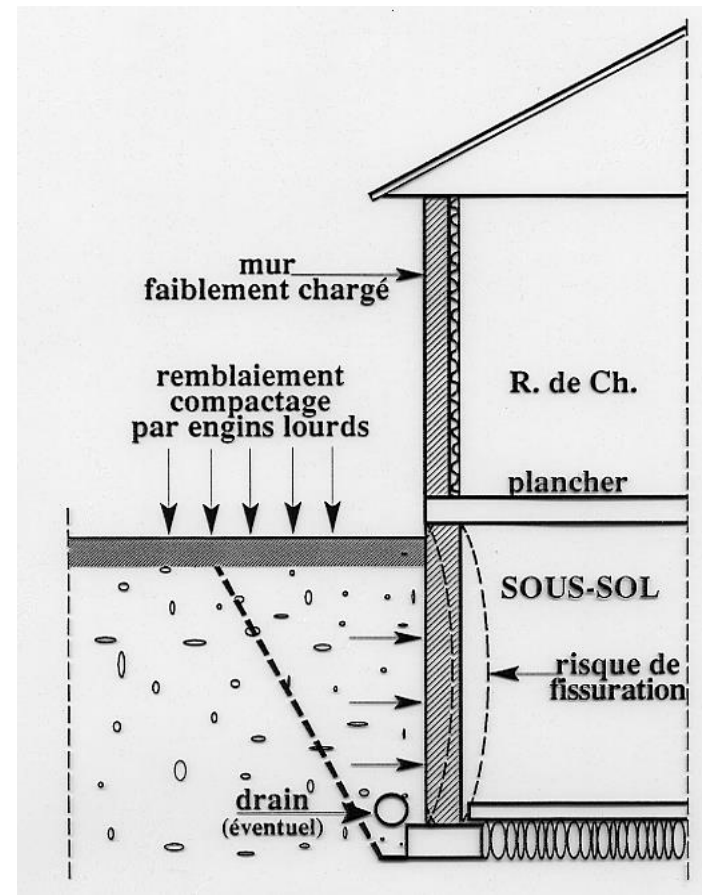
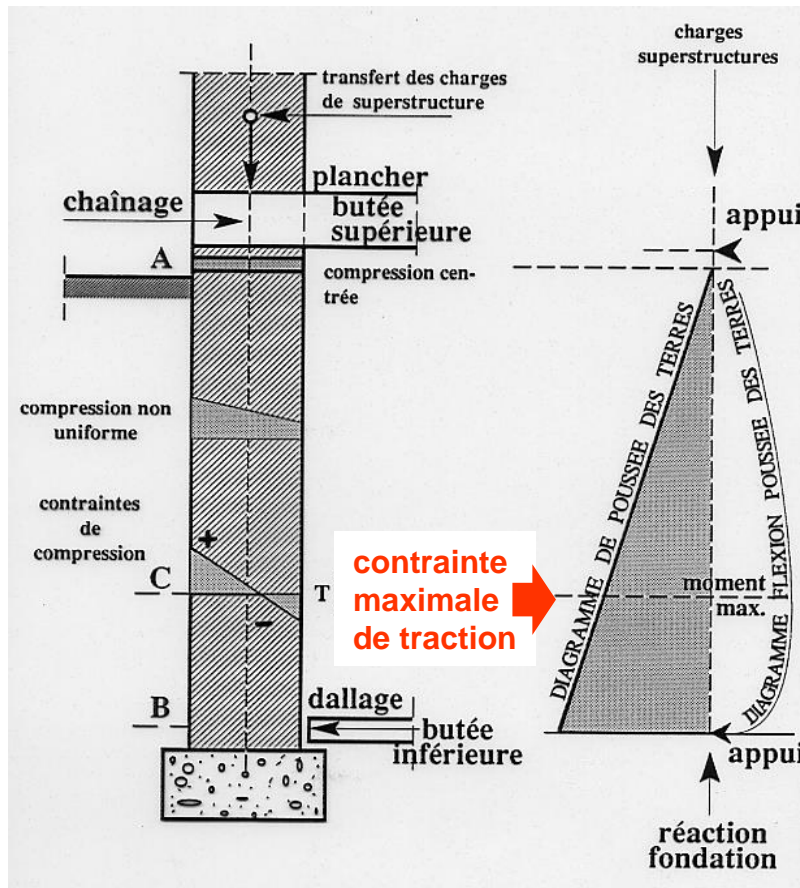
- Les poussées de stockage de matériaux (sel, terre, ...)



**Fissures horizontales du mur
(flambement)**

Les fissurations par poussées

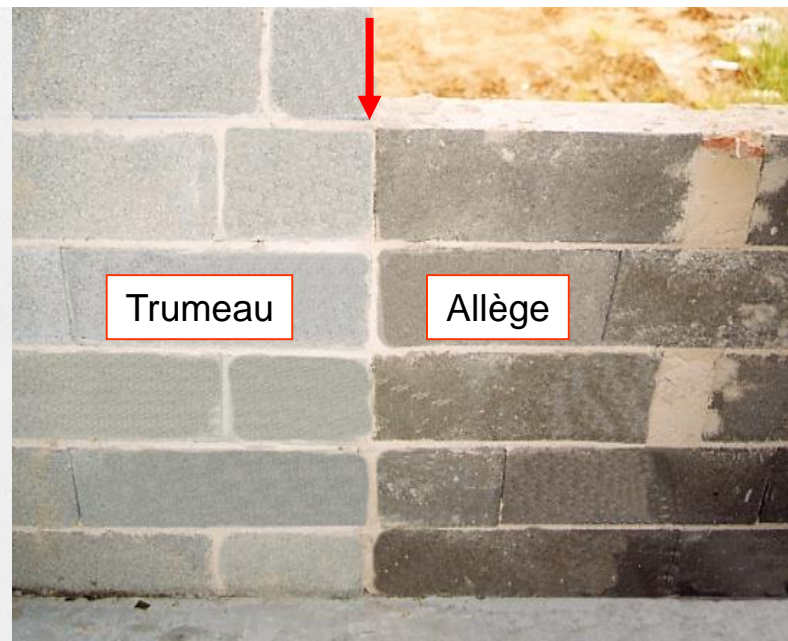
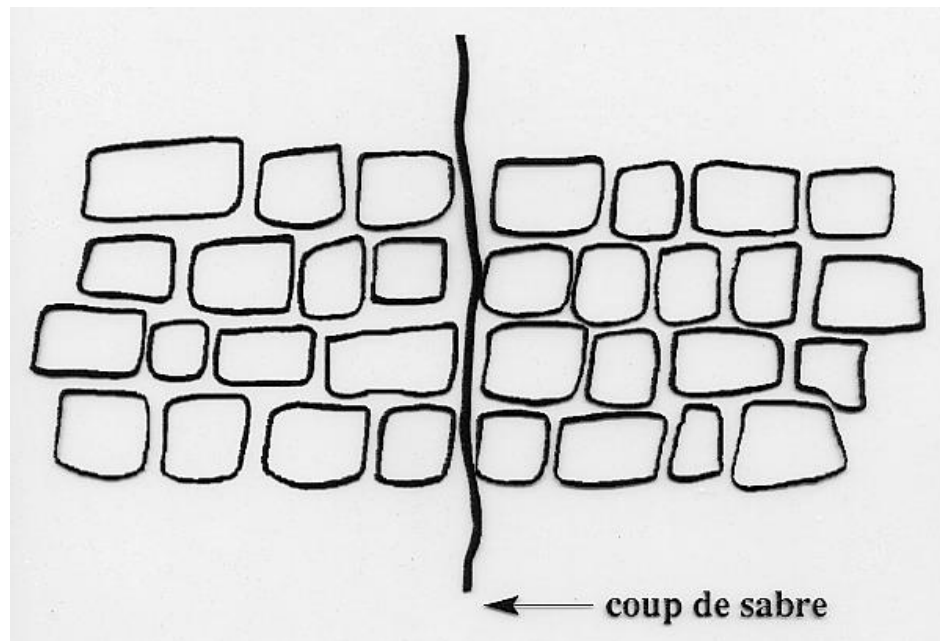
- Les poussées de terre sur les murs enterrés



Fissures horizontales du mur (face opposée à la poussée)

Le coupe de sabre

- Fissure verticale des joints alignés de toutes les maçonneries

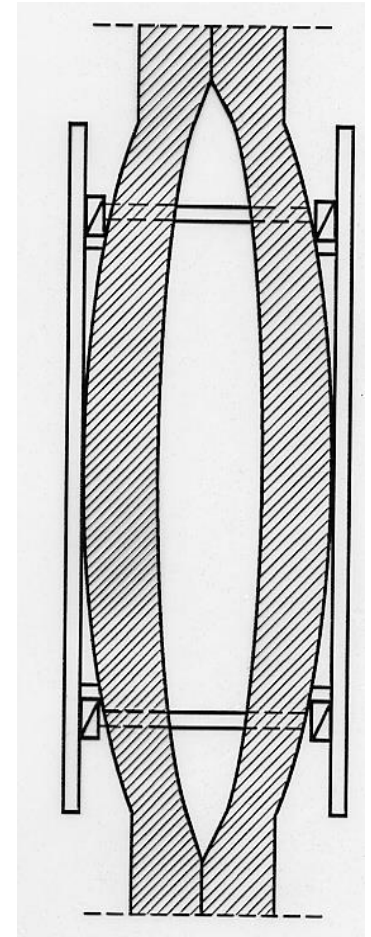


Les blocs creux ou pleins
(croisement mini 1/3 longueur)

Ligne de moindre résistance

Les déformations des murs

- **Le bouffement d'un mur composite**
 - Flambage opposé des parois désolidarisées
 - Causes :
 - Charges excessives
 - Pénétrations d'eaux pluviales
 - Remède : étaielement, boutisse, tirant
- **Le ventre d'une façade**
 - Faux-aplomb vers l'extérieur
 - Causes :
 - Appuis planchers, poussée naissance comble
 - Cloche entre le Rdc et le 1er étage (courant)
 - Déficience d'ancrage des planchers (poussée)
 - Déficience de tirant (façade non porteuse PL)
 - Déficience de chaînages verticaux (coutures)
 - Remède : étaielement, tirant, reprise des liaisons



Bouffement étayé

Les déformations des murs

- Le bouffement d'un mur composite en pierres



Maçonnerie porteuse



Sans boutisse



Flambage

L'effondrement d'un mur

- **Se prémunir d'un risque majeur**
 - **Sauf cause accidentelle (incendie, explosion, choc, séisme, ...)**
 - **Diagnostic des signes avant-coureurs visibles**
 - **Larges fissures, grandes déformations, ...**
 - **Remèdes appropriés**
 - **Mesures conservatrices immédiates (étaisements)**
 - **Consolidation définitive**
 - **Les défauts de conception**
 - **Contreventement insuffisant, sous-dimensionnement, mauvaise assise, matériaux inadaptés, ...**
 - **Les surcharges d'utilisation**
 - **L'aggravation des désordres persistants**
 - **Évolution sous-estimée, réparation inadaptée, désintérêt, ...**

