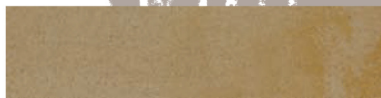
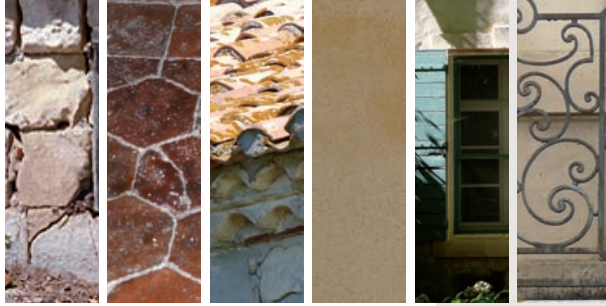


Cahier technique - n°9

Arts de bâtir traditionnels en Camargue

René Guérin - Ecole d'Avignon





Edito

Que vous soyez nouvel acquéreur d'un bâtiment ancien en Camargue ou qu'il vous ait été transmis par votre famille, artisan convaincu de l'intérêt du patrimoine bâti camarguais ou amené à intervenir sur sa rénovation de près ou de loin, vous possédez aujourd'hui une réelle responsabilité envers ces ouvrages que ce soit pour leur entretien, leur restauration et leur sauvegarde.

Rarement protégé, le patrimoine architectural en Camargue est néanmoins riche et diversifié. Dépositaires d'usages et de savoir-faire toujours adaptés aux matériaux et au climat, ces bâtiments sont des œuvres de bon sens et de belle simplicité qu'il est important de savoir respecter.

Ce guide a été conçu afin de vous offrir l'essentiel des clés de la restauration de ce patrimoine, parfois malmené par méconnaissance. Appliquer un savoir-faire adapté permet d'éviter des erreurs de rénovation parfois irréversibles.

Vous trouverez aussi dans ce Cahier technique des informations sur les techniques de mise en œuvre des divers matériaux traditionnellement utilisés (pierre de taille, mortiers, enduits et badigeons à la chaux, tuiles...), des pistes pour l'intégration des nouvelles techniques et des méthodes pour éviter certains pièges.

Sommaire

Edito	
Introduction	1
1 . LA MAÇONNERIE	2
-MATERIAUX DE REMPLI	
-FONDATIONS	
-MURS	
2 . LES STRUCTURES HORIZONTALES	6
-PLANCHERS	
-VOÛTES	
-ESCALIERS	
-SOLS	
-CHARPENTES	
3 . LA COUVERTURE	10
-ROSEAU	
-TUILES RONDES	
-TUILES PLATES MECANIQUES	
4 . LES ENDUITS ET PEINTURES À LA CHAUX	14
-MULTIPLES FONCTIONS DES ENDUITS ET DES PEINTURES	
-SIMPLICITE DES FINITIONS	
-COLORATION ET DECOR	
5 . LA MENUISERIE	18
-PORTES D'ENTREES	
-FENETRES	
-MOUSTIQUAIRES	
-VOLETS EXTERIEURS	
-VOLETS INTERIEURS	
6 . LA FERRONNERIE	22
-LE FER UN MATERIAU RAREMENT UTILISÉ	
-GRILLES ET GARDE-CORPS DE L'ÉPOQUE INDUSTRIELLE	
-OUVRAGES HYDRAULIQUES	
Glossaire	24
Bibliographie	
Crédits	

Barruol G., Blondel J., Vianet R. (coordinateurs d'un ouvrage collectif), *Encyclopédie de la Camargue*, Buchet-Chastel, 2012.

Boissieu J., Clergue L., *Vivre la Provence et la Camargue*, Menges, 1983.

Bromberger C., Lacroix J., Raulin H., *Architecture rurale française : Provence*, Berger-Levrault, 1980.

Courriers du Parc, *Spécial mas de Camargue*, n°33, 1989.

Courriers du Parc, *Villages et hameaux de Camargue (tomes 1 et 2)*, n°37, 1991.

Courrier du Parc, Guérin R. (Ecole d'Avignon), *Richesses et secrets de l'architecture en Camargue*, n°57, 2010.

