

SEMINAIRE DE FORMATION ***RISQUES BATIMENTAIRES***

**CADRE: FORMATION DES OFFICIERS
SPECIALISTES RISQUES BATIMENTAIRES
DETACHEMENT FRANCAIS INSARAG**

SITE: ENTENTE ECASC VALABRE

JOUR 1 **DESORDRES AUX CONSTRUCTIONS** **(VISUELS DE CERTAINES PATHOLOGIES)**

INTERVENANT: JEAN-LUC REY

RÉVISION RB 2016 V01



SOMMAIRE

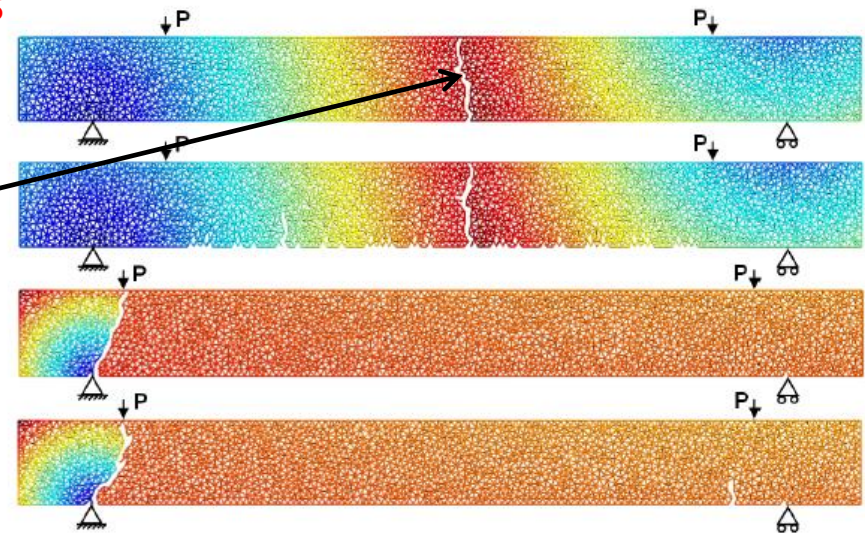
- Introduction sur la fissuration des murs porteurs
- Tassements
- Retrait-gonflement
- Hétérogénéité des murs
- Charges sismiques
- Ecrasement et Bombement des façades
- Fissurations sur porteurs par charges réparties ou localisées
- Infiltrations dans murs porteurs
- Altération des murs de contreventements
- Risque Pisé

FISSURATIONS DES MURS PORTEURS

Généralités sur le mécanisme de la fissuration

1° cause: position des appuis et des forces

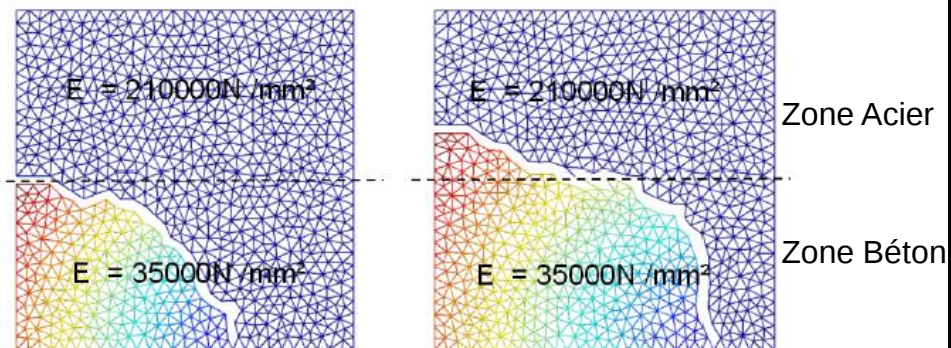
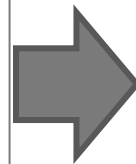
Propagation
(vitesse et
déplacement)
de la fissure en
fonction des
appuis



Essai de flexion 4 points sur une poutre

2° cause: Différence de matériaux

Conséquence de l'hétérogénéité des
matériaux dans les murs
= Fissurations systématiques aux
frontières des composants

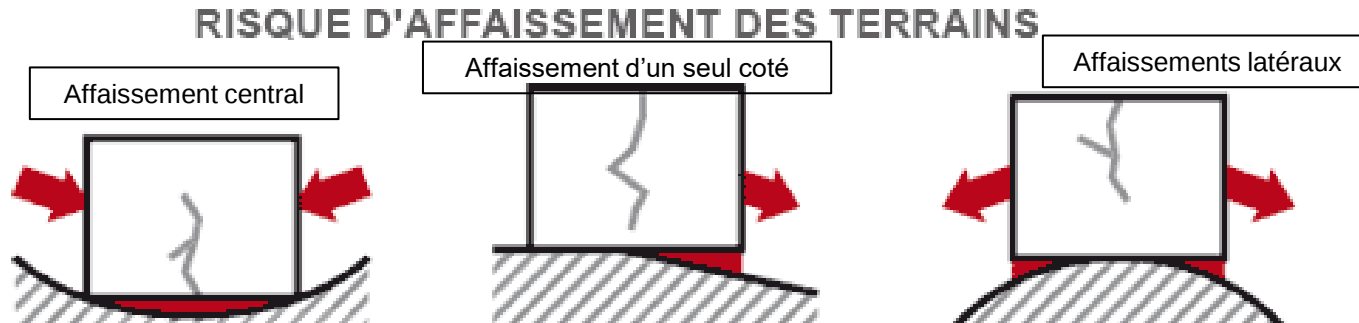


Propagation en matériaux hétérogène

FISSURATIONS DES MURS PORTEURS

3° cause: Mouvement des fondations

Tassement # Affaissement* (mouvements lents)



Typologie: localisation des fissures suivant 3 cas courants

Les désordres dus aux affaissements du terrain sont courants.

La nature du terrain est normalement évolutive, mais largement amplifiée avec le changement climatique -sécheresses à répétition, inondations...

Les qualités géotechniques –dureté, portance, stabilité des sols s'en trouvent modifiées entraînant ainsi des déplacements des fondations .