Les désordres des poteaux

En bois

En béton armé

Métallique



Les désordres des poteaux en bois

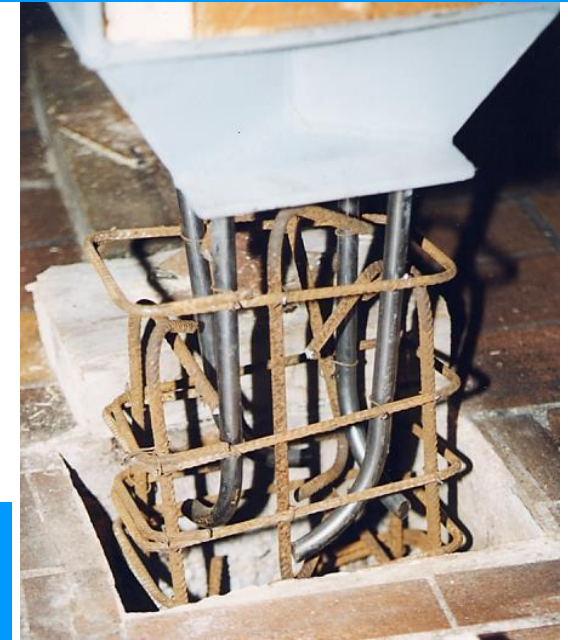
- L'affaissement par la pourriture du pied au contact du sol
 - Décomposition chimique par l'eau et les champignons

Pied de poteau encastré



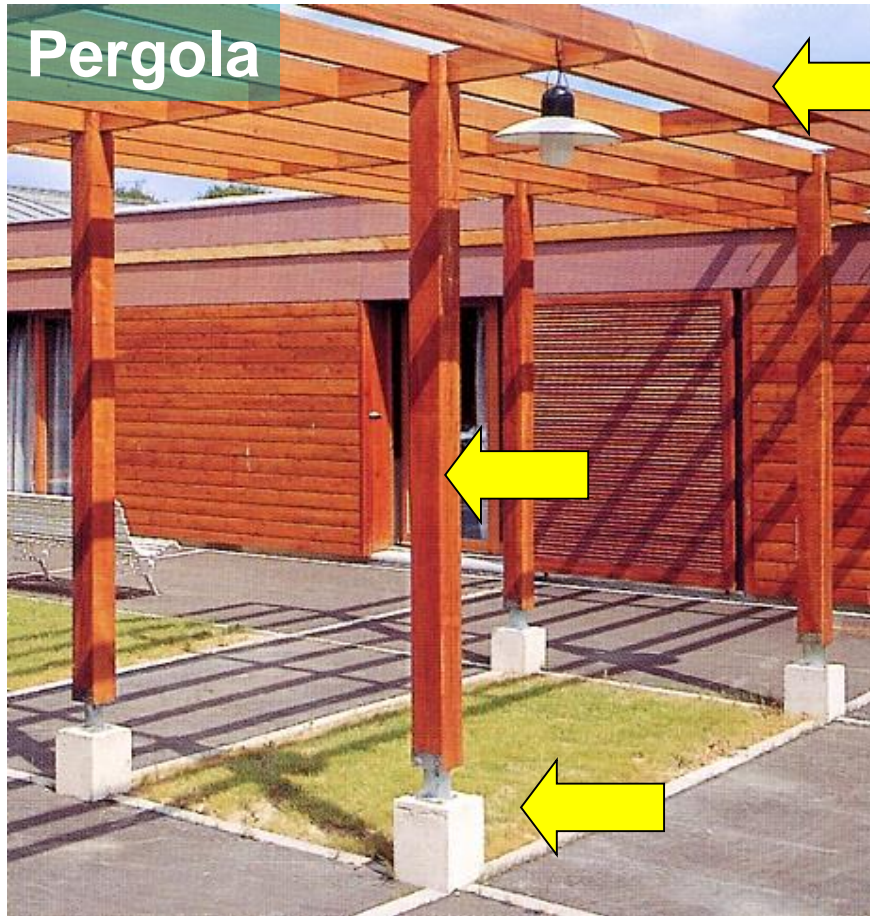
La pourriture lamellaire
Petites fibres lisses ou striées

Étrier sur socle en béton



La protection des poteaux en bois

- « Un bon chapeau et de bonnes bottes »
 - Évacuation rapide des eaux de ruissellement



Pente, capotage champs
(éviter stagnation horizontale)

Arrondir arêtes vives
(moins recouvertes,
dégarnissage rapide)

Poteau sur socle béton
(contact au sol > 20 cm)

Les poteaux en béton audacieux

- Le risque de flambage par une conception complexe



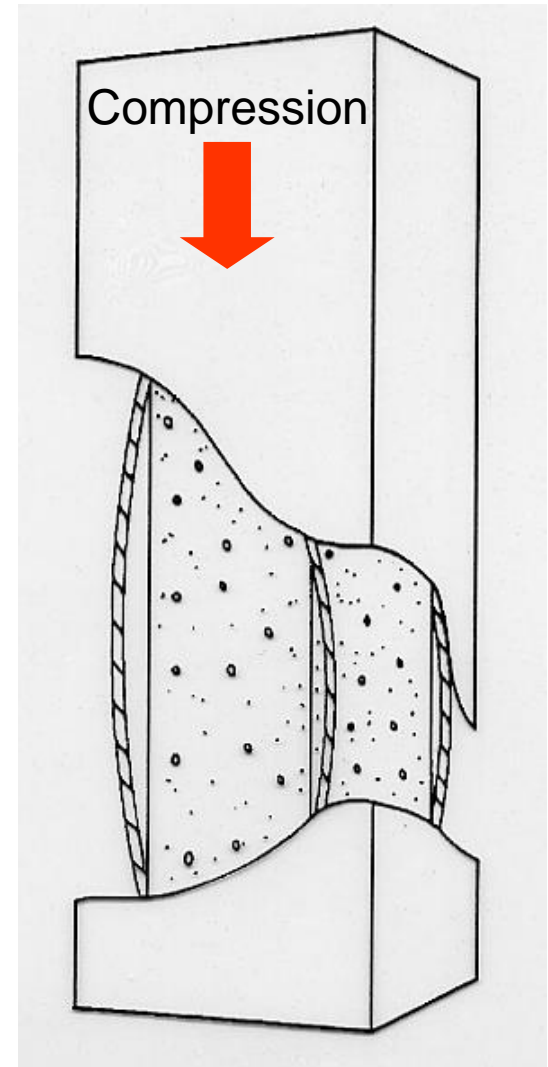
Les désordres des poteaux en béton

- Les fissurations horizontales du béton
 - Les efforts de traction (soulèvement des poutres)
 - Les efforts horizontaux (dilatation de plancher, retrait de poutre)
 - Le flambement du poteau (surcharge)
 - Les porte-à-faux importants
 - Les poussées de voûtes déséquilibrées
- Les éclatements du béton par surcharge (ci-après)
- Les épaufrures du béton par le gel
- Les nids de cailloux
 - La ségrégation (séparation) des agrégats par défaut de malaxage (cailloux au pied, zone de moindre résistance)
 - La gelure superficielle du béton désagrégé lors du dégel et de la dessiccation

Les désordres des poteaux en béton

- **Les éclatements du béton par surcharge**
 - Déformation en tonneau des armatures longitudinales (angles)
 - Fissuration puis éclatement des enrobages de béton
 - Corrosion des armatures nues
 - Cause : absence de cadres d'armatures transversales (frettage)

Flambement des armatures longitudinales dans un poteau en béton armé



Les désordres des poteaux métalliques

- La corrosion du métal par les sels



Délitage des ailes des
profilés
(lamelles)

La corrosion des aciers

- **La corrosion**

- Formation de rouille
 - Brun-roux
 - Oxyde ferrique hydraté à l'air humide
- Réduction section d'acier



- **L'enrouillement**

- Altérations protection anticorrosion de la structure métallique
- Cloquage, craquelage, écaillage, farinage



La corrosion des métaux

- **Corrosion physique**
 - Par érosion (sédiments et grande vitesse eau)
 - Par cavitation (vaporisation eau)
 - Par frottement, etc.
- **Corrosion chimique**
 - Irrégularités de l'alliage (aciers), inclusions d'impuretés
 - Dépôts de fabrication (calamine)
 - Par réaction d'*oxydoréduction* (électrochimique)
 - Corrosion du fer par l'oxygène (piqûre avec pustule orangée)
 - Corrosion acide (pH de l'eau trop faible)
 - Corrosion par couple galvanique (pile, potentiel dissolution électrique = cathode oxydant / anode réducteur)
 - Uniforme, piquûre, caverneuse, intergranulaire, sélective



La corrosion des poteaux métalliques



Corrosion chimique
(réduction section)

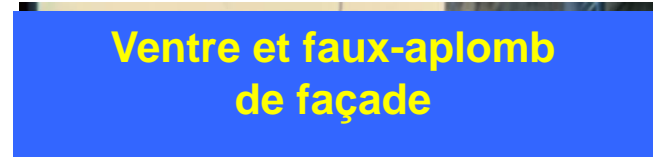
Les illustrations



Fissure en escalier
de tassement différentiel



Ventre des façades



Ventre et faux-aplomb
de façade



Les illustrations

**Tirant de renfort
pour ventre de façade**



**Fissure et flambage
du tableau baie
(appuis court linteau)**



**Flambage et éclatement
du tableau baie
(appuis court linteau)**

PATHOLOGIES



Les structures horizontales

Planchers

Poutres

Voûtes

Les désordres des planchers

- **Les plus courants**

- **Les déformations**

- Flèches excessives, dénivellations entre appuis
 - Décollements, défauts de planéité, dos d'âne, ...

- **Les fissurations**

- Angles, longitudinales, surface, sous-face

- **Les désagrégations**

- Pourrissement, attaques, corrosion

Les désordres des planchers

En poutrelles béton et hourdis

En béton armé plein, nervuré, sur terre-plein

En bois

Métalliques

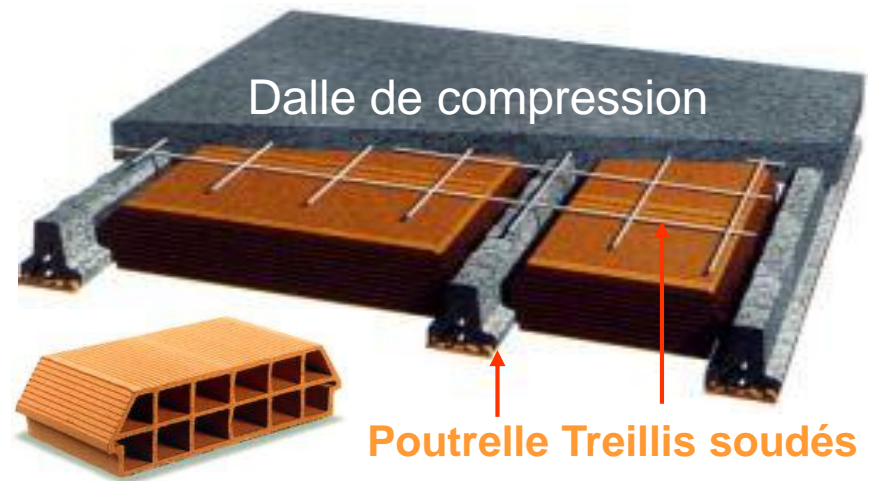
En terrasses

Les planchers en poutrelles béton et hourdis

- **Poutrelles en béton armé**
 - **Coulées sur place ou préfabriquées**



Hourdis béton



Hourdis terre cuite

Poutrelles béton précontraint

Portée 6,4 m (1 rail)