Dupuy P., *Le guide de la Camargue*, La Manufacture, 1990.

Durousseau T., *Salin-de-Giraud*, CAUE des Bouches-du-Rhône, 1985.

Durousseau T., *Salin-de-Giraud, une cité industrielle en Camargue*, Parenthèses, 2011.

Fréal J., *L'architecture paysanne en France*, Serg, 1977.

Livet R., *Habitat rural et structures agraires en Basse Provence*, Ophrys, 1962.

Massot J-L., *Maisons rurales et vie paysanne en Provence*, Serg, 1975.

Massot J-L., *L'esprit de restauration, l'art de restaurer en Provence*, Areha, 1986.

Crédits illustrations

René Guérin,

Parc naturel régional de Camargue,
Carl naudot photographies de 1900 à 1948 :

© Parc naturel régional de Camargue,
Musée de Camargue, David Huguenin,
Martine Lambert

Textes

René Guérin,

assisté de Jean-Jacques Algros, Laurent Labat
et Anthony Salema (Ecole d'Avignon)

Coordination

Elen Le Roux

Conception graphique

Martine Lambert

Impression

Imprimerie Laffont, Avignon

Avec la participation financière de :



Dépôt légal :XXXXXX
ISBN : 2-906632-37-6
ISSN : 1771-9704

Améliorer le bâti ancien tout en respectant son caractère

Les cabanes de pêcheur ou de gardian, constituées de branchages liés avec de la terre ou de la chaux et couvertes de roseau (sagne), ont longtemps symbolisé la construction camarguaise. Ces cabanes traditionnelles ayant presque toutes disparu depuis le milieu du XXème siècle, il n'existe plus véritablement d'art de bâtir spécifique à la Camargue. Cela s'explique aussi par la quasi-absence de matériau propice à la construction dans le delta du Rhône : durant de nombreux siècles, le fleuve a pallié l'absence de gisement en matériaux grâce au transport par barge de pierres de Beaucaire ou de Fontvieille ainsi que de moellons, permettant la construction tout au long de ses divers bras.

Si l'on ne peut se référer à une architecture vernaculaire liée à des arts de bâtir spécifiques, la Camargue présente toutefois une architecture typique, caractérisée avant tout par les contraintes géographiques et climatiques auxquelles est soumis ce territoire.

Les difficultés d'approvisionnement en matériaux et l'inondation régulière ont amené les hommes à rebâtir in situ, sur des terrains légèrement surélevés, plutôt qu'à étendre ou à délocaliser les constructions. Paradoxalement, cette permanence d'implantation bâtie a provoqué la disparition d'un grand nombre d'ouvrages anciens, alors que ceux-ci avaient été épargnés par les eaux.

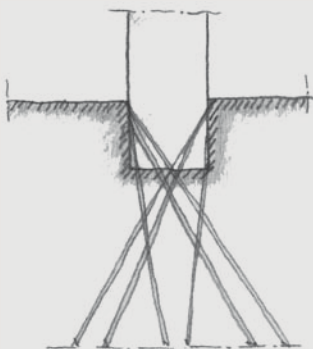
Excepté les tours de guet et quelques châteaux et mas importants, les constructions camarguaises dépassent rarement deux niveaux, en raison de la faible résistance du sol (delta alluvionnaire) et de la violence du mistral, pouvant soulever des tuiles ou arracher des ouvrages. Enfin, l'absence de relief a permis d'optimiser l'implantation en longueur des mas, avec des pièces d'habitation exposées au sud et abritées du mistral.