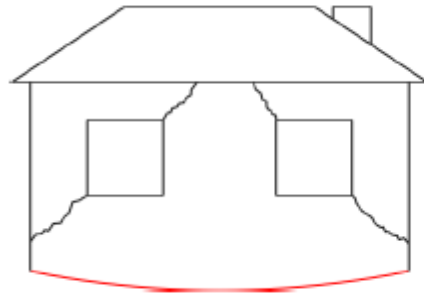
(*)Affaissement: généralement causé par l'effondrement de vides naturels (dissolution de roches solubles , mines,..).

Tassement: généralement du à la diminution des volumes du sous-sol sous l'effet des charges mécanique ou/et hydraulique.

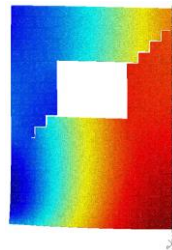
FISSURATIONS DES MURS PORTEURS

Tassements différentiels sous fondations

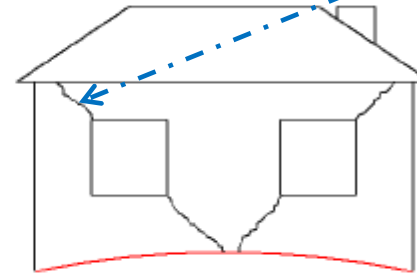
Gonflements
latéraux
(Tassement central)



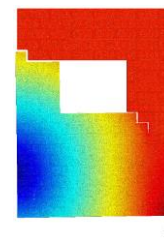
Distribution
des contraintes
dans le pan de
mur central



Fissurations types



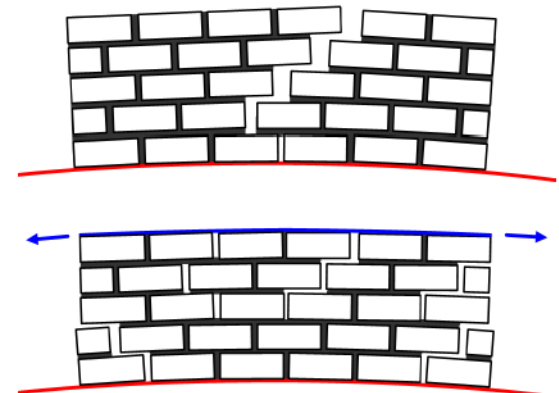
Gonflement
central
(Tassements latéraux)



Incidence et solution

Fissurations sans et avec chaînage (ceinturage en BA ou profilé acier)

Limitant les déplacements dus aux tassements du sol

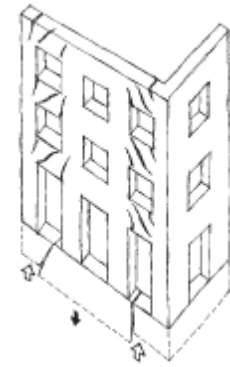
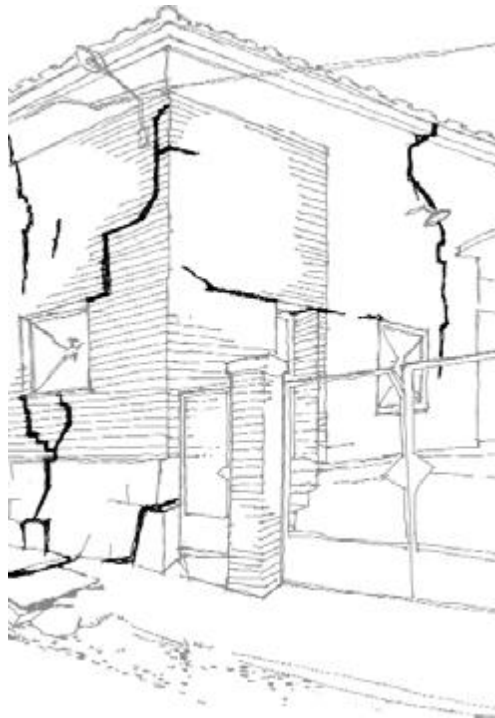


TASSEMENT DIFFERENTIEL



Apparition de **fissures en diagonales** sur pignon
Départ du long pan et sablière en partie haute
jusqu'aux fondations (Loiret, habitat individuel)

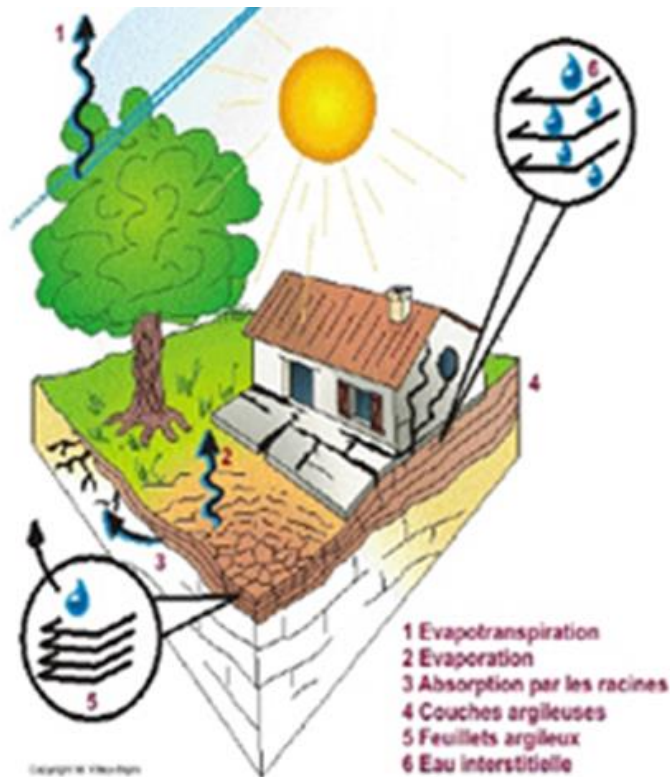
TASSEMENT DIFFERENTIEL



TASSEMENT: RETRAIT-GONFLEMENT DES ARGILES

Légende du dessin

- (1) Evapotranspiration
- (2) Evaporation
- (3) Absorption par les racines
- (4) Couches argileuses
- (5) Feuillets argileux
- (6) Eau interstitielle



