

# Maçonnerie



Comme partout ailleurs, les constructeurs du Verdon ont employé des matériaux locaux comme la pierre sous toutes ses formes, avant la généralisation des composants industriels au début du xx<sup>e</sup> siècle. Mais plus que partout ailleurs, les constructeurs du Verdon ont eu recours à des techniques simples, en raison de la faiblesse de leurs moyens dans cette région alors peu développée, d'un approvisionnement en matériaux difficile. Si la maçonnerie de pierre est par nature isolante, plusieurs solutions sont possibles pour améliorer cette isolation, la difficulté dans la conception de cette amélioration sera de ne pas perdre les qualités intrinsèques du bâti ancien et notamment son inertie thermique.

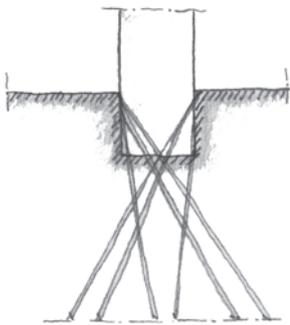
## Les fondations

Sur les reliefs, les constructions se sont généralement établies directement sur des affleurements rocheux, garantissant ainsi leur stabilité. Dans les vallées et les plaines alluviales, les fondations sont généralement construites en empilement de moellons\* de calcaire sur une largeur supérieure à celle des murs ; elles sont enterrées à une profondeur située souvent entre 0,50 m et 1,00 m.

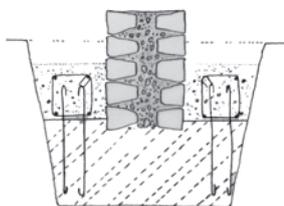


### Tassements différentiels

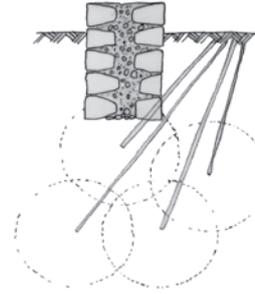
*Les fondations peuvent être soumises à des tassements différentiels dus aux descentes de charge irrégulières des maçonneries en élévation, ou à une résistance du sol hétérogène, notamment en raison de l'affleurement de la nappe phréatique. Le renforcement des fondations peut être assuré soit par leur élargissement en sous-œuvre en coulant du béton, soit par la mise en œuvre de micro-pieux si le niveau du sol résistant est trop profond, soit par l'injection d'un coulis de micro-fines de liants minéraux ou de résine expansive. La mise en œuvre de ces techniques ne peut se faire que par le recours à des spécialistes et après un diagnostic précis.*



Consolidation  
par micro-pieux



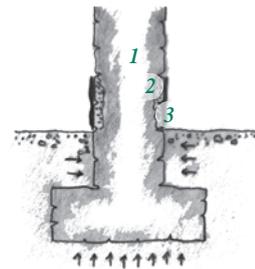
Réalisation  
d'un radier intérieur



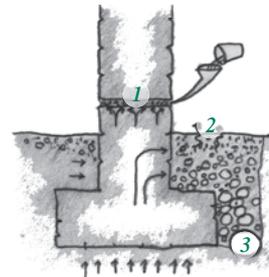
Injection de résine  
expansive ou de coulis  
minéraux de micro-fines

## Remontées capillaires

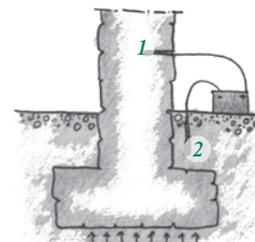
Les remontées capillaires sont banales en partie inférieure des murs des constructions provoquées par la porosité de la pierre calcaire, l'affleurement de la nappe phréatique. La présence éventuelle de sels dont la cristallisation désagrège la surface des matériaux les rend particulièrement visibles. Afin de protéger les maçonneries, il convient d'enduire régulièrement les murs d'un mortier ou d'une peinture à la chaux. Plusieurs méthodes permettent de limiter ou d'arrêter les remontées capillaires dans les maçonneries ; avant de choisir le procédé de traitement, il convient de procéder à une analyse détaillée de la situation du bâtiment et de ses matériaux.



1. Mur en maçonnerie de pierre  
2. Zone détériorée  
3. Croûte noire



1. Barrière étanche  
2. Evaporation de l'eau  
3. Drain en pvc



1. Barres en acier doux  
2. Tuyau perforé en acier doux

### **Drainage et ventilation périphérique**

*Ce procédé traditionnel consiste à creuser une tranchée périphérique à la base des murs pour favoriser l'écoulement des eaux à l'écart de la construction ; cette tranchée est remplie de pierres concassées et de gravier en surface, qui permettent l'assèchement des murs par évaporation naturelle.*

### **Barrière étanche**

*Ce procédé consiste à introduire horizontalement dans l'épaisseur du mur une barrière étanche, supprimant les pores par lesquels s'effectuent les remontées capillaires. Cette barrière étanche peut être constituée soit d'un liquide étanchéifiant (mortier de ciment avec hydrofuge, ou mortier de résine ou d'asphalte coulé), soit d'un film de matériau imperméable (plomb, cuivre, membrane bituminée, résine...).*

