

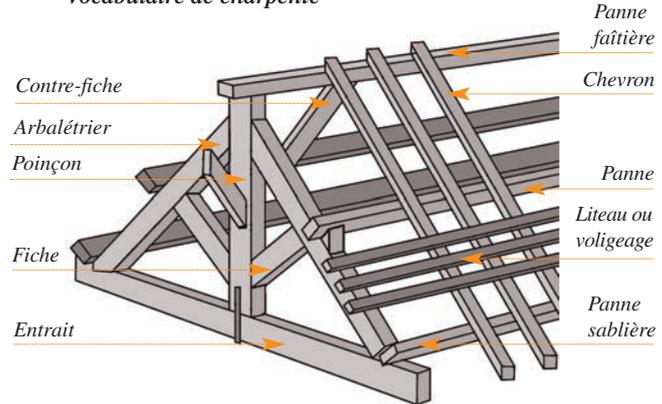
# Charpente & couverture

La toiture, composée de sa partie structurelle, la charpente, et de sa partie fonctionnelle, la couverture, constitue le « chapeau » du bâti. L'espace ménagé entre la couverture et le plafond haut du dernier niveau « courant » constitue les combles. Utilisé autrefois comme lieu de stockage, il est aujourd'hui bien souvent reconverti en surface d'habitation et pose alors le problème de son isolation thermique : les déperditions via la partie haute du bâti représentant la majeure partie des fuites thermiques.

## Les charpentes

Si les constructions les plus simples sont munies d'une toiture à pente unique, les toitures sont le plus souvent à deux pentes symétriques. Les pentes vont de 27 % à 35 % pour les toitures en tuiles rondes. Les charpentes sont généralement simples : les systèmes empilés constitués de pannes en pin, en peuplier ou plus rarement en chêne, sur lesquels reposent des chevrons (quartons), sont les plus courants. Généralement, les extrémités des pannes reposent sur les murs pignons\*. Quelques charpentes remarquables sont constituées de fermes\* assemblées reposant sur les murs de façade.

### Vocabulaire de charpente



**Pathologie des charpentes**  
 Les altérations des charpentes sont analogues à celles des planchers en bois : fentes du bois dues au vieillissement des pièces, fléchissement des pièces dues aux surcharges ou aux contraintes excessives du mistral provoquant des efforts de cisaillement et de rotation, destruction des pièces par des éléments organiques (champignons, insectes...) se développant en milieu insuffisamment ventilé.

Comme pour tous les éléments structurels, une intervention sur une charpente ne peut être faite sans le conseil de professionnels confirmés : ingénieurs et charpentiers. Une charpente peut être réparée éléments par éléments ;, ainsi après étaieement de la charpente, il convient de remplacer les pièces détériorées en adoptant un mode d'assemblage adapté en fonction de la nature des pièces (embrèvement, mi-bois ou tenon et mortaise). : Ces assemblages peuvent être consolidés par des agrafes, des sabots ou des anneaux

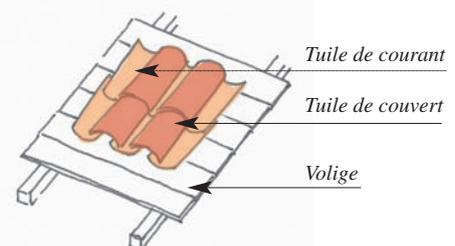
*en acier inoxydable boulonnés ; un traitement insecticide et fongicide doit être ensuite appliqué en surface et en profondeur de l'ensemble de la charpente.*

## La couverture de tuiles rondes

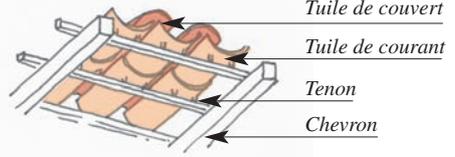
Héritée de la tuile romaine antique, la tuile ronde correspond au matériau de couverture traditionnel le plus courant dans le territoire du Verdon, comme dans toute la Provence. À partir du XIX<sup>e</sup>, les tuiles façonnées artisanalement, de forme galbée, ont été remplacées par des tuiles industrielles moulées, de forme tronconique, puis pressées, de forme cylindrique.

En Haute-Provence, les tuiles rondes ont une largeur moyenne d'environ 16 cm (petit galbe) à 20 cm (grand galbe), une longueur moyenne de 50 cm, et une épaisseur moyenne de 15 mm. Leur teinte dominante est beige, et plus rouge dans certains secteurs du Var, nuancée par le gris verdâtre des lichens. Les tuiles rondes sont soit scellées au mortier de chaux sur des carreaux de terre cuite (malons\*), reposant sur des chevrons, soit posées directement sur des chevrons. Ces derniers, réalisés à partir de rondins dont la section est coupée en quatre (quartons), suivent une pente de toiture d'environ 15° à 19°.