Carto Aléa des Retraits, BRGM

http://www.argiles.fr/donnees_SIG.htm?map=tout&dpt=45&x=599100&y=2323650&r=60

TASSEMENT: RETRAIT-GONFLEMENT DES ARGILES

Localisation à la frontière des matériaux



Ceci se traduit par des **fissurations en façade**, passant par les points de faiblesse que constituent les ouvertures

Les mouvements de fondations sur des retraits-gonflements des argiles entraînent de **larges fissures traversantes** (lézardes) dans les murs porteurs. (Loiret, habitat individuel)

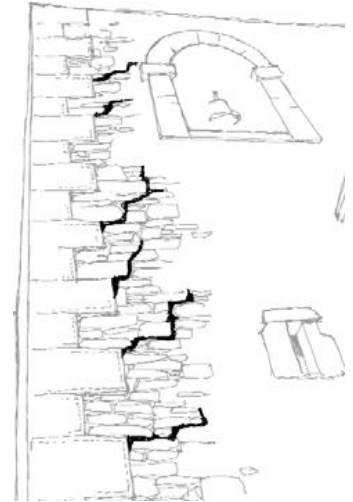
Carto Aléa des Retraits, BRGM

http://www.argiles.fr/donnees_SIG.htm?map=tout&dpt=45&x=599100&y=2323650&r=60

TASSEMENTS R&G DES ARGILES PROCESSUS

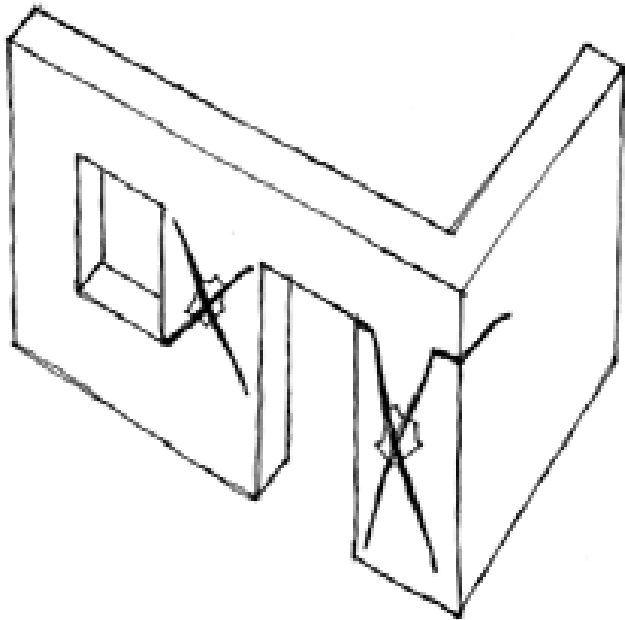
- Ceux-ci se manifestent par des **mouvements différentiels du sol**
- Ils se concentrent à proximité des murs porteurs et particulièrement **aux angles de la maison**.
- Ces tassements différentiels sont évidemment amplifiés en cas d'**hétérogénéité du sol**
- Ou lorsque les fondations présentent des différences d'ancrage d'un point à un autre de la maison (cas des **sous-sols partiels** notamment, ou des pavillons construits sur **terrain en pente**).

HÉTÉROGÉNÉITÉS DES MURS OU DANS LES MURS



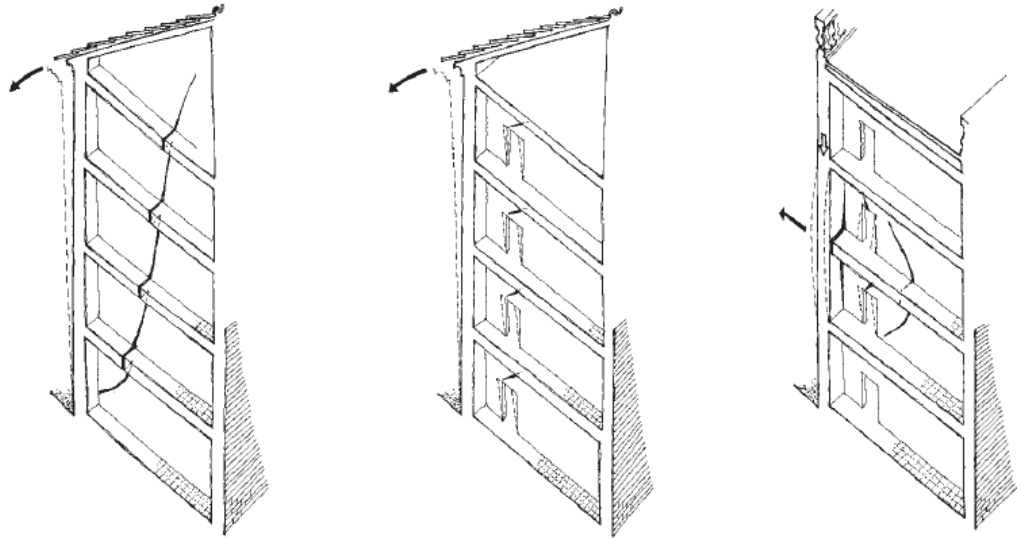
Pathologie due à des différences de rigidité entre les matériaux composant les murs mixtes (ici le pilastre étant plus rigide que le mur)

PATHOLOGIES DUES AUX CHARGES SISMIQUES



Charges bidirectionnelles induisant des fissurations en croix (bielles de compressions)