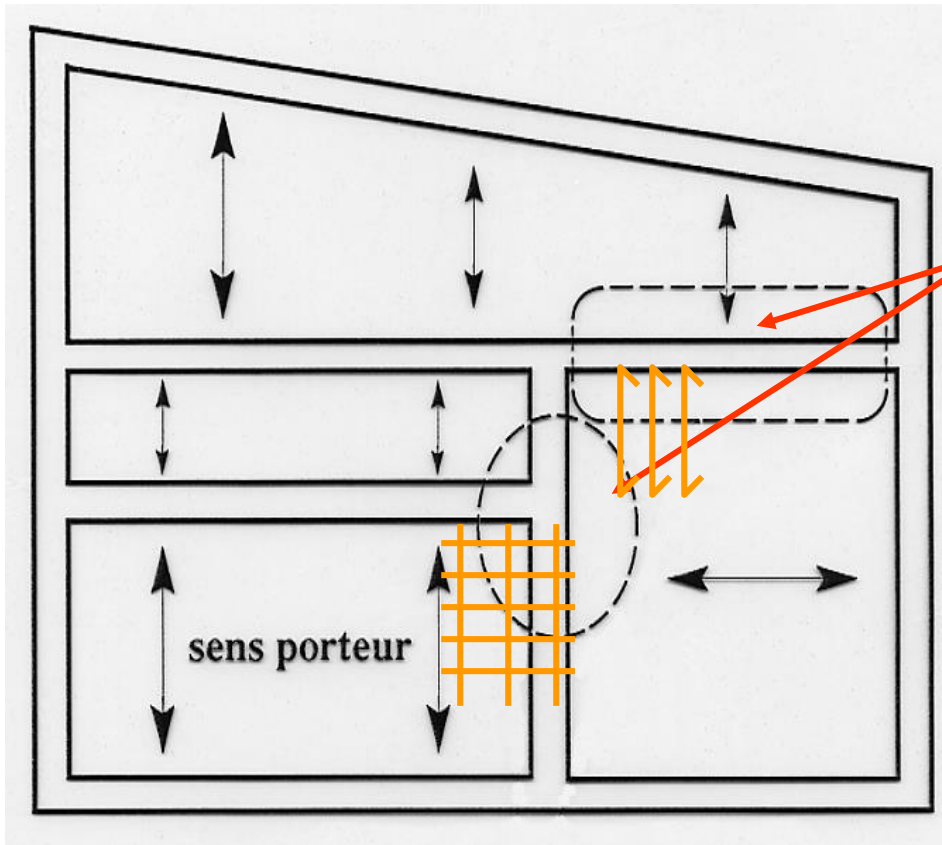
16+4 : 280 Kg /m² - 50 dB(A)

20+4 : 320 Kg / m² - 51 dB(A)

Charge : 180 à 480 Kg / m² (jumelage)

Les désordres des planchers en poutrelles béton et hourdis

- Les fissures dues au changement de sens de la portée



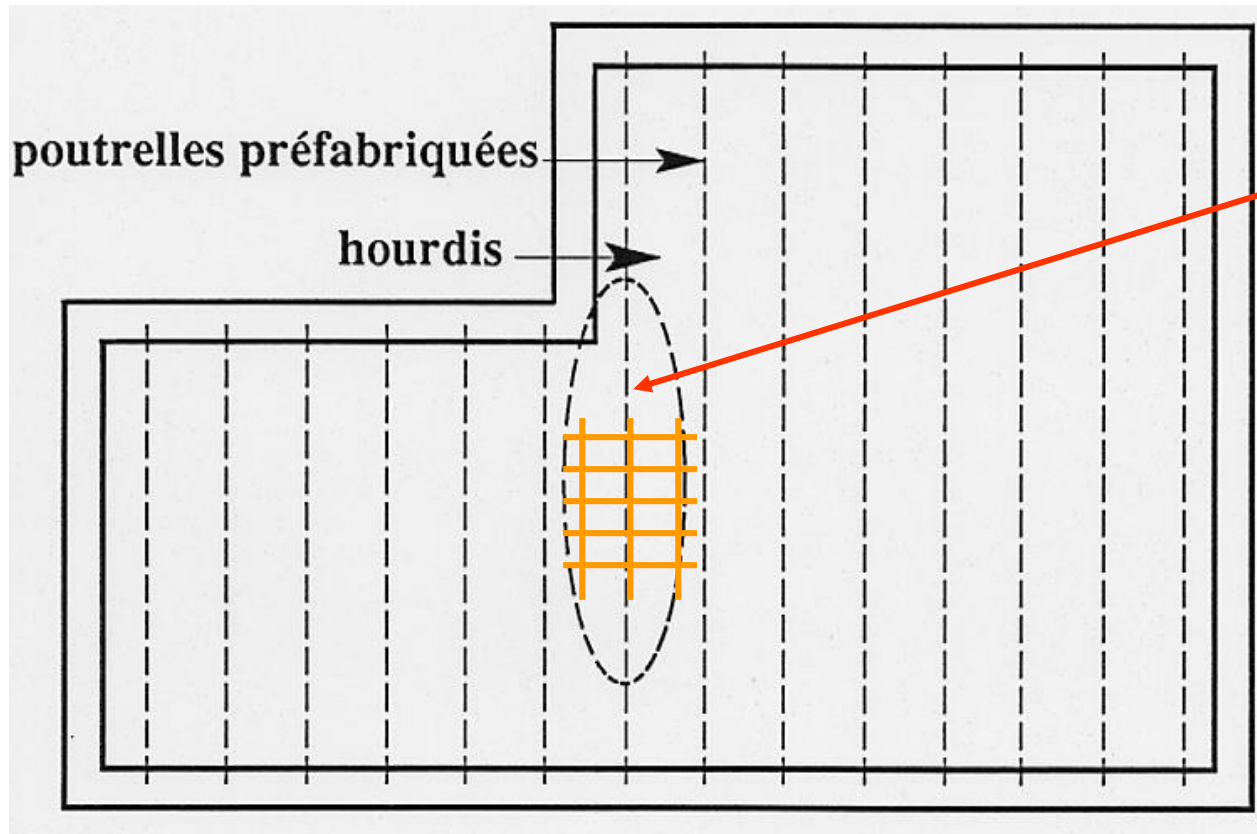
Zones de risques de fissuration

Prévention

- ! Chapeau de recouvrement
- ! Treillis dans la dalle de compression

Les désordres des planchers en poutrelles béton et hourdis

- Les fissures dues au changement de longueur de portée



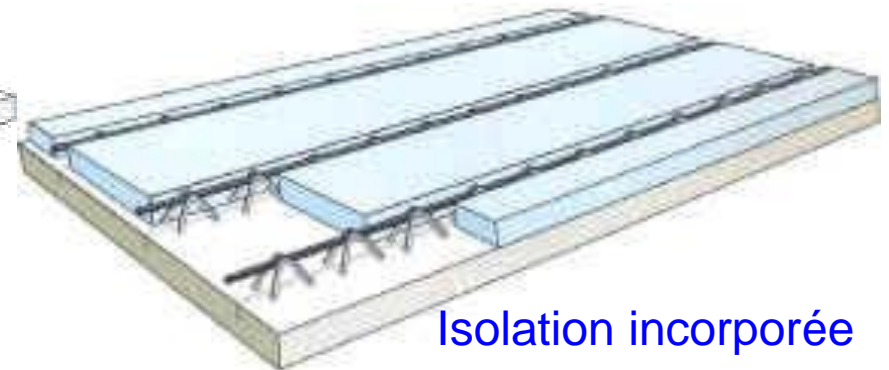
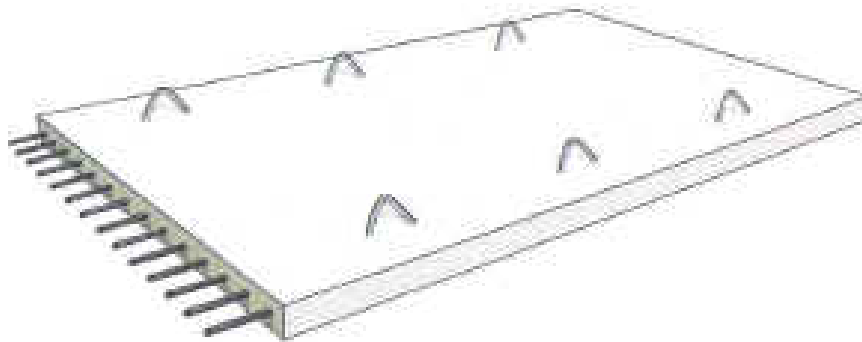
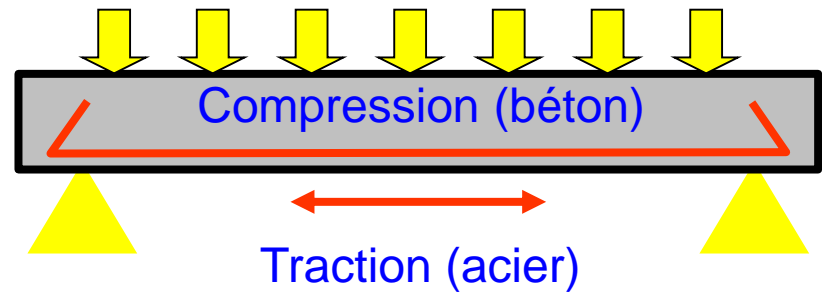
Zone de risques
de fissuration
Flèches différentes

Prévention

Treillis de
recouvrement
dans la dalle
de compression

Les planchers en béton armé plein

Les dalles en béton coulé



Les prédalles préfabriquées « coffrage incorporé »

Épaisseur : 5 cm moyenne

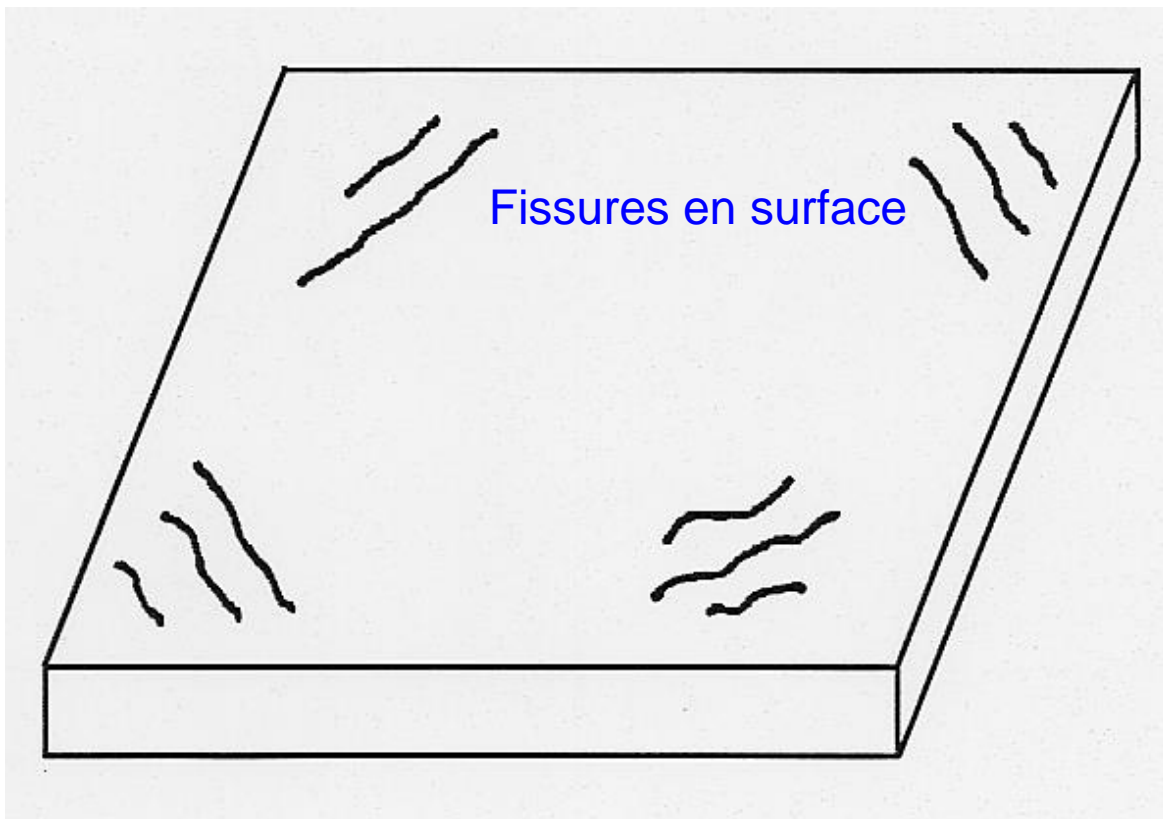
Portée : jusqu'à 9 mètres

Largeur : standard 2,435 m

Poids : 130 kg/m² minimum

Les désordres des planchers en béton armé plein

- La fissuration d'angle de dalle sur simple appui



**Rotation sur les appuis
(flexion dalle)**

- | Absence d'ancrage dans les angles
- | Charges concentrées sur les angles

Les désordres des planchers en béton armé plein

- L'éclatement du béton par la corrosion des armatures
 - Défaut d'enrobage (calage insuffisant, perméabilité balcon)
 - Pénétration d'humidité par les cales (bois, fer), les scellements