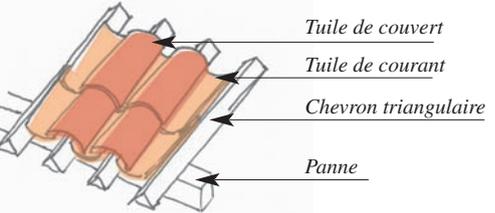
### Tuiles canal posées sur voliges



### Tuiles canal posées sur liteaux



### Tuiles canal posées sur chevrons triangulaires



### **Réfection de toiture de tuiles rondes**

La réfection d'une toiture en tuiles rondes doit privilégier la récupération des tuiles anciennes en couche de couvert, la couche de courant pouvant recevoir des tuiles rondes neuves de teinte proche de celle des tuiles anciennes. Si la toiture à refaire ne peut fournir suffisamment de tuiles anciennes en bon état pour poser la couche de couvert, il convient de poser en couvert des tuiles rondes neuves de teinte nuancée proche de celle des tuiles anciennes, en évitant les tuiles vieillies artificiellement, noircies sur tons paille ou rouge trop contrastés. On doit aussi veiller, lors de la pose, à panacher aléatoirement les tuiles neuves par rapport aux tuiles anciennes.

### **Surcharge des tuiles rondes**

Le poids des tuiles peut entraîner une altération de la charpente provoquant parfois son fléchissement ou sa rupture, avec pour conséquence une déformation de la toiture et l'infiltration des eaux. Pour éviter ce désordre, il faut surveiller régulièrement l'état de la charpente et de la toiture, en vérifiant son étanchéité à l'occasion de fortes pluies. Dans le cas d'une pose traditionnelle des tuiles sur carreaux de terre cuite, la dépose de ces derniers et leur remplacement par des plaques étanches peuvent être envisagés pour alléger la charge de la couverture, notamment si la sous-face de la couverture n'est pas apparente.

### **Infiltration des eaux**

Souvent fêlées après quelques décennies (faible résistance aux chocs, gélivité), les tuiles anciennes n'assurent pas toujours l'étanchéité de la toiture. En outre, un recouvrement de tuiles insuffisant peut provoquer des infiltrations par remontée des eaux. De même, la désagrégation du mortier de pose et l'accumulation de poussière déposée par le vent peuvent générer la pousse d'une végétation parasite, pouvant conduire à la fêlure des tuiles, puis à des infiltrations d'eau. Une visite régulière de la toiture pour remplacer les tuiles fêlées et un contrôle d'étanchéité lors de fortes pluies s'imposent.

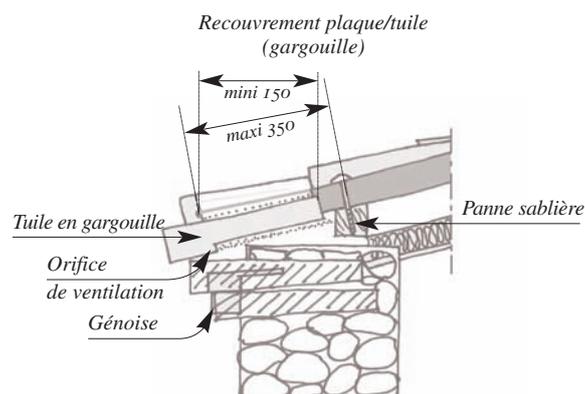


### **Les plaques de support de tuiles rondes**

De nos jours, la réalisation de la couverture est bien souvent assurée par des plaques de support des tuiles de couverture. Qu'elles soient rigides en fibre-ciment assurant l'étanchéité ou asphaltées flexibles, on doit veiller à ce que leur profil ondulé ou nervuré soit compatible avec le galbe des tuiles, et avec une pose « à deux tuiles », c'est-à-dire avec une couche de tuiles de courant supportant une couche de tuiles de couvert. La longueur des plaques, qui correspond au sens de la pente, doit être compatible avec l'entraxe des pannes ou des liteaux sur lesquelles sont fixées les plaques. Un rang de tuiles d'égout en gargouille, en recouvrement partiel des plaques, doit être

posé en saillie au-dessus des rangs de génoise scellés dans la maçonnerie. En rive de toiture, deux rangs scellés de tuiles de couvert superposées assurent l'étanchéité, le bord longitudinal des plaques étant situé en retrait.