ECRASEMENT ET BOMBEMENT DES FAÇADES

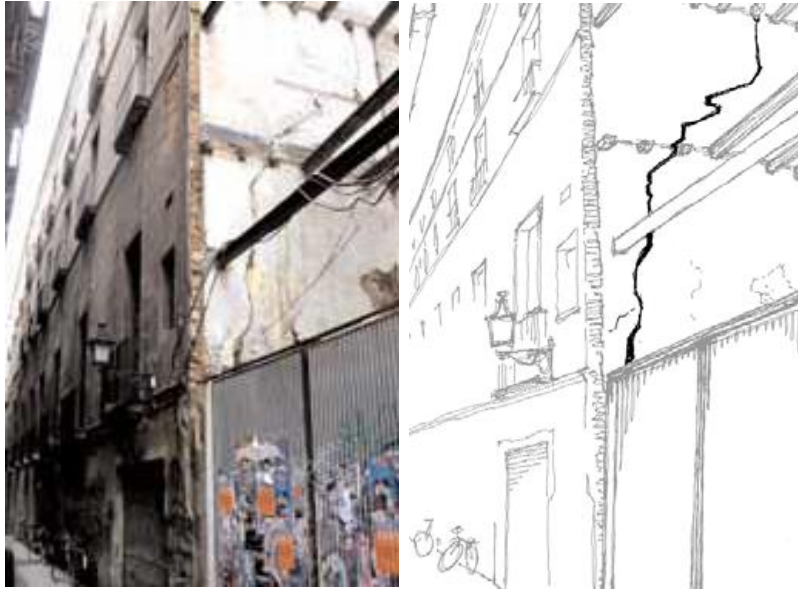


Les écrasements de façades sont dus aux poussées des couvertures, aux déplacements des fondations ou aux effets de l'humidité et de la température.

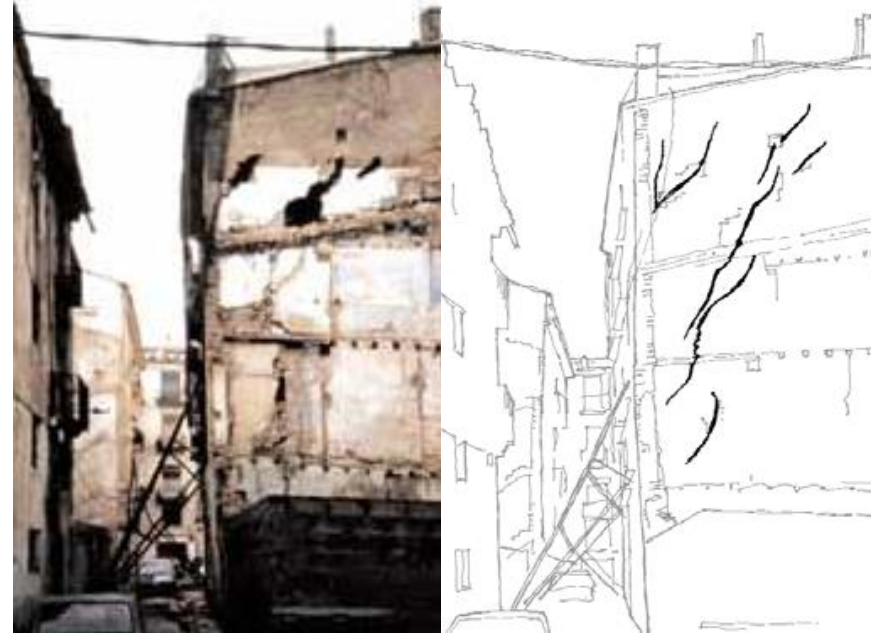
Les bombements de façades sont causés par les effets des charges centrées ou décentrées des toitures et des planchers. C'est un processus rhéologique plus lent que l'écrasement.

Voir photos en 10

ECRASEMENT ET BOMBEMENT DES FAÇADES

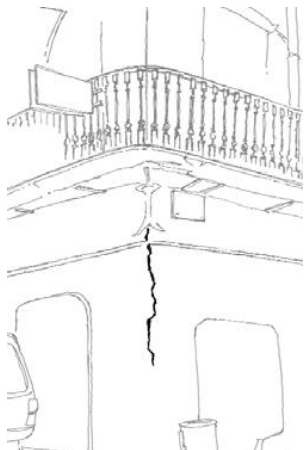
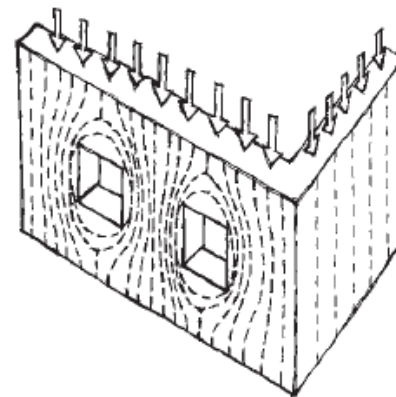


PROCESSUS D'ECRASEMENT DE FACADE (Immeuble vétuste)



PROCESSUS DE BOMBEMENT DE FACADE (Immeuble vétuste)

FISSURATIONS DUES A UNE CHARGE REPARTIE



Fissure en angle de façade (Immeuble vétuste)

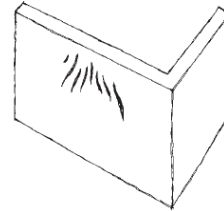
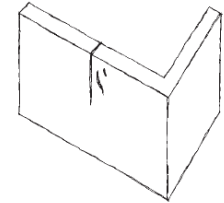
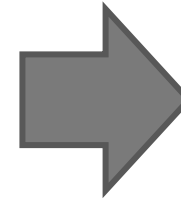
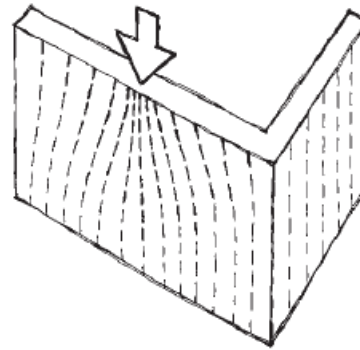
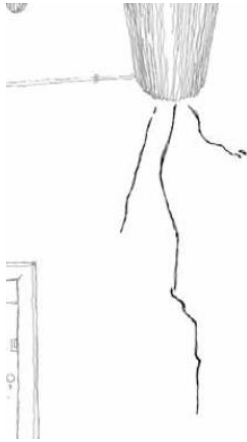
Unique et linéaire car pas de possibilité de distribution
Localisée au droit de la charge