Les principes qui doivent animer les intervenants de la restauration ou de la réhabilitation du bâti traditionnel camarguais sont de deux ordres :

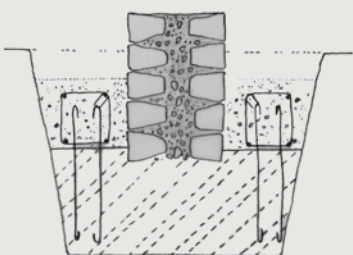
*- **Respect de la valeur patrimoniale de l'édifice** : celle-ci dépend de son histoire, de son architecture, de son décor, de ses fonctions, de son organisation. Les transformations telles que les adaptations aux normes de confort contemporain doivent respecter les caractéristiques de l'architecture originelle. Une analyse préalable des éléments patrimoniaux est donc indispensable à la définition de tout projet. Par exemple, des percements de baies en façade sont réalisés après étude de la composition de l'existant : alignements dans les travées, respect des proportions et de la taille des baies anciennes. Le changement des équipements des baies, tels que fenêtres, moustiquaires et contrevents, doit être étudié quant aux matériaux, aux proportions des ouvertures, aux colorations... Les éventuels changements de modèle se réalisent à l'échelle de l'ensemble du bâtiment et non à celle d'une seule baie.*

*- **Respect des caractéristiques techniques du bâti** : il s'agit de conserver la porosité et toute la souplesse des assemblages de matériaux relativement tendres que sont le bois et la pierre de taille ou les moellons de calcaire hourdés avec des mortiers souples.*

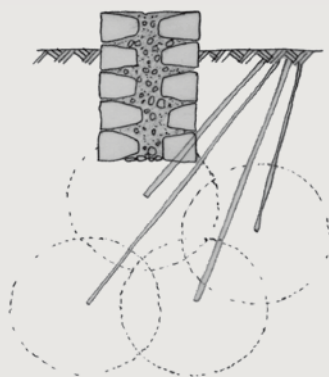
1 La maçonnerie



Consolidation par micro-pieux



Réalisation d'un radier intérieur



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

Des matériaux de rempli

Le coût élevé de l'approvisionnement en pierres a favorisé le emploi de matériaux anciens, ce qui explique le caractère composite de nombreuses maçonneries ; dans une logique d'économie de moyens, ces matériaux ont été utilisés pour leurs caractéristiques techniques, plus que pour leurs caractéristiques esthétiques.

Les fondations

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 relativement faible, située souvent entre 0,30 m et 0,80 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, soit par la mise en œuvre de micro-pieux, soit par l'injection d'un coulis de micro-fines de liants minéraux ou de résine expansive.

Les murs

Les murs sont constitués soit d'empilements de moellons de calcaire, soit d'assemblages de pierre de taille, soit de la superposition de ces deux maçonneries, avec moellons en rez-de-chaussée et pierre de taille en étage.

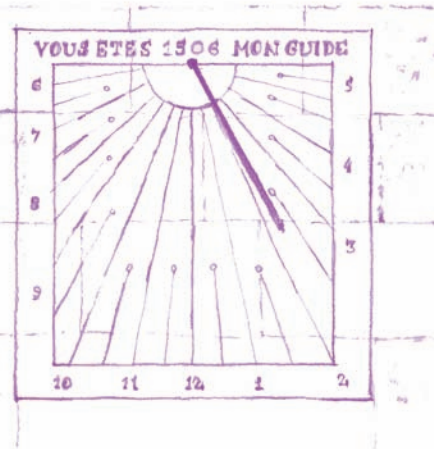
Les maçonneries de moellons hourdés au mortier de chaux sont constituées de pierres brutes ou grossièrement équarries de dimensions variées, et relativement homogènes par leur texture. Les parements extérieur et intérieur du mur sont dressés de façon à ce que ceux-ci présentent une bonne planéité et 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 se fait avec du tout-venant. Entre les moellons de parement, les maçonneries sont parfois calées par de gros cailloux afin d'améliorer leur résistance mécanique. Ces maçonneries sont protégées par un enduit au mortier de chaux et de sable, ou quelquefois par une simple peinture à la chaux.

Les maçonneries de pierre de taille hourdées au mortier de chaux

hydratée sont de faible épaisseur, diminuant ainsi les contraintes de charge sur le sol alluvionnaire peu résistant du delta du Rhône. En outre, le coût élevé du transport de la pierre par voie fluviale a certainement contribué à limiter la quantité de matériau mis en œuvre. Les blocs de pierre tendre ou ferme de Beaucaire ou de Fontvieille, aux dimensions normalisées (quéron, bugé et mié-bugé), sont dressés sur leurs six faces. Ces maçonneries sont la plupart du temps protégées par une peinture à la chaux, et plus rarement par un enduit, ce dernier étant peu adapté au manque d'accroche mécanique de la pierre de taille.