### **Le ciment, un liant artificiel à éviter dans les maçonneries anciennes**

*Les structures du bâti ancien, souples et déformables, sont incompatibles avec les mortiers de liants artificiels (ciments et chaux hydrauliques artificielles HL) qui sont durs, cassants et insuffisamment poreux. Ces mortiers artificiels, imperméables à la vapeur d'eau, empêchent l'évaporation de l'humidité naturelle contenue dans les murs, provoquant ainsi des remontées capillaires et un décollement des enduits. Afin de favoriser l'équilibre hygrothermique des maisons anciennes, on utilisera essentiellement de la chaux hydraulique naturelle (NHL) ou aérienne (CL), pour les mortiers de pose comme pour les joints.*

## Les murs

À l'exception des maisons à encorbellement, présentes tout particulièrement à Moustiers-Sainte-Marie, les constructions ont généralement une structure en maçonnerie : cette structure correspond aux murs maîtres, extérieurs ou intérieurs (murs de refend), qui supportent les charges.



Les murs en pierre de taille sont assez rares dans le territoire du Verdon : ils sont présents sur certains édifices monumentaux, tels que l'église de Moustiers-Sainte-Marie partiellement en tuf, ou l'église Saint-Victor de Castellane, en calcaire dur. En outre, quelques hôtels et maisons, notamment à Aups, Castellane ou Riez, présentent un soubassement en grand appareil de tuf ou de calcaire dur, tandis que les murs d'étage sont constitués de moellons\*. La pierre de taille est utilisée pour sa meilleure résistance à la compression. Dans le cas de maisons mitoyennes, les façades traitées en grand appareil sont généralement associées à des murs en maçonnerie hourdée.



1. Maçonnerie de galets et chaîne d'angle\* harpée, formée de blocs équarris de pierre dure (Montagnac-Montpezat)
2. Maçonnerie à joints en retrait de parement, formée de moellons\* de pierre dure calés à l'aide de petites pierres et de tessons de terre cuite (Peyroules)
3. Ecorché sur une maçonnerie de moellon\*
4. Maçonnerie de moellons\* irréguliers hourdés\* au mortier de sable coloré et chaîne d'angle harpée, formée de blocs équarris de pierre dure (Saint-Julien-le-Montagnier)
5. Maçonnerie de moellons\* enduite au mortier de sable coloré et chaîne d'angle\* formée de blocs de différentes pierres taillées, de dureté et de porosité variables (Saint-Julien-le-Montagnier)
6. Enduit jeté et recoupé à pierres vues, ayant partiellement disparu en surface (Castellane)

Les maçonneries de moellons\* de calcaire ou de galets sont montées au mortier de chaux ou de plâtre. Ces pierres brutes ou grossièrement équarries de dimensions variées sont parfois combinées entre elles ou avec des galets, formant des maçonneries hétérogènes. Les parements extérieur et intérieur du mur sont dressés de façon à ce que ceux-ci présentent une bonne planéité et que le mur ait une épaisseur homogène : pour ce faire, les moellons\* de parement présentent une face plane. Entre les parements, le remplissage du mur (blocage) se fait avec du tout-venant.

Pour une résistance et une cohésion suffisantes, les murs des constructions rurales modestes sont souvent de grande épaisseur, afin de compenser la faible quantité de liant incorporé dans le mortier des joints, la chaux ou le plâtre étant relativement coûteux (mortier maigre). L'épaisseur des murs peut dépasser 100 cm à la base, et a rarement moins de 40 cm en partie supérieure.

### La pierre sèche

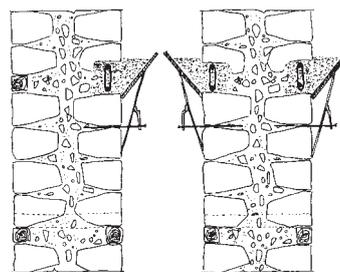
La maçonnerie de pierre sèche, constituée de pierres brutes empilées sans mortier, a de tout temps été utilisée par les paysans.

#### **Compression et traction**

*Les pathologies physiques des murs sont nombreuses : les résistances à la compression et à la traction sont variables selon la nature des moellons\* ou des blocs de pierre de taille. La compression peut serrer, comprimer jusqu'à l'écrasement de la pierre, comme la traction qui peut aussi rompre la pierre d'une maçonnerie. Cependant, les efforts doivent être observés et analysés au niveau des assemblages des éléments, à l'échelle de l'ensemble du bâtiment.*

#### **Fissuration**

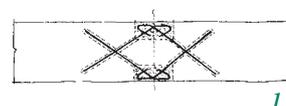
*Les fissures dues aux charges, aux poussées et aux efforts de traction, sont particulièrement sensibles quand les maçonneries sont de faible épaisseur. La solution technique pour remédier aux fissurations doit être déterminée après diagnostic d'un professionnel du bâti ancien. Selon les cas, le démontage et la reconstruction partielle du mur, la couture de la fissure, l'injection d'un coulis ou d'un mortier, le rejointoiement, la réalisation de chaînages, la pose de tirants ou la technique du plancher connecté sont autant de techniques de consolidation adaptées aux différentes conditions.*



