



# Cavités 37

NUMÉRO 6

SYNDICAT INTERCOMMUNAL POUR LA SURVEILLANCE DES CAVITÉS SOUTERRAINES ET DES MASSES ROCHEUSES D'INDRE-ET-LOIRE

## La stabilité des caves

La très grande majorité des caves creusées dans notre région, s'établit dans les faciès crayeux, et plus particulièrement dans les tuffeux du Turonien.

Le tuffeau est une roche particulièrement sensible à l'eau, du fait même de sa constitution.

C'est une craie siliceuse, constituée de 35 à 80 % de calcite, carbonate de calcium, en moyenne proche de 50 %, de quartz et d'argiles, jusqu'à 10 %.

Il s'agit d'une roche poreuse, dont la porosité atteint 40, voire 50 %, avec des pores d'une taille moyenne de 3 à 5 micromètres. Elle dispose donc d'une grande capacité d'absorption de l'eau.

### Effets provoqués par l'eau

- **une augmentation de la charge pondérale de la roche**, par saturation en eau (classiquement 30 % de charge supplémentaire).



*Maçonnerie en pilier de soutènement*

- **une baisse des caractéristiques mécaniques du matériau** (Thixotropie) et notamment de la résistance à l'écrasement qui peut baisser de 40 %.

- **le gonflement de la fraction argileuse** qui intègre l'eau dans

sa propre structure.

- **la dissolution de la calcite**, accentuée par la teneur en CO<sub>2</sub> que l'eau peut contenir. Par évaporation, la calcite recristallise (en 6 à 12 mois) en une pellicule dure, imperméable, à quel-

ques millimètres de la surface. Ce "calcin" provoque une désstructuration de la surface du tuffeau, entraînant un colmatage et donc un piégeage de l'eau dans la roche, et une production de poussière récurrente.

- **la destruction d'une partie de la masse rocheuse**, par action des sels minéraux. Ces sels peuvent intégrer la phase poreuse du tuffeau, à partir des ciments, bétons ou le lessivage des sols superficiels.

### Action de la pression capillaire

Il existe une notion de teneur en eau critique de la roche, avec de part et d'autre des transferts qui s'effectuent soit en phase gazeuse, soit en phase liquide.

La pression capillaire est la variation de pression entre ces deux états. Si elle existe, un milieu poreux à pression atmosphérique peut conduire à un état en dépression de l'eau, dans la roche.

# L'origine de l'eau

Dans un contexte de zone sous-cavée, l'eau peut avoir plusieurs provenances.

## Les ruissellements en surfaces amonts

Une mauvaise maîtrise des eaux de ruissellement a des effets mécaniques directs sur la stabilité des coteaux. Elle peut y provoquer des ravinements, des glissements de sols, l'arrachement de blocs, le lessivage des fractures, la baisse de la résistance mécanique de la roche, l'accroissement des effets de la gélifraction.

Le défaut de maîtrise des eaux de ruissellement favorise également l'apport d'eau et d'humidité en profondeur, dans l'environnement direct des caves.

## Les facteurs aggravants des ruissellements en milieu rural

- . Remembrement et agrandissement des exploitations,
- . Abandon des élevages et des prairies pour la monoculture,
- . Suppression des chemins,
- . Mauvais entretien des fossés,
- . Suppression des haies, des mares,
- . Arasement des talus,
- . Allongement des rangs de vignes, plantation dans le sens de la pente,
- . Abandon des labours.

## en milieu urbain :

- . Augmentation des zones urbanisées,
- . Réseaux inexistantes ou sous-dimensionnés,
- . Évacuation des eaux usées et pluviales,
- . Construction dans les talwegs.

## Les infiltrations

Les infiltrations sont alimentées par le ruissellement de surface, et par les circulations d'eau en sub-surface. Ces dernières ne sont pas à négliger. Elles concernent des cheminements d'eau s'effectuant au toit de la masse rocheuse, sous les sols superficiels. Elles trouvent leur origine souvent très en amont, et sont à relier au contexte hydraulique global du plateau.

Ces eaux s'infiltrent vers les caves, grâce :

- à la porosité de la roche, qui autorise un bon transfert capillaire,
- aux fracturations naturelles de la masse rocheuse, et notamment aux fractures de décompression qui, alignées parallèlement au coteau, se placent perpendiculairement au sens d'écoulement,
- aux rétentions que forment les ouvrages maçonnés en tête et en front de coteau et qui ne sont pas drainés,
- aux systèmes racinaires de la végétation qui guident l'écoulement en profondeur.

## Les remontées capillaires

Les nappes phréatiques communiquent entre plateaux et vallées. Ainsi, la nappe phréatique de la craie est drainée par les fonds de vallées et les nappes alluviales. Nos caves sont, par endroits, situées à faible hauteur par rapport aux nappes. Celles-ci développent un front de saturation en eau dans la roche, favorisé par la capacité de transfert capillaire du tuffeau. Les nappes, enfin, subissent des fluctuations de niveau piézométrique.

Des remontées capillaires en piliers et parois sont donc fréquentes, provoquant l'affaiblissement de la résistance des assises de cave.