Les plaques associées à un isolant thermique, et dont le profil ondulé est compatible avec une pose « à deux tuiles » en courant et en couvert, sont rares. Ces plaques sont fixées sur des panneaux isolants et les pannes de support. Les panneaux isolants, dont l'épaisseur se situe entre 10 cm et 16 cm environ, peuvent présenter des sous-faces de plafond aux finitions variées (lambris de bois, plâtre, panneaux acoustiques...).



## **La couverture de tuiles plates mécaniques**

Ces tuiles sont dotées de talons fixés sur des liteaux qui assurent leur bonne tenue sur les toits, y compris ceux à forte pente. Les tuiles plates mécaniques se sont imposées, notamment grâce à leur pose rapide et à leur étanchéité performante. Leur mode d'assemblage leur laisse en outre peu de prise au vent.



### **Surcharge des tuiles plates mécaniques**

Les couvertures de tuiles plates mécaniques étant lourdes, elles peuvent provoquer la rupture des charpentes insuffisamment dimensionnées pour cette charge. La couverture ne pouvant être allégée, un renforcement de la charpente s'impose.



### **Pathologies organiques des tuiles plates mécaniques**

Bien qu'étant moins poreuses que les tuiles rondes artisanales, les tuiles plates mécaniques peuvent accrocher divers éléments organiques (mousses, lichens, algues...) pouvant gêner l'écoulement des eaux à travers les joints entre les tuiles ou entre ces dernières et les rives. Après un nettoyage par brossage à l'eau, il peut être utile d'appliquer un hydrofuge (à base de silane ou de siloxane) sur les tuiles, afin d'empêcher la fixation d'éléments organiques.

## Les avant-toits

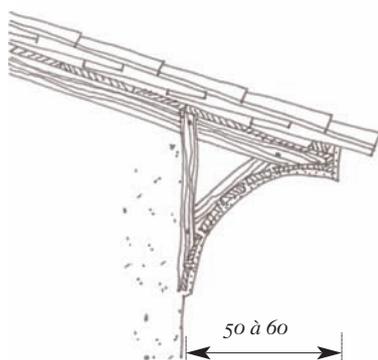
Les avant-toits, qui forment des débords de toiture, protègent les façades de la pluie et du soleil ; leurs supports sont de trois types dans le territoire du Verdon :

### Les génoises

Apparues au milieu du XVIII<sup>e</sup> siècle, les génoises comportent généralement deux à trois rangs de tuiles garnies, selon la hauteur de la façade à protéger, et quelquefois le rang social du propriétaire. Offrant une continuité entre la maçonnerie du mur et la couverture, les génoises assurent la meilleure protection contre le vent et la pluie. Si les génoises sur murs gouttereaux\* sont extrêmement courantes, en Haute-Provence existent aussi des génoises disposées en rive de toiture suivant un tracé incliné, ainsi que des génoises se prolongeant horizontalement en retour sur toute la périphérie du bâtiment, soulignant ainsi la base des pignons à pans de toiture symétriques.

### Les corniches à l'italienne

En coffrage de lattis de bois enduit de plâtre, les corniches à l'italienne sont plus particulièrement présentes en rive droite du Verdon. La plupart des façades qui bordaient l'actuelle rue Nationale de Castellane étaient jadis couronnées de corniches, qui ont été progressivement remplacées par des génoises.



### Les chevrons en débord

Sous voliges de bois, les chevrons à débord concernent tant les murs gouttereaux\* que les rives de toiture sur pignon, comme à Allons, village sous influence montagnarde. Dans certains cas, les chevrons ne sont pas apparents, ceux-ci étant fixés sur les voliges qui forment ainsi la sous-face de l'avant-toit.

1. Sous-face de toiture constituée de pannes (poutres) supportant des quarts (chevrons de bois équarri) entre lesquels sont posées les tuiles rondes de courant (canal)
2. Ginasservis
3. Rang de tuiles d'égout sur génoise à trois rangs balancés en angle droit (Régusse)
4. Génoise à deux rangs balancés suivant l'amorce d'un tracé courbe, et rang de briques pleines en rive de toiture (Ginasservis)



5. Génoise à trois rangs formés de haut en bas d'un rang de briques creuses, d'un rang de tuiles rondes alternées avec des carreaux de terre cuite et d'un rang de briques creuses (Saint-Julien-le-Montagnier)
6. Avant-toit formé de chevrons équarris (quarts) jointifs (Le Bourguet)