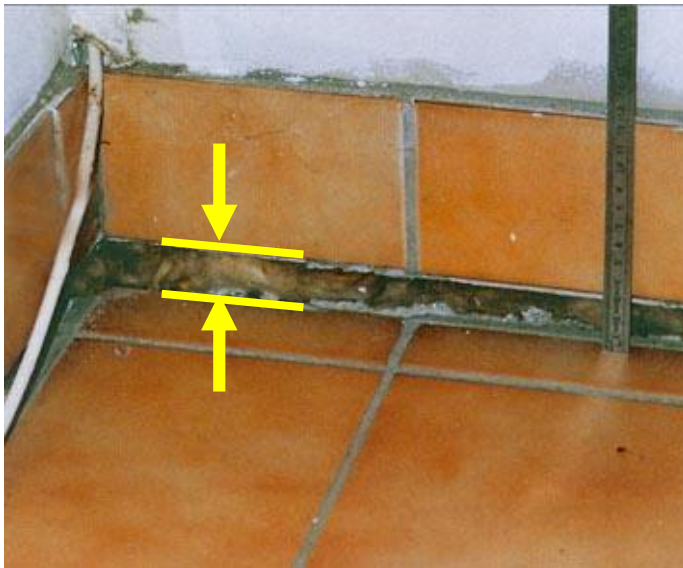
Dilatation garde-corps métallique - infiltrations

Dégradation dalle balcon



Les désordres des planchers en béton armé sur terre-plein

- **Le tassement du dallage**
 - En périphérie
 - Défaut compactage forme
 - Forme en tout-venant
 - Sol hétérogène, humidité



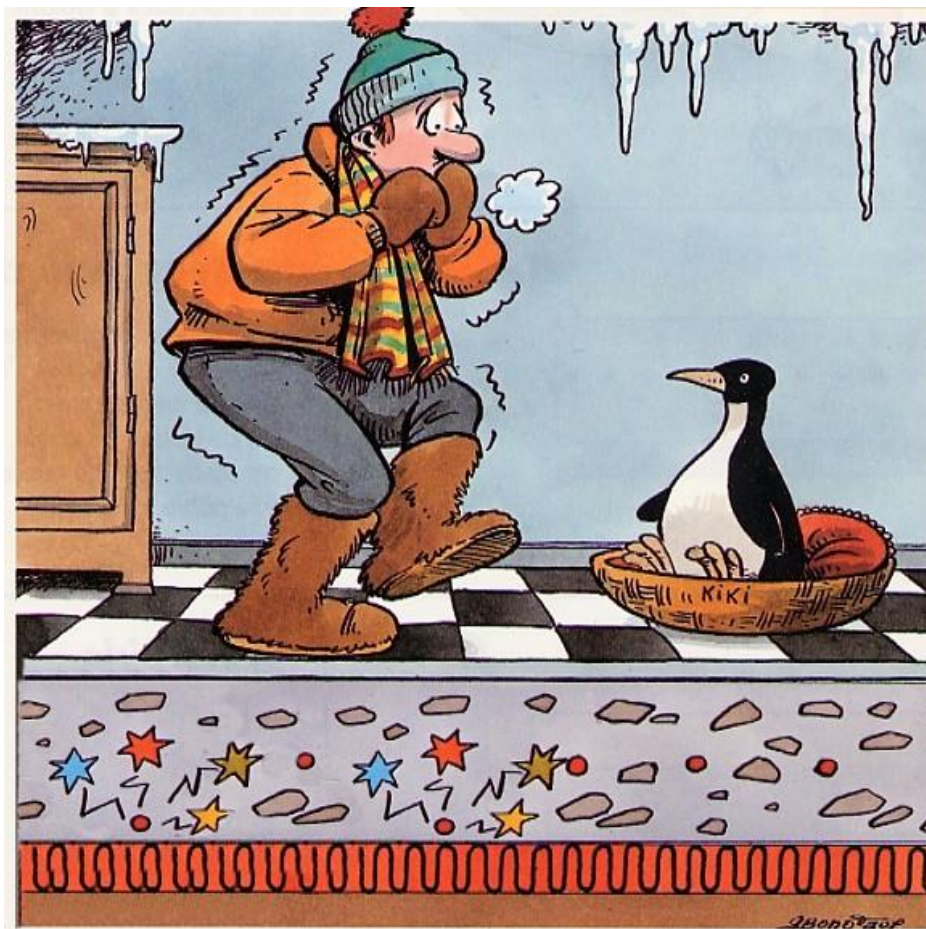
Isolation au pourtour
Horizontale ou verticale



Isolation sous toute la surface

Les désordres des planchers

- La détérioration d'un plancher chauffant



Les désordres des planchers en bois



Les désordres des planchers en bois

Les déformations (dénivellations, flèches excessives)

L'altération des chaînages horizontaux

Les ruptures de pièces ou des assemblages

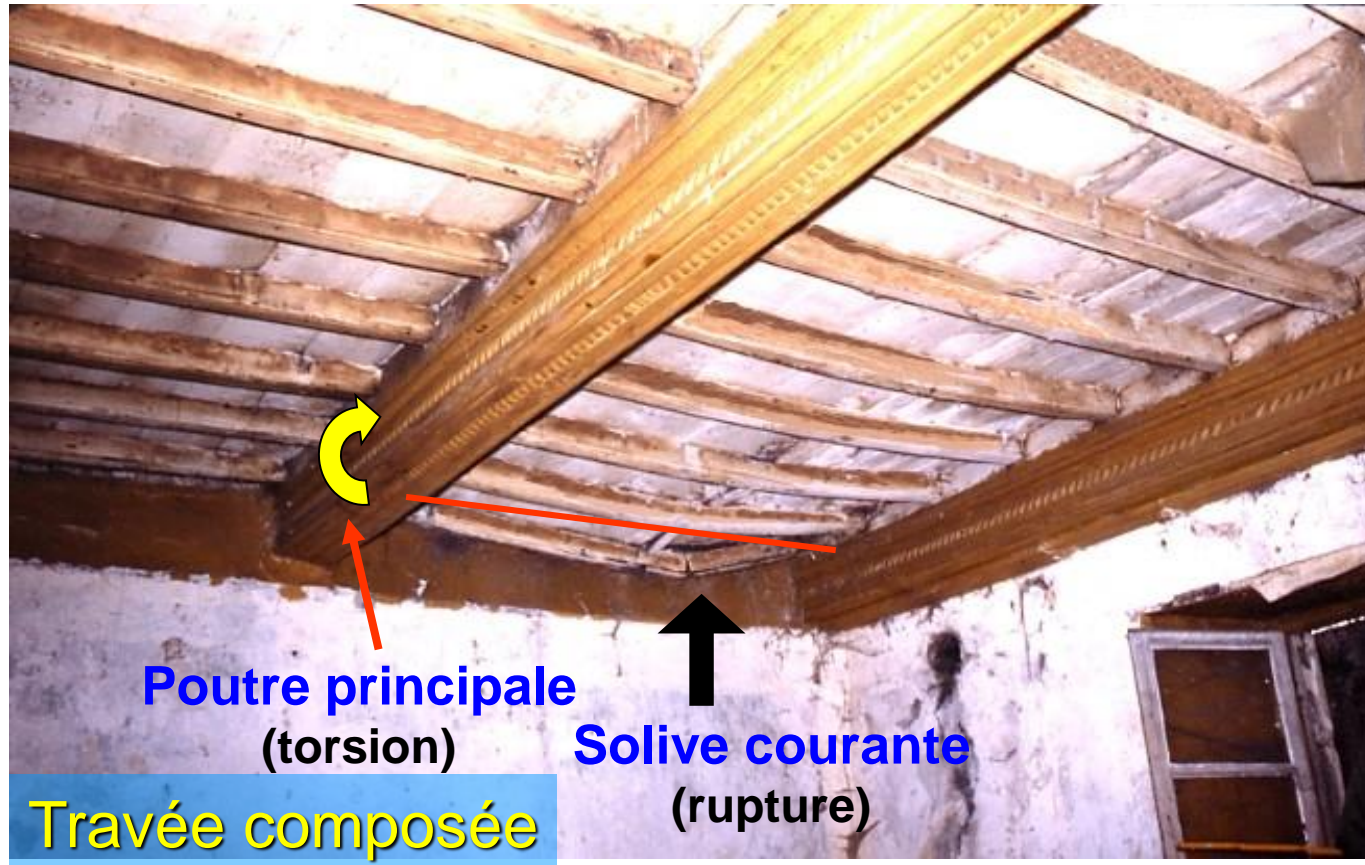
Le pourrissement des appuis et parties courantes

Les attaques des insectes et des champignons

Les protections défectueuses

Les ruptures de pièces et des assemblages des planchers en bois

- La rupture de solives courantes par surcharge concentrée



Le pourrissement des appuis et des parties courantes des planchers bois

1.35

- **L'eau en cause (infiltrations, fuites, air humide)**
 - Altération de la résistance à la flexion du bois (flèche excessive)
 - La pourriture cubique, lamellaire ou molle (décomposition)

- **Les points névralgiques des solives en bois**
 - Tous les appuis comprimés par le transfert des charges
 - Les simples appuis « encastrés » dans la maçonnerie humide
 - Les parties courantes (locaux humides)

Le pourrissement des planchers bois sur terre-plein

- Les remontées d'humidité du sol



Lambourde pourrie

Défaut de ventilation (vide sanitaire)

Les attaques des bois par les insectes et les champignons

1.36

- **Identifier l'agent destructeur et le nid pour les éliminer**
 - L'interprétation des signes de l'infestation
 - Les pourritures, odeurs, vermoulures, trous, galeries
 - Les bruits, grignotements, son creux du bois
 - Les larves, les insectes, l'invisible
 - La pérennité de l'ouvrage dépend de l'exactitude du diagnostic
- **Les champignons les plus courants**
 - Les moisissures, le bleuissement (défauts d'aspect)
 - Les champignons lignivores (de pourritures structurelles)
- **Les insectes**
 - Nidificateurs (abeilles charpentières, guêpes, fourmis)
 - Les insectes à larves xylophages (consommateurs de bois)

Les pourritures du bois

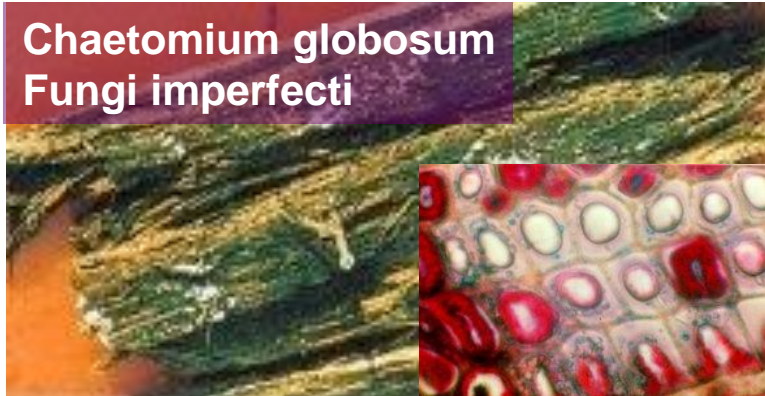


← **La pourriture cubique (mèreule)**
Hydrolyse de la cellulose
(décomposition chimique par l'eau)
Fissuration en parallélépipèdes
Cassante, sèche (bois déshydraté)