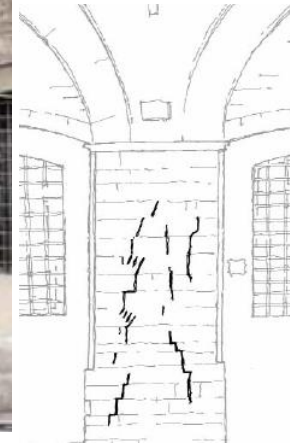
Fissures sur mur de refend

Positionnées en réseau car possibilité de redistribution et
d'adaptation au droit des autres poutres

FISSURATIONS DUES A UNE CHARGE LOCALISÉE

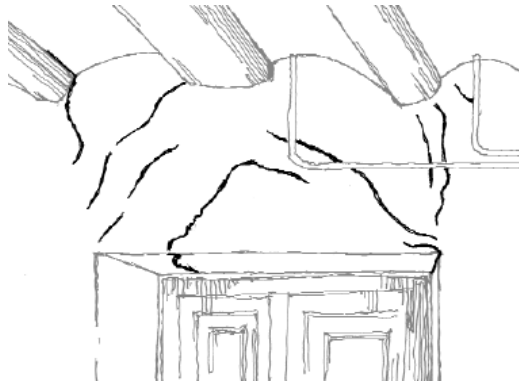
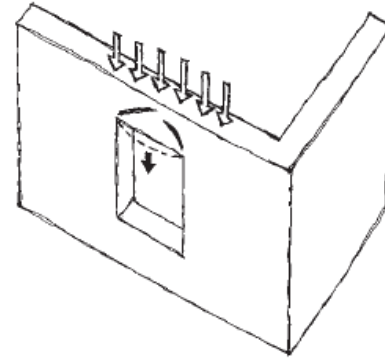


Fissuration au droit de la poutre



Fissures distribuées sur la surface du pilier

FISSURATIONS DUES PAR MANQUE DE RIGIDITE D' ELEMENT COLLABORANT/ CAS DU LINTEAU



Linteau déformable
(fissuration par manque de rigidité)

INFILTRATION D' EAU DE PLUIE DANS MURS PORTEURS

Intervention 2 LTN Patrick MAGNIN –Loiret Oct. 2014-
Montargis, Bâtiment contigu année1600



Contexte
Et cause



Indicateurs



Conséquences

ALTÉRATION DES MURS DE CONTREVENTEMENTS

Intervention CDT Olivier MARTIN –STRASBOURG AOÛT 2014-

Vidéo JT TV
Défaillance



Demolition_extrem_au_67200.mp4



Demolition_extrem_au_67200.flv



Contexte
Et cause



Conséquences



RISQUE PISÉ

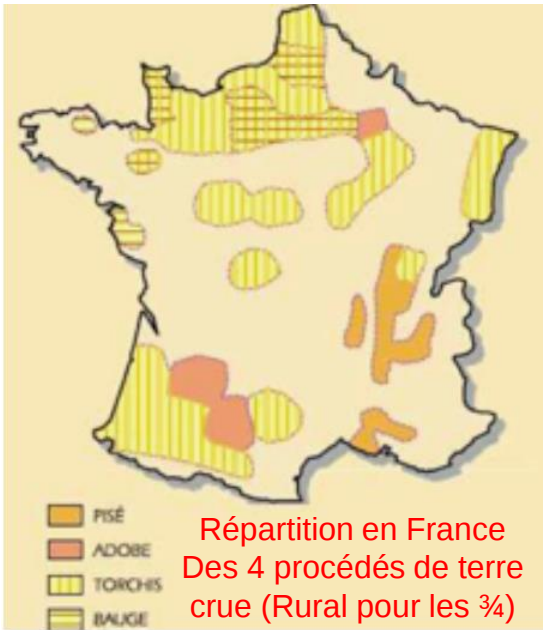
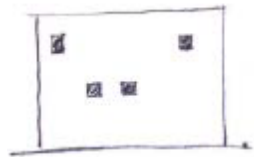
Vigilance accrue pour les SD sur les périodes Printemps et Automne

RISQUES DES BATIMENTS EN PISÉ (MURS EN TERRE CRUE BANCHÉES)