L'art des cadraniers exprimé sur la pierre

Les cadrans solaires qui ornent les façades des mas ont pendant longtemps été utiles à la vie quotidienne, avant que l'horlogerie ne se répande. En Camargue, ces cadrans gravés dans la pierre tendre comportent rarement une devise, leur décor se limite souvent au cadre ou à la calligraphie. Le cadran camarguais classique est formé d'un carré (quadran) vertical orienté au sud, divisé en rayons horaires de 15°, où l'heure est indiquée à partir de l'ombre d'une tige (le style ou le gnomon) orientée au sud et inclinée selon la latitude du lieu.



Quand les deux types de maçonneries sont superposés, les maçonneries de moellons sont plus épaisses que les maçonneries de pierre de taille dressées en partie supérieure. Le parement extérieur en pierre de taille se situe au nu du parement extérieur de l'ouvrage en moellons. Ces différents matériaux sont utilisés en fonction de leur résistance à la compression. La superposition des deux types de maçonneries permet de limiter les remontées capillaires en positionnant les matériaux les moins poreux en partie inférieure ; en outre, la pierre de taille est facile à dresser dans le cas d'une surélévation.

● Compression et traction

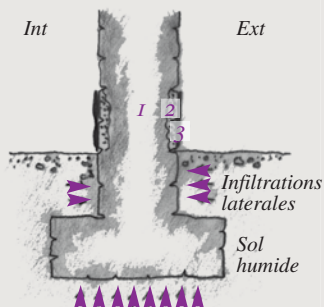
Les pathologies physiques des murs sont nombreuses : les résistances à la compression et à la traction sont variables selon la nature des moellons ou des blocs de pierre de taille. La compression peut serrer, comprimer jusqu'à l'écrasement de la pierre, comme la traction qui peut aussi rompre la pierre 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

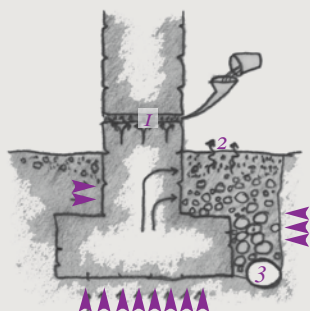
Les fissures dues aux charges, aux poussées et aux efforts de traction, sont particulièrement sensibles en Camargue, en raison de la faible épaisseur des maçonneries. En outre, la grande taille de certains bâtiments agricoles et de leurs charpentes conduit à l'apparition assez fréquente de cette pathologie.

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, 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.

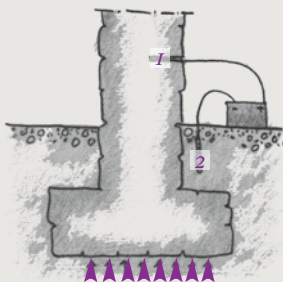
1 La maçonnerie



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



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



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

● Dilatation

La dilatation est un phénomène d'augmentation du volume des matériaux quand la température s'élève. L'assemblage de matériaux présentant différents coefficients de dilatation peut provoquer des désordres : sur les murs, la dilatation favorise le détachement des enduits et des peintures à la chaux qui sont accrochés et non collés aux maçonneries.

● Remontées capillaires

Les tensions de cristallisation ou l'hydratation des sels solubles véhiculés par les remontées capillaires sont banales en partie inférieure des murs des constructions camarguaises. La porosité de la pierre calcaire, l'affleurement de la nappe phréatique et d'eau parfois saumâtre, ainsi que la présence éventuelle de sels d'autre nature, provoquent la cristallisation des sels, générant des tensions et des compressions, qui désagrègent la surface des matériaux. 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.

- Drainage et ventilation périphérique

Ce procédé traditionnel consiste à creuser une tranchée périphérique à la base des murs pour 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...).