↑ **La pourriture lamellaire**
Petites fibres lisses ou striées
Pied de poteau encasté
(lavage sol cuisine 20 ans)

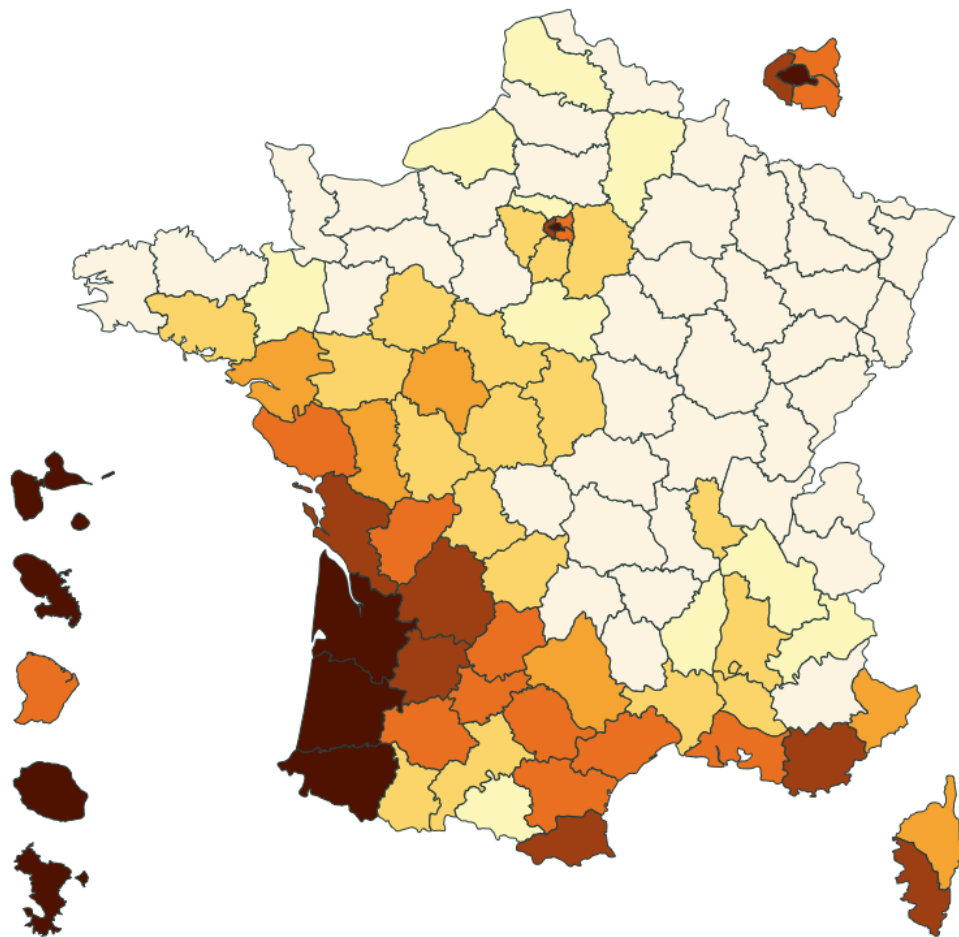
↓ **La pourriture molle**
Spongieuse, teinte verte, cellulose



Les termites en France en 2017

Carte départementale des infestations

% des communes infestées par département

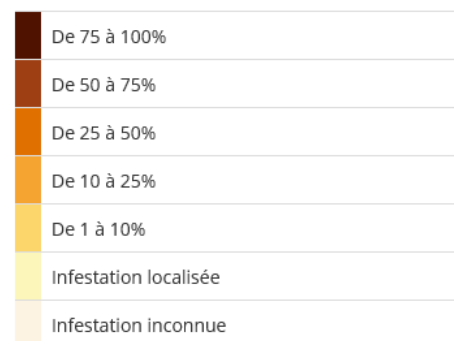


On recense, à l'heure actuelle, 54 départements infestés par les termites en métropole.

Les principales régions concernées sont :

- le Sud-ouest ;
- les départements des côtes atlantique et méditerranéenne ;
- les départements bordant les vallées du Rhône, de la Garonne et de la Loire ;
- l'Ile-de-France

Cette carte fait l'objet de révisions régulières.



Les protections des bois

- La conception peut allonger la durée de vie de la finition
 - Avancées de toiture
 - Évacuation rapide des eaux de ruissellement
 - Éviter la stagnation horizontale
 - Pente, capotage champs
 - Arrondir les arêtes vives ou chanfreiner
 - Moins recouvertes (dégarnissage rapide)
 - Assemblages sans piège à eau
 - Goutte d'eau > 3 cm
 - Contact au sol > 20 cm

« Un bon chapeau et de bonnes bottes »



Abouts de poutre profilées



Couvertine zinc



Débord de toit

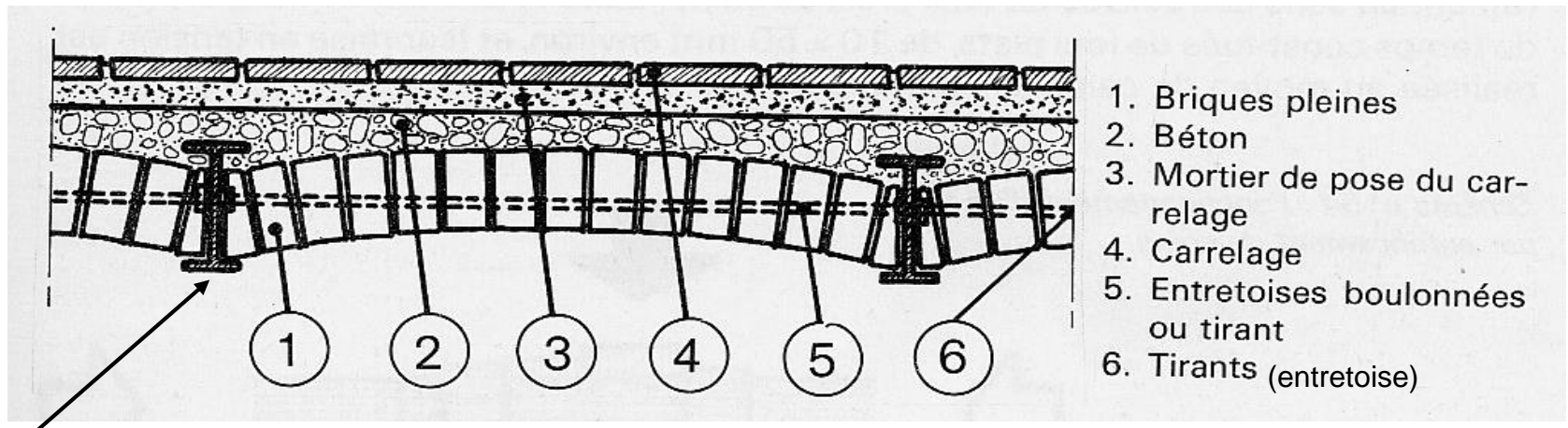


Pilotis
Auvent
Brise-soleil

Les désordres des planchers métalliques



La composition des planchers métalliques



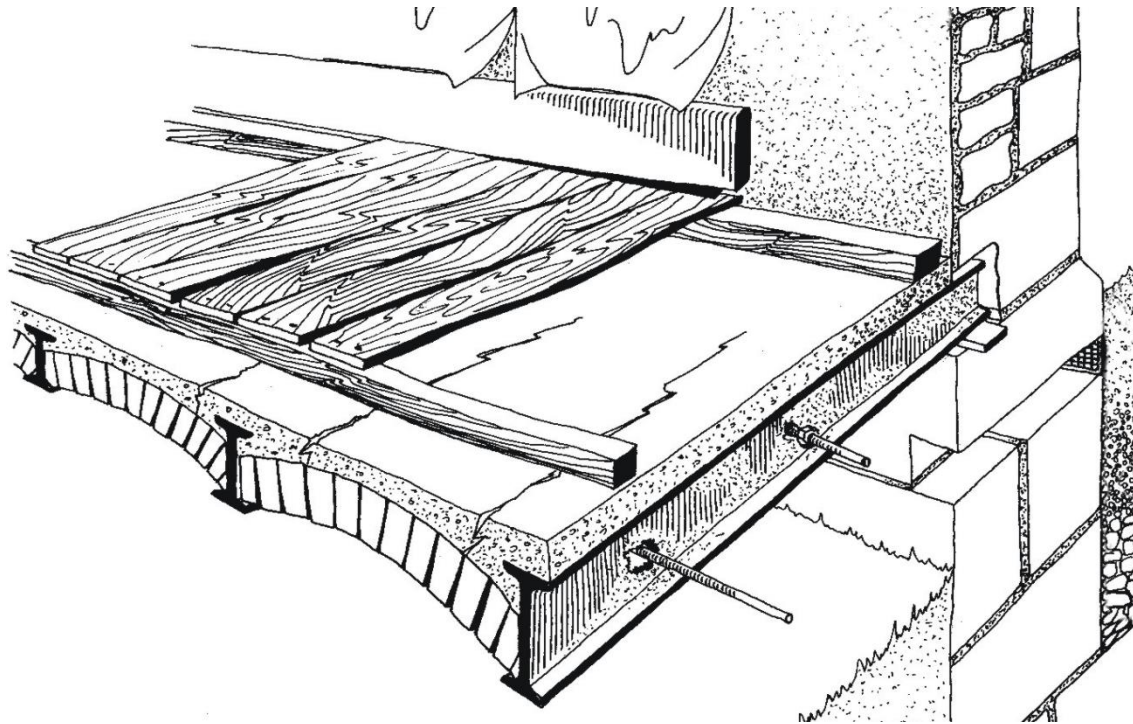
Profilé en fer IPN ou IOA
Largeur aile « $h/2$ » ou « $h/3$ »

Voûtain en briques pleines



Les désordres des planchers métalliques

- **La corrosion des poutrelles métalliques par l'eau**
 - Les infiltrations, fuites, et air humide (sous-sol confiné)
 - L'accumulation d'eau aux points bas des poutrelles fléchies
 - L'altération de la résistance à la flexion du métal



La corrosion des planchers métalliques

- **Les étapes d'altération sont visibles**
 - Fissures des plafonds enduits
 - Corrosion des ailes inférieures des profilés (formation rouille)
 - Éclatement des enduits (foisonnement du métal : gonflements)
 - Décomposition des hourdis de remplissage
 - Délitage des ailes inférieures des profilés (lamelles horizontales)
 - Séparation locale entre aile inférieure et âme du profilé
 - Affaissement des voûtains (ralenti par entretoise noyée)
 - Effondrement partiel puis total