## L'isolation des combles

La toiture représente en moyenne 30 % des déperditions thermiques d'une habitation : c'est dire toute l'importance que revêt l'isolation des combles. Cette partie de l'édifice est aussi particulièrement soumise à la surchauffe estivale. Face à la nécessité de s'isoler du froid en hiver et de se protéger de la chaleur en été, il convient de choisir un matériau isolant répondant à cette double exigence. Les matériaux isolants se caractérisent par différents critères :

- le coefficient de conductivité thermique  $\lambda$  (en  $W/m^{\circ}C$ ) qui exprime sa faculté à conduire la chaleur : plus  $\lambda$  est petit, plus le matériau est isolant (les matériaux isolants courants ont des  $\lambda$  compris entre 0,035 et 0,050) ;
- la résistance thermique R (en  $m^2/{}^{\circ}C/W$ ) : pour une épaisseur donnée, plus R est grande, plus la paroi est isolante ;
- l'inertie thermique C, qui permet d'emmagasiner l'énergie captée par le matériau et de la restituer lentement pour un bon confort d'été, est proportionnelle à la densité du matériau (en  $kg/m^3$ ), à son effusivité ef (en  $Kj/m^2/seconde/{}^{\circ}C$ ) et inversement proportionnelle à sa diffusivité d (en  $m^2/heure$ ) : l'inertie doit être suffisamment élevée pour accumuler les calories avant de les restituer, suivant un décalage de 8 à 10 heures correspondant au déphasage jour-nuit.

Le confort dépend aussi du taux d'hygrométrie intérieure : la capacité d'un matériau à absorber l'humidité et à favoriser son évaporation vers l'extérieur (perméance) est à considérer. Les principaux isolants ayant les meilleures performances et dont l'énergie grise (quantité totale d'énergie nécessaire à la production et au transport du matériau) est limitée (13 à 90  $KWh/m^3$ ) sont :

- le liège expansé (en vrac, en rouleau ou en panneau) : ( $\lambda = 0,032$  à  $0,045$ ), bon isolant phonique ;
- l'ouate de cellulose (en panneau) : ( $\lambda = 0,035$  à  $0,040$ ) ;
- la laine de chanvre (en rouleau) : ( $\lambda = 0,039$  à  $0,048$ ), bon isolant phonique, bonne perméance ;
- les fibres de bois (en panneau) ( $\lambda = 0,042$  à  $0,070$ ).

Les isolants suivants présentent quelques inconvénients :

- Les laines minérales ou animales ont une faible conductivité thermique ( $\lambda = 0,035$  à  $0,045$ ), mais une inertie thermique insuffisante ; en outre, le traitement antimites de la laine de mouton est toxique.
- Le polyuréthane (en panneau ou en mousse) ( $\lambda = 0,025$  à  $0,030$ ) ou le polystyrène extrudé ou expansé ( $\lambda = 0,028$  à  $0,035$ ) ont une faible conductivité thermique, mais une faible inertie thermique ; en outre, ces isolants représentent une énergie grise trop importante (450 à 1100  $KWh/m^3$ ).
- Les isolants minéraux (perlite, vermiculite, verre cellulaire, argile expansée) ont une conductivité thermique trop importante ( $\lambda = 0,045$  à  $0,108$ ).

C'est souvent la mise en oeuvre de l'isolation qui est prépondérante dans la performance finale (homogénéité de la répartition, respect de l'étanchéité...).

### Combles non aménagés

Une fois l'étanchéité de la toiture vérifiée (film pare pluie), on pourra se contenter d'une isolation sur la dalle du plancher, plus facile à mettre en oeuvre. Si la dalle est formée de caissons on pourra combler ces derniers avec de l'isolant en panneau ou en vrac (plus efficace pour combler les recoins). Si l'épaisseur est insuffisante on peut recréer des caissons qui une fois isolés seront recouverts de simples panneaux de fibres de bois.

### Combles aménagés

On allongera le temps de déphasage (environ 12 h) en augmentant l'épaisseur de l'isolant pour limiter les surchauffes. Il est indispensable de faire appel à des matériaux ayant un déphasage\* plus important, comme le liège, la laine de bois ou la ouate de cellulose.

Attention aux sirènes des isolants minces réfléchissants ! Séduisants de par leur faible épaisseur et donc dégageant plus de volume disponible pour l'aménagement des combles, ces isolants sont plutôt des compléments d'isolation. Ils supposent une mise en oeuvre méticuleuse pour obtenir une étanchéité parfaite à l'air, mais de fait à la vapeur d'eau (matériau non respirant), ce qui est contradictoire avec la perméabilité à la vapeur d'eau requise dans l'habitat ancien.

Ventilation des combles : elle est importante d'une part pour limiter la surchauffe, d'autre part pour éviter la condensation et la détérioration prématurée de la charpente.