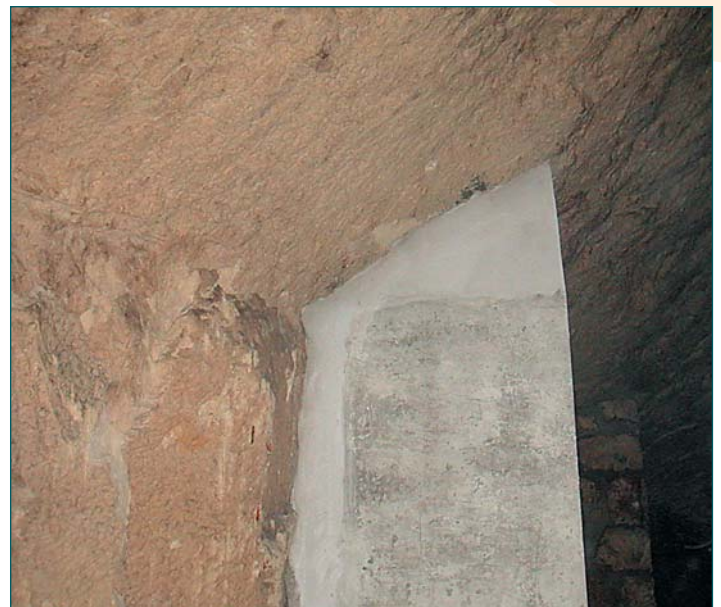
## L'humidité de l'air

L'air peut contenir des quantités d'eau importantes. La courbe de saturation totale est toutefois fonction de la température. Ainsi à 5 °C, l'air peut contenir 5,4 g

d'eau par kilo avant condensation, et, à 20 °C, l'air peut contenir 14,7 g d'eau par kilo avant condensation

De par sa porosité, le tuffeau dispose d'un pouvoir d'absorption élevé.

On remarque cependant que ce pouvoir d'absorption est surtout mobilisé lorsque la teneur en eau de l'air dépasse 80 %.



*Maçonnerie en pilier contre paroi*



*Maçonnerie en cadre*



# Les actions limitant l'impact de l'eau

L'eau est le "pire ennemi" du tuffeau. Des actions sur l'environnement de la cave peuvent fortement limiter sa dégradation.

## Actions sur le problème de ruissellement

### En secteur rural

- . Replanter des haies,
- . Maintenir des talus enherbés en tête de coteaux,
- . Éliminer les arbres de hautes tiges, dans une bande de 5 m depuis le front de coteau et entretenir une végétation adaptée,
- . Reprofiler les chemins en créant des contrepentes, rallongeant les temps de concentration,
- . Entretenir, restaurer ou recréer des fossés en amont de la tête de coteau,
- . Réaliser des ouvrages hydrauliques adaptés (bassin de rétention...),
- . Aménager des descentes d'eaux pluviales vers l'aval,
- . Pour les vignes : maintenir les rangs de vignes en retrait, restaurer l'enherbement sur les Tournières, nettoyer les fossés, réaliser des merlons en tête de coteau, limiter les longueurs de rangs en créant des chemins ou chevets à contrepente.

### En secteur urbain

- . Veiller à l'urbanisme, en évitant les permis de construire en tête de coteau ou dans les zones non desservies de réseaux.

## Actions sur le problème des infiltrations

L'action sur les infiltrations est plus délicate. Citons toutefois :



*Boulonnage fibre de verre*



*Projeté béton-fibre armé*

- la maîtrise des ruissellements amonts,
- la création de tranchées drainantes avec exutoire pour capter les eaux de subsurface en tête de coteau,
- l'entretien d'une végétation adaptée,
- le drainage des maçonneries créées en front de coteau.

## Actions sur la gestion de l'humidité

La gestion de l'humidité est un délicat équilibre à trouver dans l'occupation du site.

Les effets néfastes de l'humidité interviennent :

- lorsque le massif rocheux est soumis à des cycles d'imbibition et de séchage successifs,
- lorsque l'humidité ambiante est trop élevée,
- lorsque la température devient trop élevée :

**. Plus on chauffe, plus on prend le risque d'une condensation sur les parois,**

**. Plus on chauffe, plus l'air peut être chargé en humidité.**

Il n'existe pas de règles définies, mais un équilibre à trouver.

## Conseils

- Essayer de maintenir une constance des conditions environnementales et notamment en terme de température et d'hygrométrie. L'occupation saisonnière des troglodytes pose problème.
- Assurer une ventilation régulière de la cave, afin d'éliminer les surplus d'humidité de l'air. Pour cela, il convient :
  - . de ne jamais murer ou isoler une portion de cave,
  - . aérer régulièrement, en essayant, par exemple, d'ouvrir quotidiennement le troglodyte. Toutefois, en été, on veillera à aérer le soir ou tôt le matin, plutôt qu'en milieu de journée,
  - . installer une ventilation mécanique, si le circuit d'air se fait mal. Pour cela, il faut une prise d'air basse, et une extraction haute, l'air humide montant.
- Éviter les chocs thermiques et notamment des fonctionnements trop irréguliers des cheminées.
- En cas d'installation de VMC ou de déshumidificateur :
  - . coupler le déclenchement à un hygromètre, la gestion manuelle créant des irrégularités de conditions
  - . veiller à maintenir l'humidité entre 55 et 70 %. Bien que pour l'instant cela ne soit pas mis en évidence expérimentalement, on soupçonne qu'un assèchement trop important de l'air, accélère les transferts capillaires depuis la roche.
- En cas de création de dalle bétonnée au sol, maintenir un espace de 15 cm entre la dalle et les pieds de paroi, pour éviter tout piégeage d'humidité et limiter les remontées capillaires.