- Electro-osmose

L'électro-osmose est intéressante pour les édifices importants : il s'agit d'une méthode basée sur l'utilisation des tensions électriques pour faire migrer l'eau chargée de sels vers le pôle négatif, dans le sens inverse de la remontée capillaire. Grâce à l'implantation d'électrodes en cuivre dans le mur et en fer dans le sol, la polarité mur/sol est inversée. Parallèlement à l'électro-osmose, un liquide

étanchéifiant (phorèse) est injecté sous pression dans la maçonnerie : celui-ci provoque l'obturation des capillaires du mur, créant ainsi une barrière étanche.

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.

● Pluies acides

Des pathologies chimiques sont dues à la dissolution du calcaire des maçonneries par l'eau acide de la pluie : le renouvellement régulier d'une peinture à la chaux sur les enduits de parement ou la pierre de taille est indispensable à la protection des murs.

● Pathologies organiques

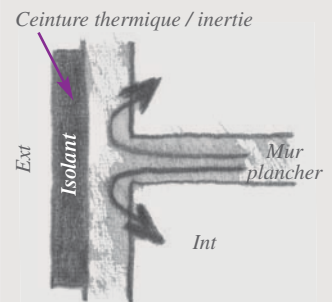
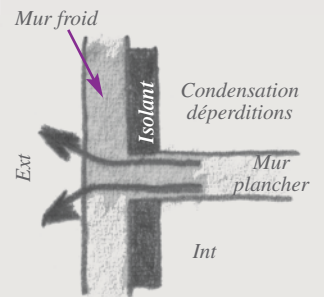
Elles correspondent au développement de matières organiques (moisissures, lichens, champignons...) sur les murs, en fonction de l'ensoleillement et de l'humidité. Au-delà de la mise hors d'eau et de la ventilation des bâtiments, il convient de traiter les murs par nettoyage à l'eau sous pression, brossage et utilisation éventuelle de produits fongicides.

L'isolation intérieure des murs

Dans le bâti ancien, en Camargue tout particulièrement, il convient de choisir un matériau perméable à la vapeur d'eau, isolant non étanche, qui peut être associé à un enduit intérieur de chaux et de chanvre. On évitera les isolants conventionnels, 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.

L'isolation extérieure des murs

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 le 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...).



2 Les structures horizontales

Les planchers

Généralement, les planchers sont constitués de matériaux de franchissement (les poutres), de liaison (les planches), de remplissage (les dalles) et de finition (les revêtements de sol).

En Camargue, le système le plus fréquent est le plancher à la française : grosses poutres sur lesquelles reposent des chevrons serrés recouverts de planches servant de coffrage perdu. La finition consiste en un revêtement de tomettes ou de carreaux de terre cuite scellés sur des chapes de mortier maigre. La section des poutres, la qualité du bois, l'espacement des pièces de bois, ainsi que la présence d'éléments décoratifs tels que les entrevous ou autres moulures d'accompagnement, caractérisent les planchers à la française.

Le plancher à chevrons (ques) est un plancher rudimentaire, réalisé avec des pièces de bois médiocre de section en quart de cercle, scellés à leurs extrémités et coulés dans un mortier de chaux ou de plâtre et chaux, sur un coffrage qui est ensuite démonté. Ce type de plancher est souvent combiné avec une pose sur poutres, la faible section des chevrons ne permettant pas le franchissement de longues portées.

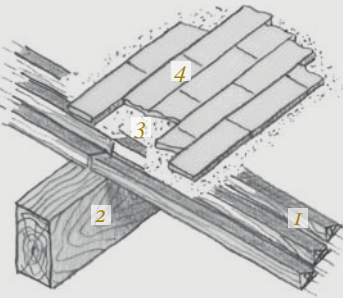
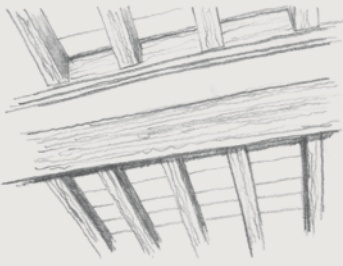
Certains planchers de bois ont tout à la fois une fonction de liaison, de remplissage et de finition aux étages des hangars et des remises, mais également dans certaines habitations, comme celles de la cité Solvay de Salin-de-Giraud, dont les plafonds sont habillés de plâtre appliqué sur lattis.