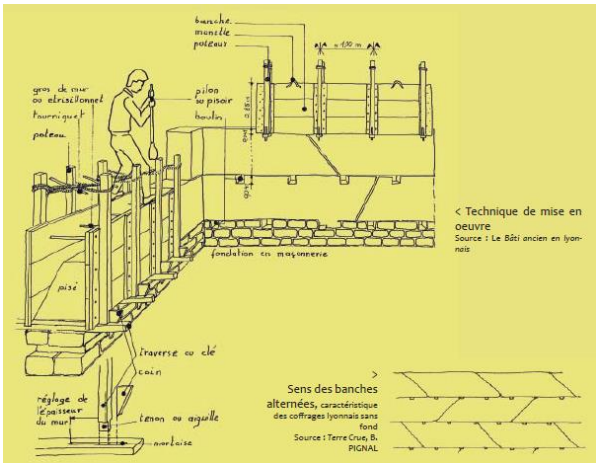
CONTEXTE: Identification



Modénature
caractéristique



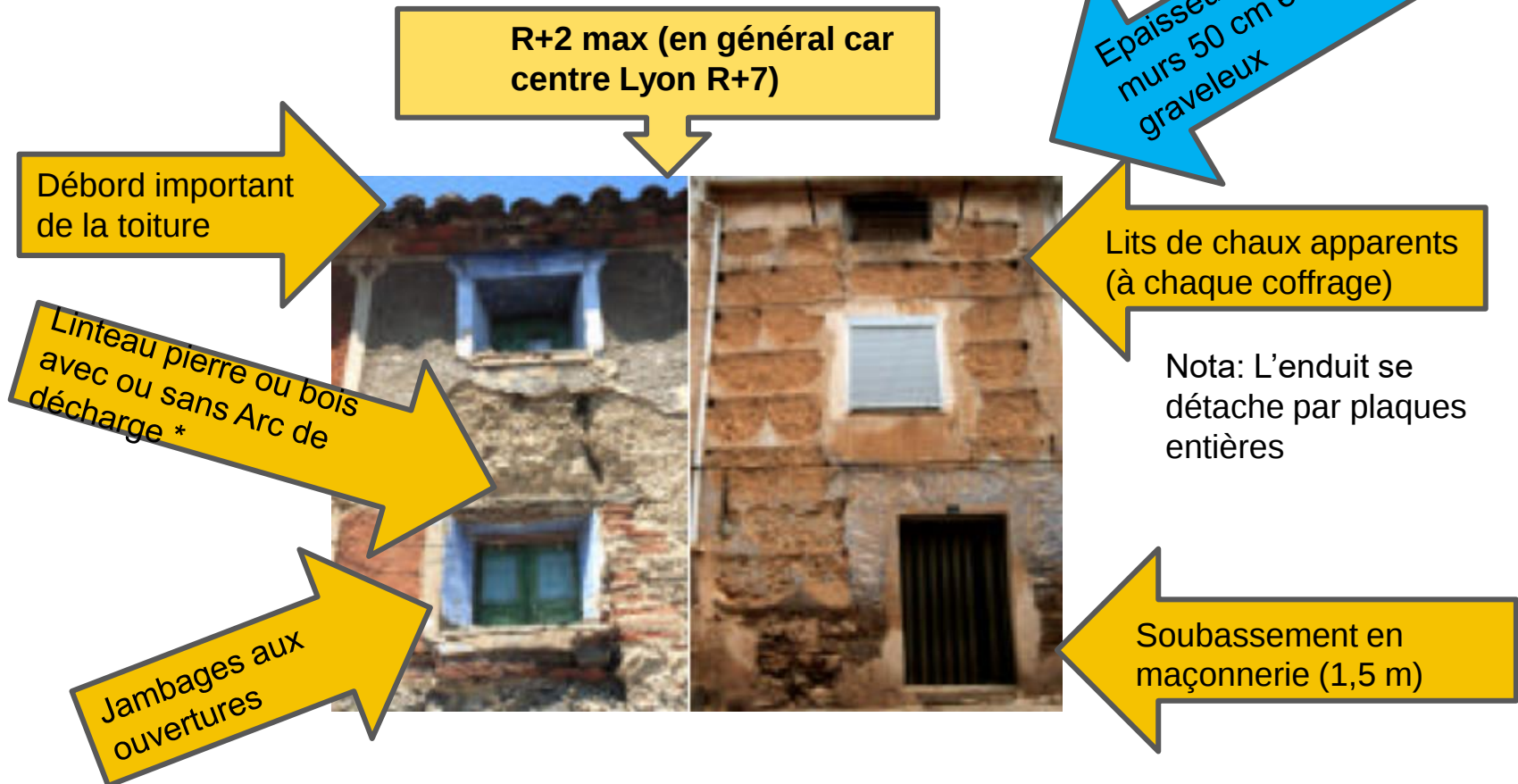
Mémo procédés terres crues:
Pisé=> en bandes
Adobe=>briques
Torchis=>sur lattes
Bauge=>murs épais, avec fibres,
sans bandes, finition tranchée



Mise en œuvre du pisé

RISQUES DES BATIMENTS EN PISÉ (MURS EN TERRE CRUE)

Identification: Façades caractéristiques (époque fin 1800)



- Arcs de décharge (exemples sur maçonnerie)



RISQUES DES BATIMENTS EN PISÉ (MURS EN TERRE CRUE)

CONTEXTE: Identification ex. en Centre urbain de Lyon



Le matériau est
difficile à identifier
dans certains cas
!!



40 ans après



A.S.C. 1981



D.A. 2011

Immeuble R+3,
facade en pierre et
pignon conservé en
pisé!

RISQUES DES BATIMENTS EN PISÉ (MURS EN TERRE CRUE)

RISQUES IDENTIFIES

1° La cause majeure des risques est due aux pathologies liées à l'eau
car

l'équilibre hydrique des murs est perturbé

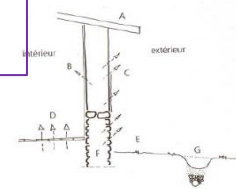
En effet

Normal à 2% d'humidité il devient dangereux à partir de 20 % créant ainsi un fort risque d'**écoulement** du matériau (terre) =>EFFONDREMENT RAPIDE!

Principe de conception des anciens:
« Bottes et chapeau » !

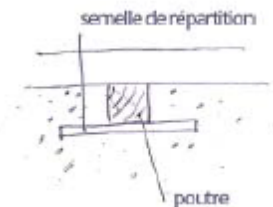
En cause: 3 facteurs =>

- 1: projection d'eau en partie supérieure
- 2: remontée capillaire par le soubassement
- 3: murs périphériques isolés int./ext.(ciment, placo,..) empêchant le processus de changement de phase (eau/vapeur)



2° Causes secondaires des désordres sur le pisé

- Altérations mécaniques des appuis de pièces porteuses
- Murs sapés extérieurement (ruine localisée)
- Tassements différentiel du sol
- Ajouts de pièces de béton et autres matériaux « durs »



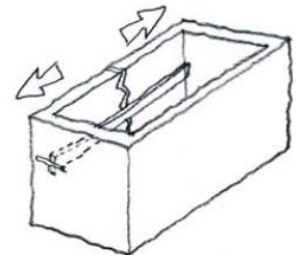
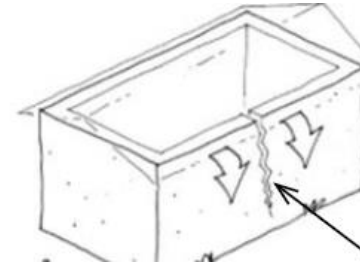
RISQUES DES BATIMENTS EN PISÉ (MURS EN TERRE CRUE)

AUTRES RISQUES IDENTIFIES

Autres facteurs aggravants:

- 1: Réhabilitations exécutées hors des règles de l'art
- 2: Création de balcons ou d'ouvertures trop vastes
- 3: Pose d'un plancher en béton à l'étage, entraînant un cisaillement du pisé
- 4: Non bâchage du toit si incendie (même partiel)
- 5: Présence de parasites et rongeurs dans les murs
- 6: Non contreventement (ou défaillant) des longs murs