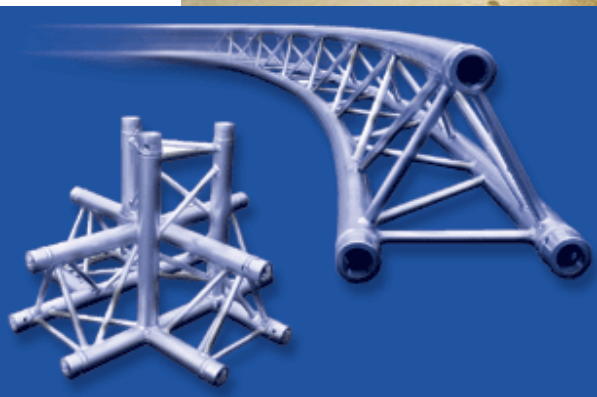
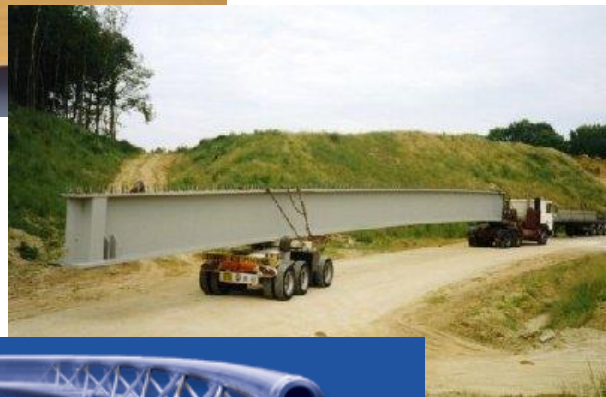


Les désordres des planchers métalliques

- La corrosion des poutrelles métalliques par l'eau



Les désordres des poutres

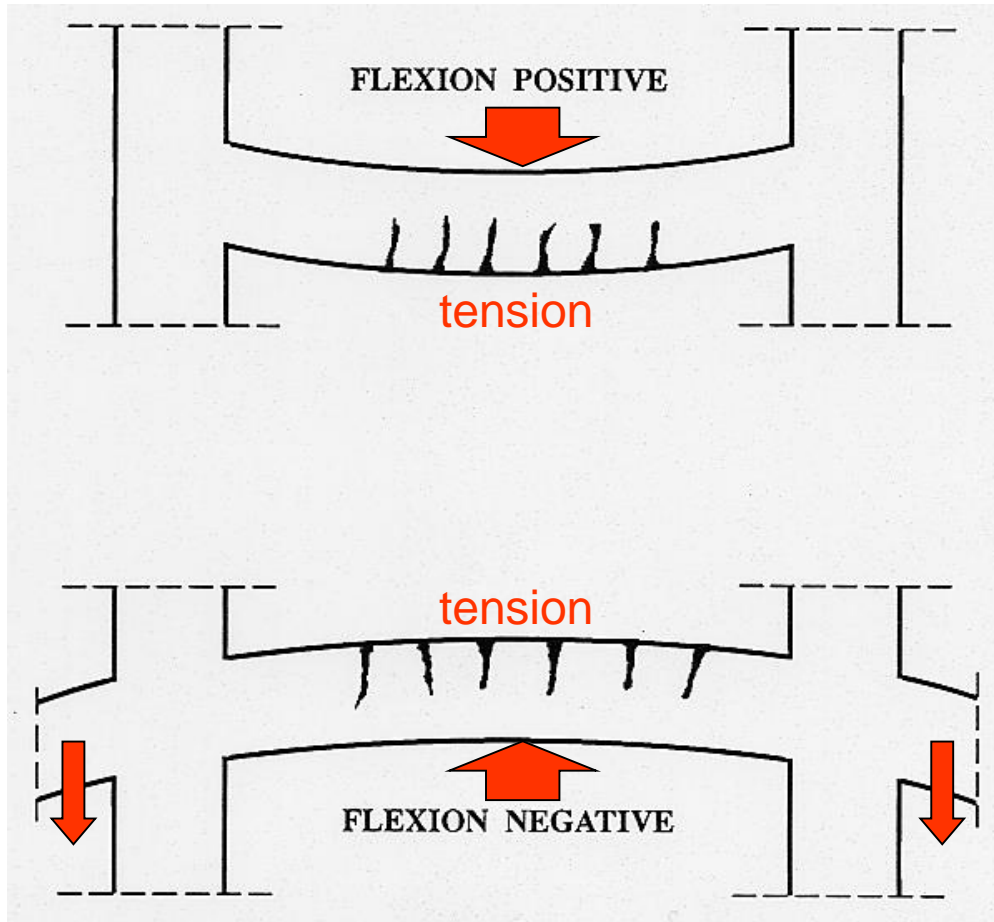


Les désordres des poutres en béton

- **Les flexions excessives**
- **Les fissurations (biaises, verticales, horizontales)**
- **Les épaufrures et éclatements du béton**
- **Les ruptures**

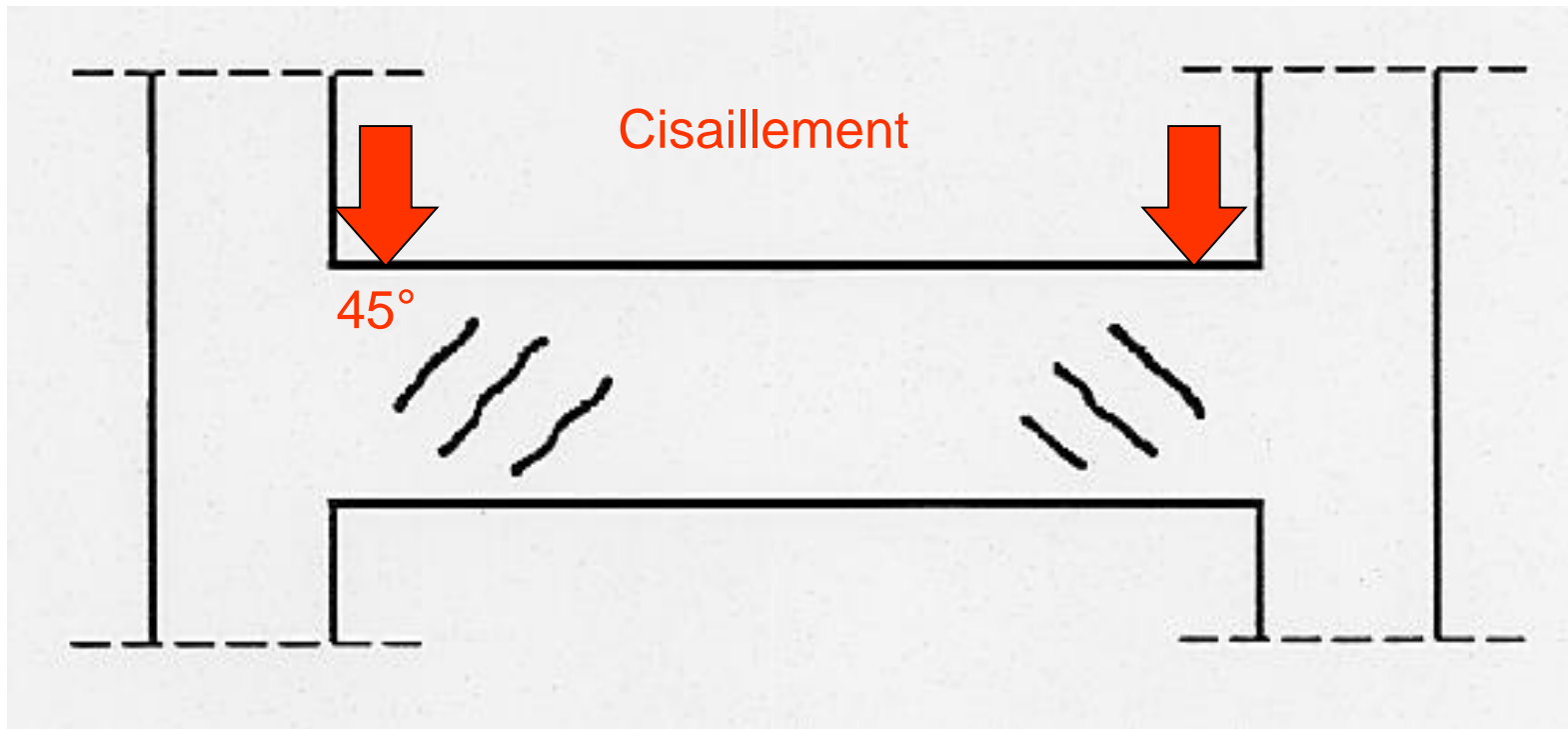
Les désordres des poutres en béton

- Les fissures verticales dues aux flèches excessives



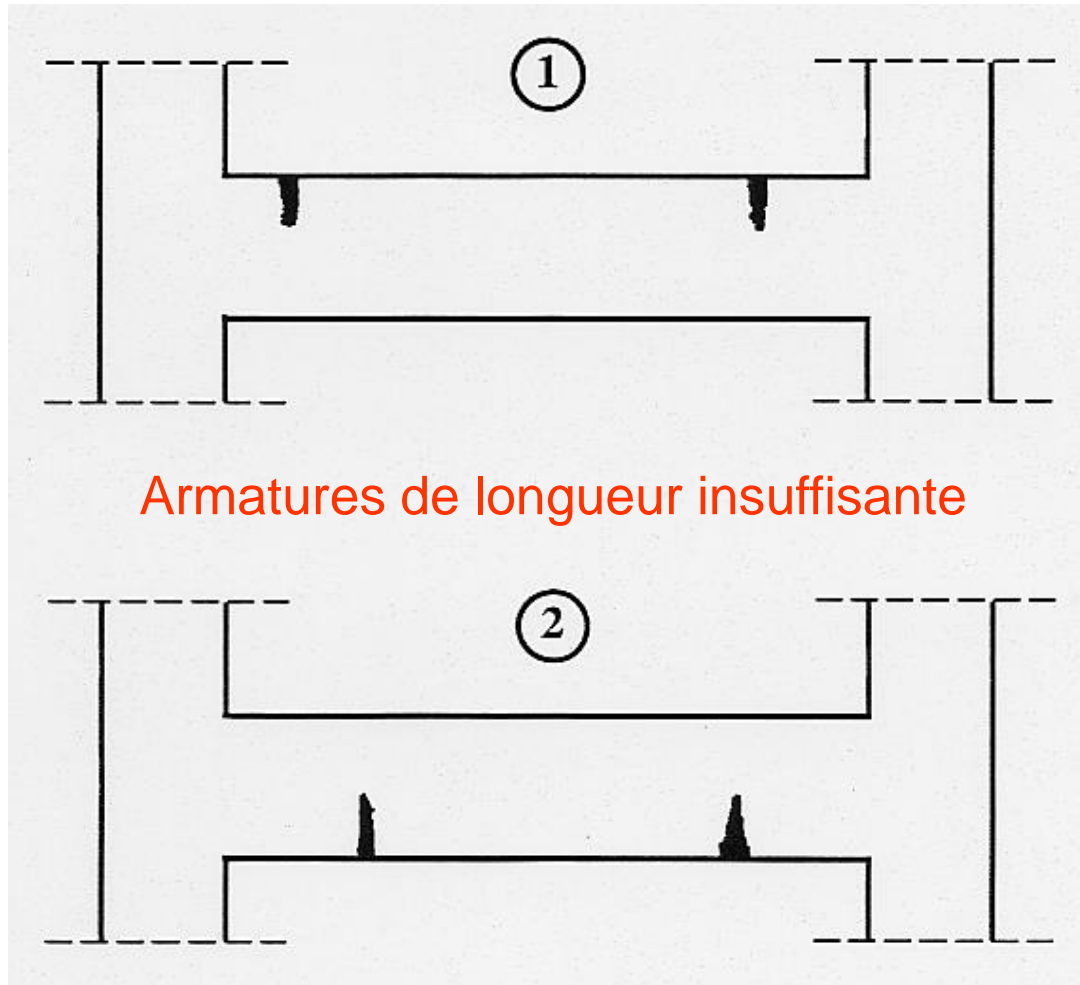
Les désordres des poutres en béton

- Les fissures inclinées à proximité des appuis



Les désordres des poutres en béton

- Les fissures verticales symétriques proches des appuis



PATHOLOGIES



Les charpentes

Généralités

Charpentes en bois

Charpentes métalliques

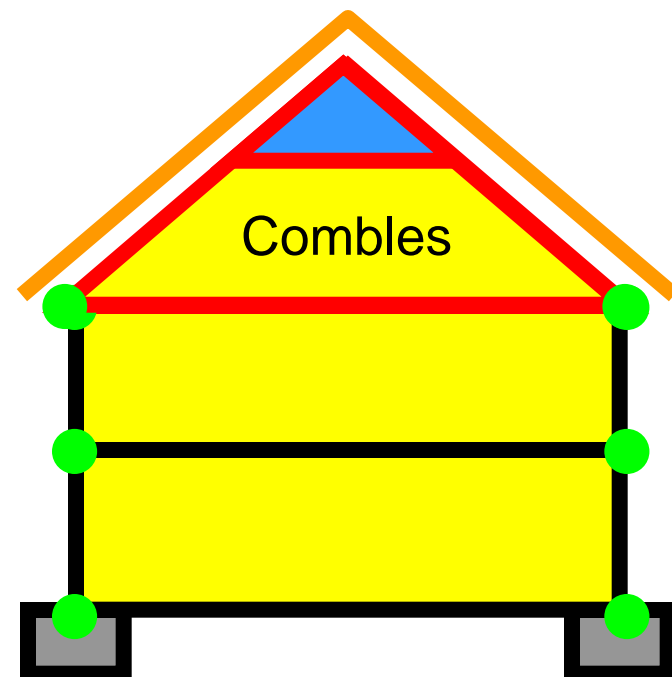
Les désordres des charpentes de combles

- Trois rôles principaux à assumer

Supporter la couverture
« squelette du chapeau »