● Pathologie des appuis de plancher

Différents désordres peuvent apparaître au niveau des appuis : fentes du bois dues au vieillissement des poutres, fléchissement des poutres dues aux surcharges ou aux contraintes excessives du mistral provoquant des efforts de cisaillement et de rotation, destruction des poutres par des éléments organiques (champignons, insectes...) se développant en milieu insuffisamment ventilé.

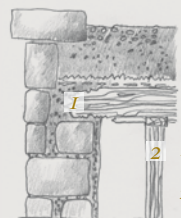
Si une seule poutre est dégradée à son extrémité, la pose, après étaieage, d'un corbeau en pierre et le regarnissage de l'extrémité de la poutre au mortier de chaux permet de former un nouvel appui ; si la poutre dégradée est de section rectangulaire, son extrémité peut être remplacée par une pièce de bois attachée par des plaques d'acier boulonnées.

En cas de dégradation généralisée des appuis, une poutre métallique IPN parallèle au mur d'appui peut supporter les poutres de bois en remplacement de celui-ci.

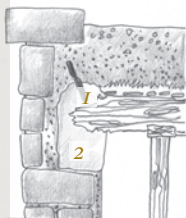


Plancher à chevrons

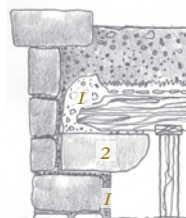
1. Chevrons
2. Grosse poutre
3. Ravoirage, mortier de chaux
4. Carreaux de terre cuite



1. Pourriture poutre bois
2. Etaieage couverture



1. Nettoyage bois pourri couteau à bois
2. Dégagement autour du bois



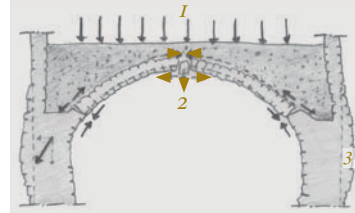
1. Mortier de chaux
2. Corbeau en pierre

Les voûtes

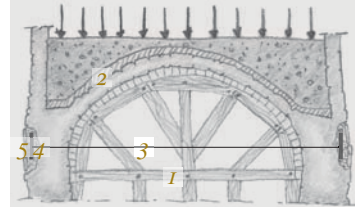
Certains châteaux et mas prestigieux comportent des voûtes : par exemple, le vestibule de distribution du mas de Boisverduin présente une voûte remarquable par ses croisées d'ogive à nervures et clé pendante. Certaines constructions, comme les habitations de la cité Solvay de Salin-de-Giraud, comportent des planchers à voûtains de briques sur poutrelles métalliques.

● Affaissement et fissuration

Les déformations et fissures constatées à l'intrados des voûtes sont généralement dues à une surcharge : après étaieage de la voûte, la décharge de l'extrados et la pose d'un tirant métallique au niveau de la poussée latérale maximale aux murs figurent parmi les solutions adaptées.



1. Charges supplémentaires
2. Affaissement clé de voûte
3. déformations dues aux charges



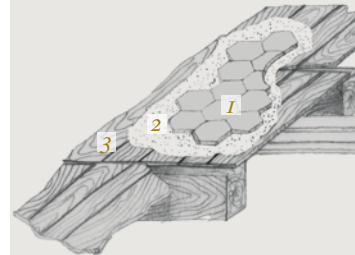
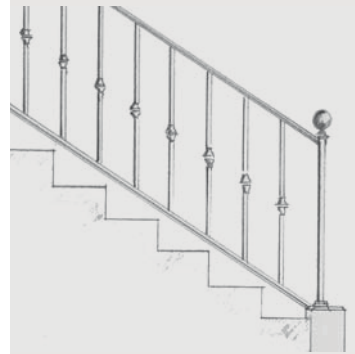
1. Etaieage de la voûte
2. Mortier chaux hydraulique
3. Tirant métallique
4. Plaques métallique
5. Placage en pierre

Les escaliers

La pierre de taille a été utilisée pour la construction des escaliers les plus nobles, les plus anciens étant à noyau central, à vis en colimaçon. Par la suite, ces escaliers ont été composés par volées et paliers en pierre, avec parfois des nez de marche en bois et un revêtement de carreaux de terre cuite ou de tomettes.