Exemple de réhabilitation conforme (pose d'une muraille)



Nota: le contre exemple dans ce cas, serait l'adossement d'un mur en béton contre le pisé

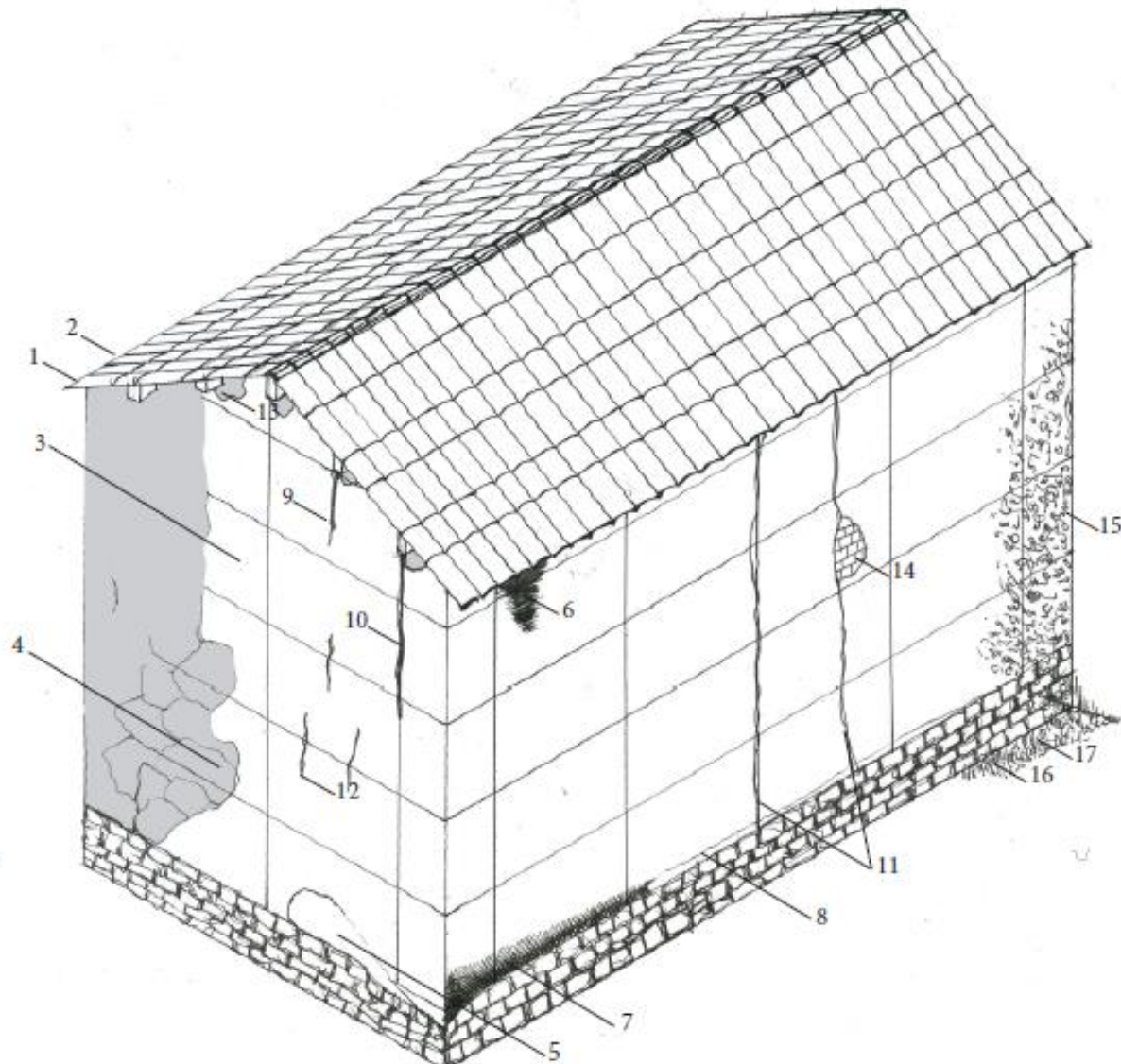
Autres exemple: Isère (38), région Rhône-Alpes =>



RISQUES DES BATIMENTS EN PISÉ (MUR EN TERRE CRUE)

Récapitulatif des pathologies caractéristiques rencontrées dans le Pisé

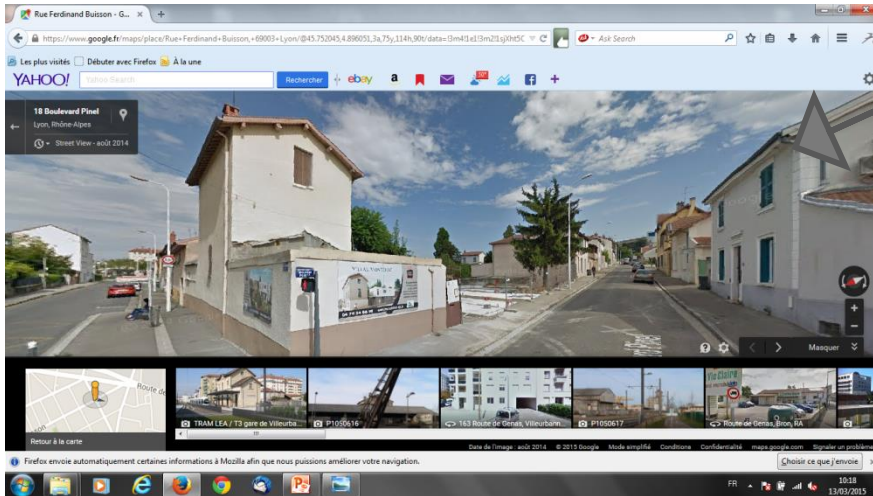
1. toiture pas assez débordante qui ne protège pas intégralement la façade contre l'érosion due à la pluie
2. absence de gouttière pour récupérer les eaux de pluies
3. érosion directe par la pluie
4. enduits étanches qui se décollent par plaque en commençant par le bas de la façade
5. tâches blanchâtres liées à l'accumulation de sels solubles
6. tâches noires liées à une érosion concentrée sur un point précis
7. marques d'humidité au-dessus des soubassements
8. sillon d'érosion au bas du mur, où les remontées capillaires s'évaporent
9. fissure de poinçonnement ou de cisaillement due à une charge excessive ou/et non répartie
10. flambement du mur et apparition d'une fracture verticale sous l'effet d'une charge verticale, peut être lié à la poussée de la charpente sur les murs
11. coup de sabre: fissuration verticale due à une mauvaise mise en oeuvre ou à un tassement différentiel lié à des problèmes d'humidité dans le sol
12. fissurations locales
13. cavités autour de la charpente rebouchées avec du ciment
14. lacunes rebouchées avec des matériaux inappropriés
15. végétation qui pousse sur les murs, entretient l'humidité et nuit à la résistance mécanique
16. absence de drainage, l'eau s'infiltre le long du mur
17. sol aux abords du bâtiment ne laissant pas l'humidité s'échapper: sol recouvert de plantation ou de revêtement étanche)