Solidariser la structure d'ensemble
(charpente / gros-œuvre)

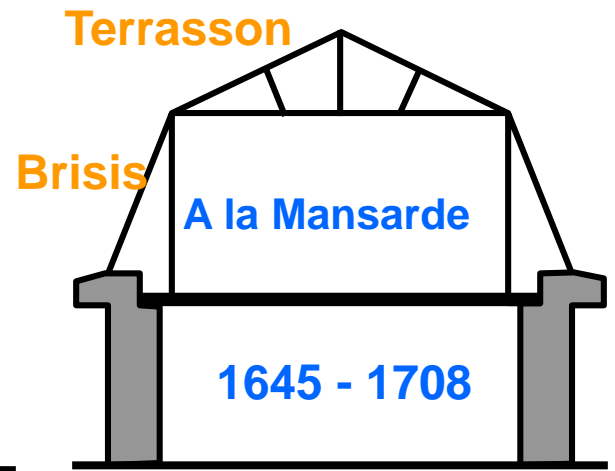
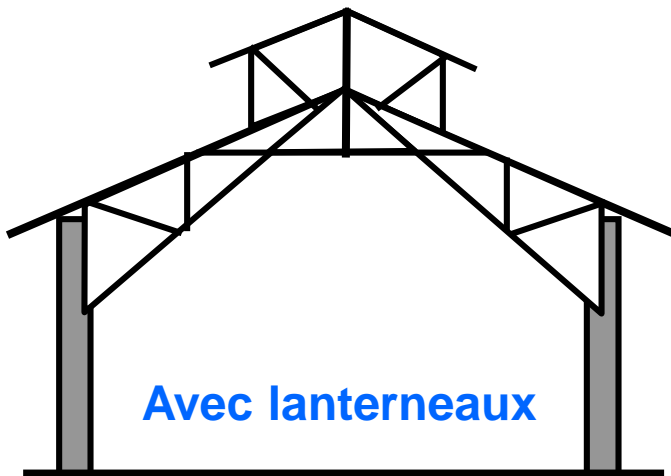
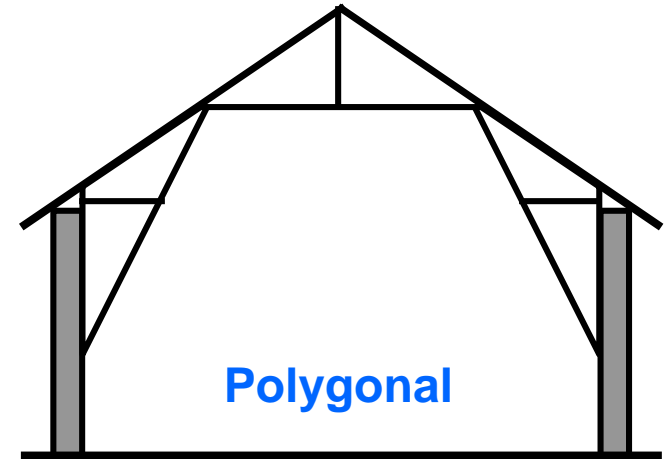
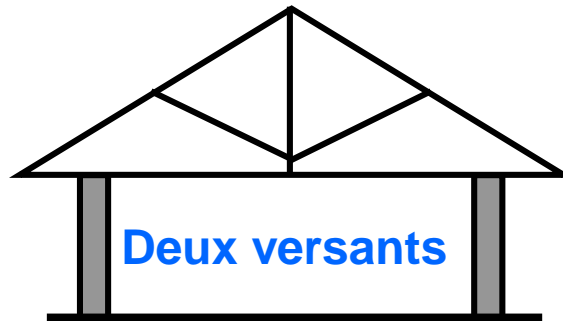
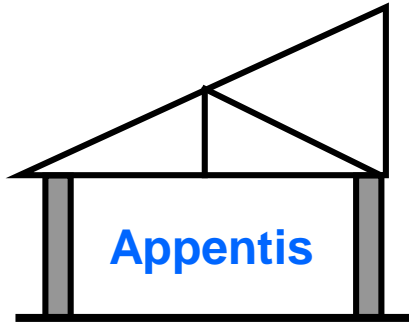
Utiliser les combles
(entrait surélevé, poussée sur gros-œuvre)



Une charpente est la combinaison et l'assemblage d'éléments linéaires (en bois, métal, béton armé) pour former une ossature (art).

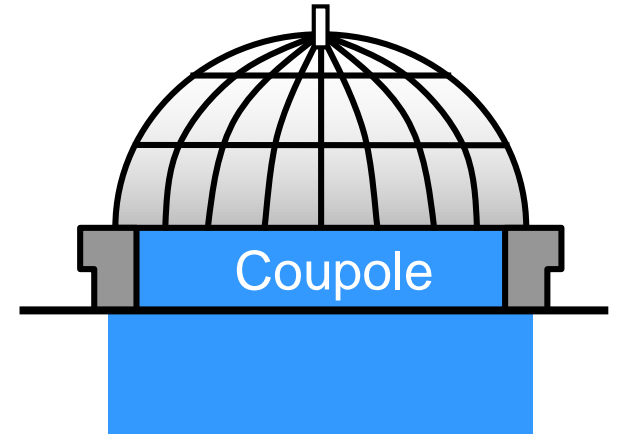
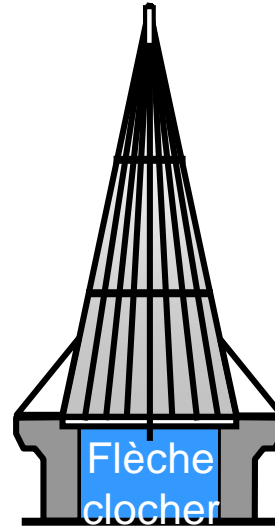
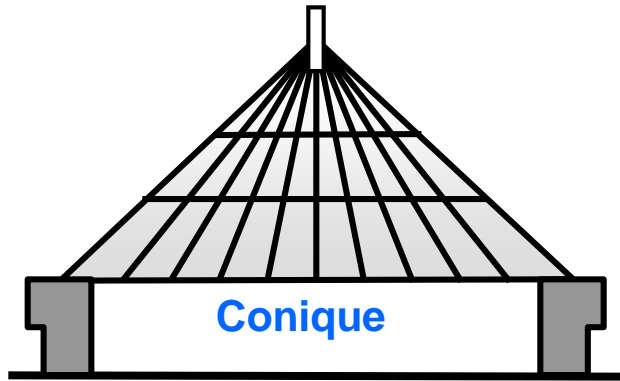
Les charpentes, des structures complexes...

- Les formes de combles



Les charpentes, des structures complexes...

- Les formes de combles

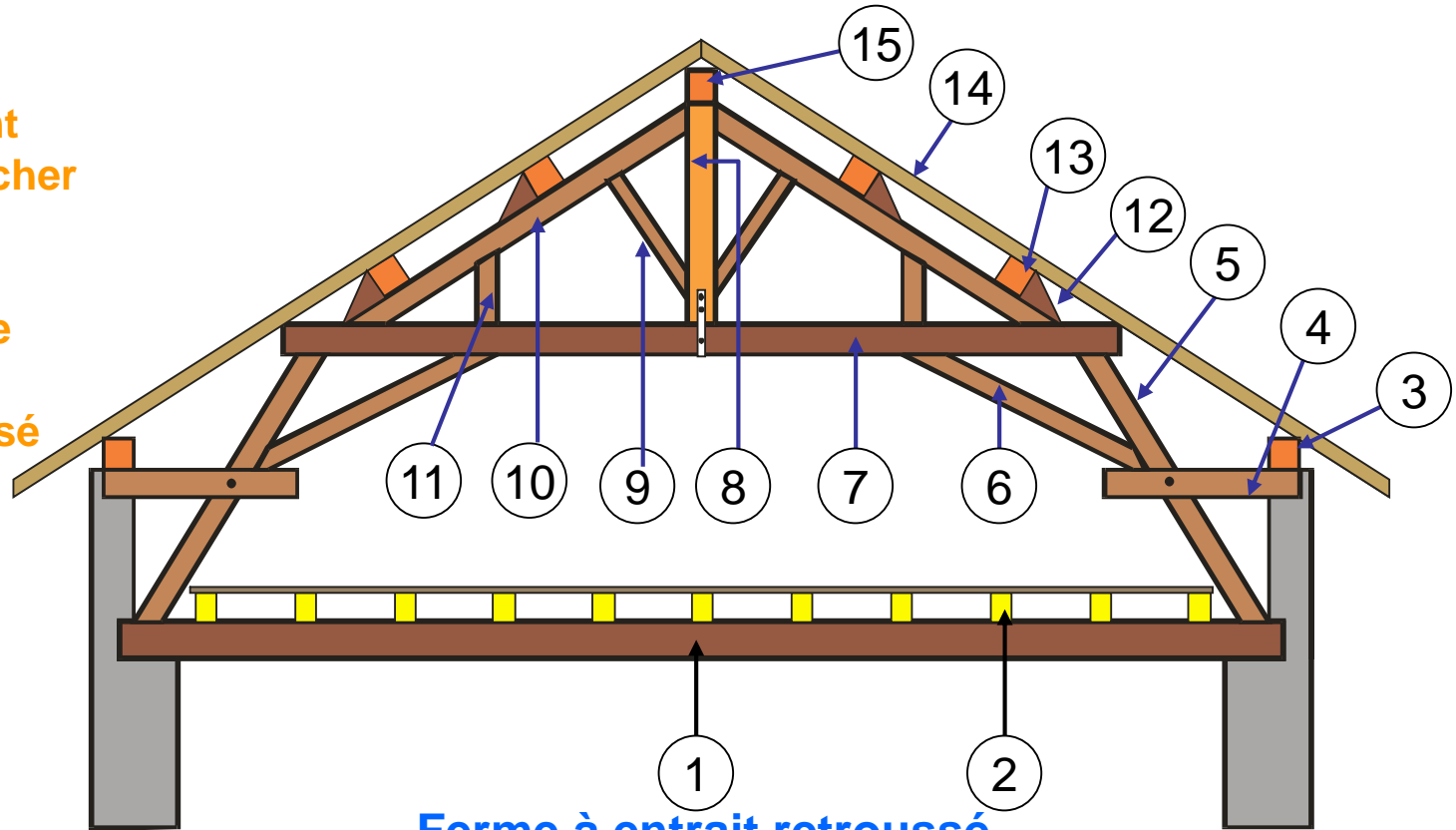


...en bois, en lamellé collé,

- La composition d'une ferme

- Triangles indéformables, contreventements (liens, croupes)
- Travail du bois en traction ou compression (sens des fibres)