L'évolution des escaliers au fil des siècles

Outre l'escalier à vis, la forme la plus archaïque des escaliers camarguais est l'escalier à volée droite unique de forte déclivité. On trouve encore ces escaliers dans les logis rudimentaires datés du XIV^{ème} au XVI^{ème} siècle. Les cages d'escalier centrales à rampe unique, permettant une distribution symétrique des pièces, et caractérisées par leurs murs d'échiffre en pierre de taille, apparaissent au XVII^{ème} siècle. Les marches sont souvent hautes, quand les dimensions du bâtiment ne permettent pas une trop longue volée. On assiste par la suite à l'apparition des escaliers à rampe sur rampe dans les édifices du XVIII^{ème} siècle dont le plan est plus ramassé. Enfin, certains constructeurs de mas prestigieux adoptent des escaliers tournants dans la grande tradition du XVIII^{ème} siècle.



- Plancher à tomettes
1. Tomettes de terre cuite
 2. Ravoirage, mortier maigre
 3. Enfustage

Les sols

A l'origine, les sols en rez-de-chaussée des constructions modestes et des dépendances des mas étaient simplement formés de terre battue. Les sols en dalles de pierre calcaire et les tomettes de terre cuite demeurent les revêtements de sol les plus courants en Camargue. Le dallage de pierre est posé sur lit de sable ou de mortier de chaux. Les

2 Les structures horizontales



tomettes sont posées au mortier maigre en liant, sur une surface poudrée à la chaux et humidifiée, ou à l'aide d'une barbotine. Les sols de tomettes peuvent être agrémentés d'une pose décorative en tapis : le calepinage des tomettes dessine une composition géométrique de surfaces assemblées plus petites, de taille plus ou moins identique.

● Entretien des sols revêtus de tomettes

Le nettoyage des traces et des tâches peut s'effectuer à l'aide d'une solution d'acide chlorhydrique ou de cristaux de soude. L'application d'huile de lin ou d'un hydrofuge mat assure la protection superficielle des tomettes. Enfin, l'argile des tomettes peut être régulièrement nourrie par une dilution aqueuse de savon glycéринé et de cire liquide.



Les sols des combles, où l'usure due à la fréquentation est minime, sont souvent constitués d'un simple mortier de plâtre et chaux, résistant mais soluble à l'eau.



Les charpentes

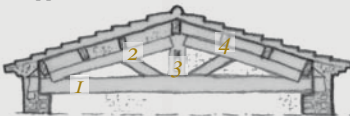
En Camargue, les toitures comme les charpentes sont généralement à deux pentes symétriques. Les pentes sont déterminées par les matériaux de couverture : environ 20° pour les toitures en tuiles rondes, environ 45° pour les toitures de roseaux (sagne), souvent remplacés par des tuiles plates mécaniques au début du XX^{ème} siècle ; à cette occasion, les toitures de certains bâtiments ont été réhaussées pour réduire leur inclinaison, afin de permettre la pose de tuiles.

Les systèmes empilés, constitués de pannes et de chevrons, sont les plus courants en Camargue. Généralement, les extrémités des pannes reposent sur les murs pignons. Ces charpentes peuvent aussi être posées sur des poteaux de bois avec contrefiches, ou posées sur des piliers centraux en pierre de taille à assise monolithique, notamment dans les bâtiments agricoles.

Dans les bergeries en particulier, les charpentes sont constituées de fermes assemblées à entrain retourné, poinçon et contrefiches, reposant sur des murs gouttereaux à contreforts maçonnés. Dans certaines constructions, telles que les chapelles, les fermes sont remplacées par des arcs doubleaux.



Charpente traditionnelle : les pannes principales soutiennent les quess, supports des tuiles (1. Panne 2. Quess)



Ferme en empilage (1. Entrain 2. Arbalétrier 3. Poinçon 4. Panne)



Assemblages (1. Avec embèvement 2. Mi-bois 3. À tenon et mortaise)

● 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.