# Le confortement des caves

Comme pour les coteaux, les techniques de confortement de caves sont aussi variées que les situations d'instabilités.

Les travaux nécessitent la plupart du temps, l'intervention de sociétés spécialisées ou bénéficiant d'une bonne expérience.

## Les purges

Cette technique consiste "à faire tomber" volontairement et de façon maîtrisée des éléments instables et menaçants. Sont concernés les blocs, les rognons rocheux ou de silex, les plaques en décollement de voûte.

## Cavités 37

### en chiffres

En 2002, le Syndicat a réalisé :

- des expertises géologiques sur **66 communes** :
- **116 visites** diagnostics de stabilité
- **112 dossiers** d'assistance technique
- **370 caves** recensées
- levés topographiques sur 5 communes :  
244 caves soit 20 000 m<sup>2</sup>

## Prochain dossier

Droit du sol et du sous-sol

Parution prévue :  
2<sup>e</sup> semestre 2004

Édition novembre 2003,  
tirée à

10 000 exemplaires.

Directrice de publication :

Françoise Chenoffe

Rédacteur :

Christophe Léotot

Mise en pages :

MB Solutions

Impression :

Lagoutte Imprimeur

## Les stabilisations de masses

Elles s'effectuent par éléments d'ancrages, destinés à "rattacher" une masse instable, à une masse rocheuse compacte et stable, située à l'arrière.

### Les tirants d'ancrage

Il s'agit de tirants passifs, formés :

- soit de tiges fibres de verre, scellées à la résine, permettant de garantir le scellement et l'absence de corrosion. Elles sont non emboîtables, et leur longueur est limitée à 4 m voire 6 m au maximum,
- soit de tiges aciers, scellées au coulis de ciment. Elles sont emboîtables et leur longueur varie de 2 m à 12 m.

### Les clous (Split Set)

Il s'agit d'un dispositif dynamique de maintien, constitué d'une barre d'acier, introduite, sans scellement et en force dans un trou foré. Les longueurs sont relativement courtes et cette méthodologie est adaptée aux matériaux altérés où elle agit par resserrement.

## Les renforcements

Ils sont variables selon les cas.

- **Les maçonneries** qui nécessitent une assise sur roche en place :

- . les piliers assurent un soutènement ponctuel avec transmission des charges,
- . les poutres et linteaux assurent un blocage de contact contre les affaissements en décompression,
- . les arches maçonnées assurent un blocage de contact et un soutènement avec transmission des charges.

- **Les projetés béton-fibres** assurent un rôle de renforcement par homogénéisation de surface. Ils sont réalisés sur treillis ou grillage d'armature, ancrés avec clous ou tirants, avec un mortier à base de ciments spéciaux adjoints de sables siliceux et fibres.

## Les protections

Il s'agit d'ouvrages protégeant l'occupation des caves, sans confortement de la masse rocheuse.

- **dalle maçonnée**, portée, avec bourrage de contact ou non, dite dalle armée sur poteaux,

- **plancher poutrelles-hourdis** avec quilles de contact ou non.
- **grillage plaqué** (de type gabion de préférence) avec ancrage par clous ou tirants.

## Les revêtements

Il s'agit d'enduit projeté sur grillage d'armature ou non.

Le projeté doit être à base de chaux grasse (chaux éteinte ou chaux aérienne) qui a pour avantage de ne pas se fendiller, et permet de laisser respirer la roche, sans enfermer l'humidité.

Le dosage peut varier de 1/3 de chaux, si le sable est pur, à 1/5 de chaux, si le sable est d'une forte teneur en argile.

## Les comblements

Ils sont nécessaires lorsque la cave est menaçante, sans possibilité de confortement.

- **Le comblement hydraulique** : il s'agit d'un comblement gravitaire en sablon ou cendres (matériaux incompressibles) mis en place avec de l'eau. Cette méthodologie s'emploie lorsque la zone à traiter peut autoriser quelques tassements secondaires à terme.
- **Le comblement par sable-ciment** : il s'agit d'un comblement avec cohésion, gravitaire ou sous pression, assurant l'absence de tassements secondaires importants. Le dosage est faible, de 50 à 150 kg/m<sup>3</sup>.
- **Le comblement par coulis** assure un comblement et un renforcement de sols : coulis ciment ou coulis bentonite/ciment
- **Le comblement par coulis-mousse** : constitué de mousses dures, hydrophobes et expansives.



Maçonnerie en arc