Auteur du schéma: Marie Chatel , issu de l'ouvrage« Conservation de l'architecture vernaculaire en pisé d'Isère

RISQUES DES BATIMENTS EN PISÉ (MUR EN TERRE CRUE)

Intervention SDIS 69, automne 2014 –Banlieue de Lyon, St Genez Laval, rue Ferdinand Buisson ,-Bâtiment R+2, type habitat individuel-
Cne Beroard/ Ltn Rigal



Contexte :
CHANTIER



Écoulement caractéristique
(flux directionnel sur la voie)

RISQUES DES BATIMENTS EN PISÉ (MUR EN TERRE CRUE)

Intervention SDIS 69 –Banlieue de Lyon- 2014, rue Buisson



Sources probables des événements ayant entraîné la ruine du bâtiment (liste non exhaustive):

- épisode pluvieux intense
- travaux mitoyens (vibrations/chocs)
- affaiblissements localisés et généralisés des murs en pisé
- tassement différentiel du sol
- fatigue et altération progressive du matériau dues à des campagnes successives de réhabilitation sévères (usage du béton entre autre)



Reprise de charges très dommageable pour le mur en pisé



Pisé désagrégé



Lits de chaux

RISQUES DES BATIMENTS EN PISÉ (MUR EN TERRE CRUE)

Autres Interventions /Lyon le 17/2/2012



Pas de précurseurs avant l'effondrement !
Secours partis pour une explosion au gaz!



Commentaires.....??



« J'étais juste à côté de mon père, en train de couper du bois, le mur est tombé d'un seul coup. Il n'y a eu aucun craquement avant. »

Autres Interventions
/Isère, Cne de
Flachères 16/3/2015

Au cours d'une
réhabilitation de 180 m²

RISQUES DES BATIMENTS EN PISÉ (MUR EN TERRE CRUE)

Interventions /SDIS 26, Hauterives, Sept 2014, Cdt Laurent Blanchard (CT SD)



Précurseurs: (début de méthodo !)

- Chutes de grandes plaques d'enduits dans atelier mitoyen
- Bombement de la façade sur rue + lézardes
- En cours de réhabilitation (mur de reprise des solives adossé au pisé)
- Fort épisode pluvieux d'automne



IM => COS = Mesures conservatoires prises :

- Sécurisation du périmètre (Pb accès banque)
- Etalement vertical plancher N1+ bâchage
- Découpage du mur donnant sur la rue

RISQUES DES BATIMENTS EN PISÉ (MUR EN TERRE CRUE)

Suite Interventions /SDIS 26, Hauterives, Sept 2014, Cdt Laurent Blanchard

À J+2

rapport d'expert + mise en péril imminent + début travaux de purge



AVANT



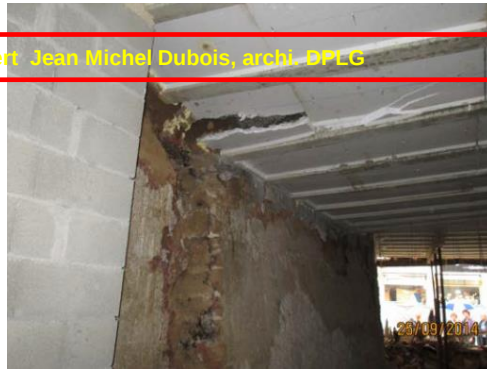
APRES

Absence de soubassement en pierres !!!!



Gonflement (clocage) du pied de mur en pisé

Crédits photos cabinet expert Jean Michel Dubois, archi. DPLG



Chenaux mal dirigée dans cour arrière: une des origines de la ruine (« bottes »)

Décrochage entre mur de maçonnerie et refend en pisé interrompus par la coulée du pisé

Travaux de réhabilitation

« Coup de sabre » visible sur refend mitoyen (à considérer parmi les Indicateurs)

RISQUES DES BATIMENTS EN PISÉ

Interventions /SDMIS 69, Janvier 2015, Villeurbanne, Lt Laurent MAGAND

Habitation R+2 en cours de rénovation; effondrement lors de la pose d'une mezzanine



Maison en pisé R+1 accolée avec mur mitoyen en parpaings de béton

Lézarde précurseur de l'affaissement du 2° pignon

Témoin des décollements antérieurs



Travaux de réhabilitation (mezzanine) interrompus par la coulée du pisé



« Coup de sabre » sur le mur pignon non chaîné avec les autres murs

Décrochage massif des enduits et affaissement du soubassement

CRÉDITS IMAGES

- BRGM
 - Qualités-Constructions
 - Réhabimed
 - Programme MEDA de l'Union Européenne
 - Mémoire D.U. Bâtir-session 2009-
 - Dorothée Alex-mémoire master ENSAL-
 - Terre Crue-Bernard Pignal-
 - Marie Chatel-conservation du patrimoine vernaculaire en pisé d'Isère-
 - Le Progrès.fr
 - Le Dauphiné.com
-
- SDIS 45
 - SDIS 67
 - SDIS 69
 - SDIS 26