*La fissure est cousue par des aciers. Ces aciers doivent être suffisamment longs ; ils sont en partie scellés dans les parois avec un mortier sans retrait, et pour les parties en surface, enrobés de béton (coupe et vue de dessus)*

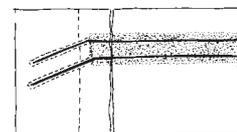
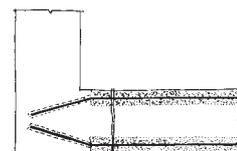


*Suivant la localisation de la fissure, la configuration des aciers diffère.*



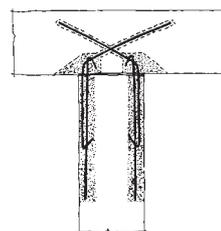
1

*1. En partie courante (coupe et vue en plan)*



2

*2. En angle (vue de dessus et vue de face)*



3

*3. En intersection de murs (vue de dessus)*



## L'Isolation des maçonneries anciennes

### Pourquoi isoler ?

- pour limiter les déperditions thermiques du bâti
- pour diminuer sa consommation énergétique et être moins dépendant des fluctuations du prix de l'énergie,
- pour améliorer le confort, hiver comme été,
- pour améliorer le confort acoustique,
- pour diminuer la pollution et lutter ainsi contre le changement climatique,
- pour améliorer la valeur de son bien.

Il est possible d'intervenir sur trois types de déperditions : surfaciques (au travers des parois opaques ou vitrées), liées aux ponts thermiques, et enfin au renouvellement de l'air (ventilation naturelle ou mécanique, conduits...).

### Isolation des murs : par l'intérieur ou l'extérieur ?

La question n'est pas simple à trancher : si l'isolation par l'intérieur est à privilégier dans un souci de conservation de l'aspect extérieur de la maison, il faut prendre en compte le fait que cette isolation diminue l'inertie thermique et le confort d'été. Mal mise en œuvre, elle peut supprimer l'inertie due à la masse des murs (pourtant utile au confort d'été) et causer de graves désordres hygrométriques.

L'isolation par l'extérieur est plus performante car elle permet de traiter efficacement les ponts thermiques, mais avec l'inconvénient de dénaturer potentiellement l'aspect de la façade.

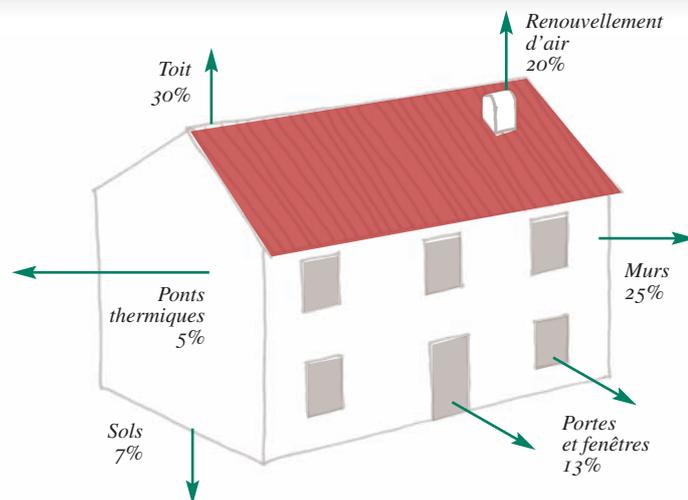
### Quels matériaux ?

#### En intérieur :

Il faut à tout prix faire appel à des matériaux respirants et donc perméables à la vapeur d'eau, qui pourront être associés à un enduit intérieur également respirant (ex. chaux et chanvre). On évitera les isolants conventionnels (laine minérale), qui, appliqués sur des maçonneries de pierre à forte inertie thermique, diminuent la performance d'inertie des bâtiments anciens, garante d'une relative fraîcheur en été. Autre atout, les matériaux respirants sont souvent plus sains et favorisent ainsi une meilleure qualité de l'air en intérieur.

#### En extérieur :

Par l'isolation extérieure continue du bâtiment, le « mur manteau » présente l'avantage de supprimer les ponts thermiques au droit des planchers et des murs de refend, qui représentent 5 % des déperditions thermiques et génèrent une condensation superficielle. En outre, l'augmentation de la masse des murs extérieurs par l'isolation améliore leur capacité à emmagasiner la chaleur de la journée pour la restituer en différé (déphasage), améliorant ainsi confort thermique d'hiver et d'été. Toutefois, sur le bâti ancien dont l'aspect extérieur ne doit pas être dénaturé, l'isolation extérieure des murs ne peut être mise en œuvre qu'à condition que ces derniers comportent peu d'ouvertures, et aucun décor de façade en relief (bandeaux, cordons, encadrements, chaînages...).



Déperditions thermiques moyennes d'une maison non isolée