- 1 - Entrait ou tirant
- 2 - Solive du plancher
- 3 - Sablière
- 4 - Blochet moisé
- 5 - Jambe de force
- 6 - Aisselier
- 7 - Entrait retroussé
- 8 - Poinçon
- 9 - Contrefiche
- 10 - Arbalétrier
- 11 - Jambette
- 12 - Echantignole
- 13 - Panne
- 14 - Chevron
- 15 - Faîtage



Ferme à entrain retroussé

ou en acier



Les désordres des charpentes

- **Une structure complexe de liaisons**
 - Les formes, le nombre d'éléments et les assemblages
 - **Les déformations** (affaissement, poussée...)
 - Défauts de qualité des matériaux
(gonflement-retrait du bois, pailles acier ...)
 - Les défauts d'assemblage
 - Erreurs de conception et d'exécution
(contreventement, surcharges climatiques, fixations, assemblages, soudures...)
 - **Les désagrégations**
 - Pourrissement, attaques biologiques, corrosions

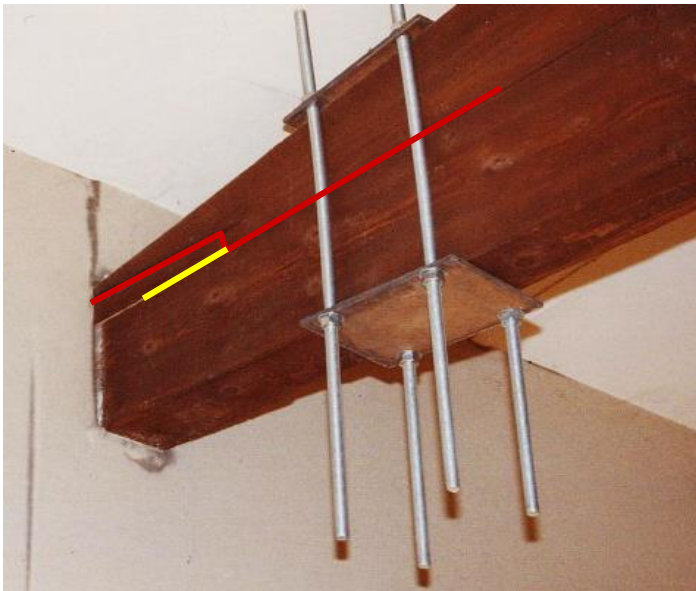
Les désordres des charpentes en bois traditionnelles

- **Les déformations**

- Le bois prévient (souplesse, flexion progressive)
- La fissuration des plafonds (signe)
- La solidarisation défectueuse « charpente / gros-œuvre »
 - Appuis simples sans ancrage, scellements fragiles
- La flèche excessive des poutres en bois
 - De mauvaise qualité (nœuds tendues, fibres tranchées, fractures d'abattage),
 - D'humidité excessive, variable (fentes retrait, dessiccation)
- Les assemblages sous-dimensionnés des systèmes triangulés
 - Compression entaille, cisaillement, rupture, déboîtement

Les désordres des charpentes en bois traditionnelles

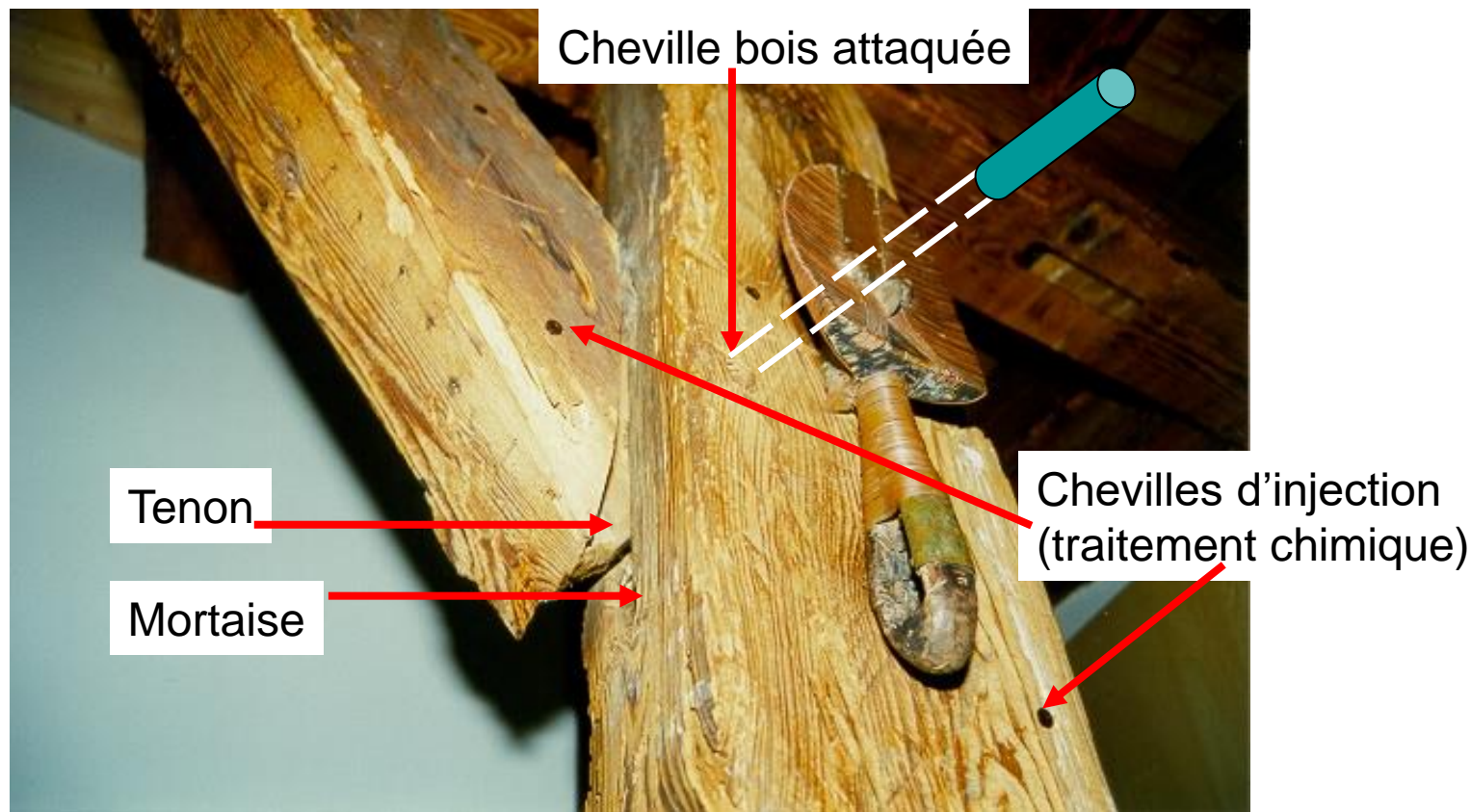
Défauts liés aux singularités du bois
Nœuds, fentes, pente du fil du bois



Plan de cisaillement trop
court

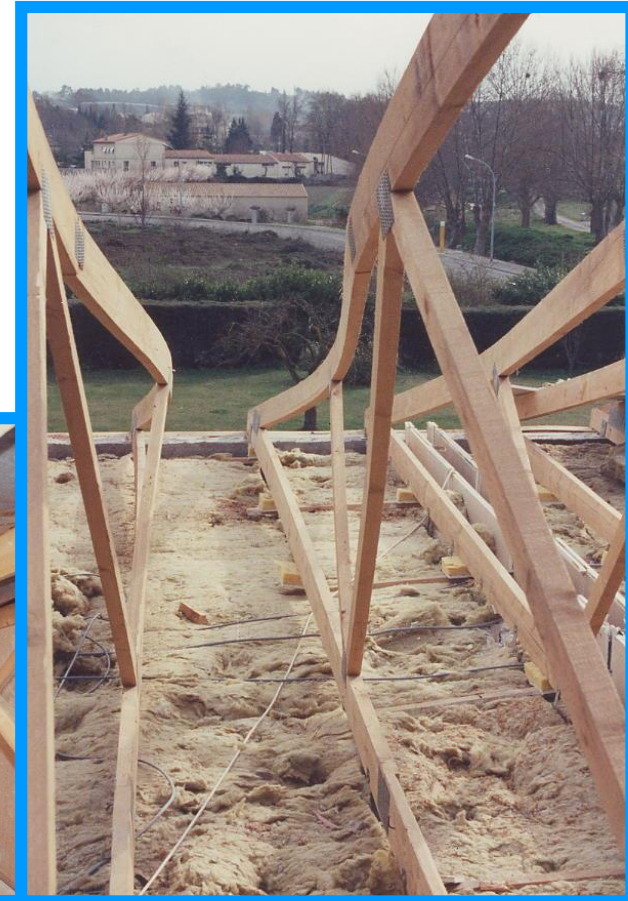
Les désordres des charpentes en bois traditionnelles

- Le déboîtement des assemblages à embrèvement
 - La rupture de la cheville en bois (en latin petite clé)



Les désordres des fermettes en bois

- Les déformations par le flambement dans le plan de toiture



Les désordres des fermettes en bois

- Les déformations par le flambement des barres comprimées



Flambage latéral (10 cm)
par absence de barres antiflambages

Flambage de contrefiches



Les désordres des charpentes en bois traditionnelles

- Les déformations par la transformation de combles
 - Rupture de la triangulation indéformable des fermes (poussée)
 - Affaiblissement du contreventement global (liens)

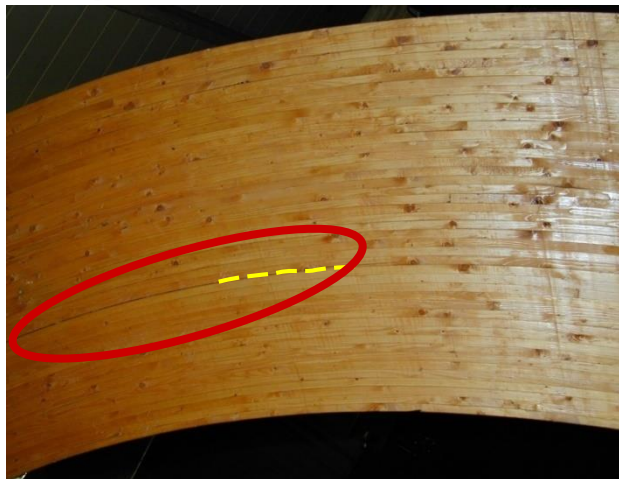


Triangulation
et
Contreventement
rétablis

Les désordres du lamellé-collé,

- Les fentes par la traction transversale

Un peu : Parc Expo Épinal



Beaucoup : Aquaboulevard Paris



Passionnément : Saint Laurent d'Arce



Les désordres des charpentes métalliques

- **Les déformations**

- Flambement brutal, rupture, effondrement, renversement
- Les erreurs de montage
- Les défauts d'assemblage (mise en charge et surcharges)
- Les vices cachés des matériaux ou assemblages
 - Pailles dans l'acier, faiblesse des soudures, ...
- L'usure ou vieillissement par fatigue des pièces
 - Mouvements, vibrations, alternés et rythmés (vent)
 - Dilatation thermique (ventilation insuffisante)
 - Ovalisations du passage de boulons, ruptures de boulons
 - Fissurations de soudures, déchirures de fers plats
- Les défauts de protection (corrosion, incendie, chocs, explosion)

L'effondrement par incendie



**Une surcharge électrique
Un court-circuit, ... ?**