Après étaieage 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 inox boulonnés ; un traitement insecticide et fongicide doit être ensuite appliqué en surface et en profondeur de l'ensemble de la charpente. En cas de détérioration d'une panne sablière, celle-ci peut être éventuellement remplacée par un chaînage horizontal en béton armé, sur lequel s'appuieront les entrails, reposant sur une membrane en néoprène protégeant le bois contre l'humidité.

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 λ (en $W/m^{\circ}C$) qui exprime sa faculté à conduire la chaleur : plus λ est petit, plus le matériau est isolant (les matériaux isolants courants ont des λ 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 1 100 KWh/m^3).
- Les isolants minéraux (perlite, vermiculite, verre cellulaire, argile expansée) ont une conductivité thermique trop importante ($\lambda = 0,045$ à $0,108$).

La paille de riz, un isolant particulièrement économe en énergie grise

La paille de riz est une matière ligneuse intéressante pour son bas prix et sa faible consommation d'énergie grise, celle-ci étant produite localement et n'étant pas transformée. Ce sous-produit encombrant, habituellement brûlé par les riziculteurs, peut être utilisé comme isolant épargné par les insectes et les rongeurs, qui ne digèrent pas la cellulose. En isolation des constructions existantes, l'usage de la paille de riz n'est envisageable qu'en pose sur plancher de combles perdus, sa tolérance à l'humidité étant faible, et son conditionnement en bottes de grandes dimensions ne facilitant pas sa pose.

3 La couverture

Le roseau (sagne)

À l'exception des bergeries de la Favouillane et du mas de Peint, les toitures traditionnelles couvertes de roseau ont disparu de Camargue, alors que les couvertures en roseau des pastiches de cabanes de gardian du milieu du XX^{ème} siècle n'ont qu'un rôle décoratif.



Seules les bergeries et les cabanes des marais étaient couvertes de roseau, avec des pentes de toiture d'environ 40° à 45°, permettant un écoulement rapide des eaux de pluie. Sur ces toitures traditionnelles, le nombre de rangs de gerbes était variable : à l'origine, les gerbes étaient régulières et de courte taille avec un pureau du tiers de la longueur de la gerbe, soit deux tiers de recouvrement. Sur les toitures plus tardives, le rang était souvent plus long, signe d'un travail moins soigné. Les roseaux étaient fixés par des baguettes de saule (coundorso), elles-mêmes fixées sur les chevrons. Le faitage, à l'extrémité duquel était posée une croix, était recouvert d'une large bande d'enduit ou de tuiles rondes scellées au mortier de chaux. La plupart des constructions présentaient une abside

semi-circulaire disposée au nord, surmontée d'une croupe permettant de limiter l'arrachement de la toiture au vent ; cette croupe était parfois entièrement enduite pour en améliorer les performances.

Les tuiles rondes

Héritée de la tuile romaine antique, la tuile ronde correspond au matériau de couverture traditionnel le plus courant en Camargue, comme dans toute la Provence. Au fil du temps, les tuiles façonnées artisanalement de forme galbée ont été remplacées à partir du XIX^{ème} siècle par des tuiles industrielles moulées, de forme tronconique, puis pressées, de forme cylindrique. En Camargue, les tuiles rondes ont une largeur moyenne d'environ 15 cm (petit galbe) à 25 cm (grand galbe), une longueur moyenne de 50 cm, et une épaisseur moyenne de 15 mm. Leur teinte dominante est rougeâtre, nuancée par le jaune grisé des lichens héliophiles.

Les tuiles rondes sont posées selon deux couches inversées : les tuiles de courant ou d'égout (extrados en bas) sont posées avec têtes (grand galbe) rapprochées en partie supérieure, et queues (petit galbe) espacées en partie inférieure. Les tuiles de couvert (extrados en haut), avec têtes (grand galbe) rapprochées en partie inférieure, et queues (petit galbe) espacées en partie supérieure.

Les tuiles rondes sont soit scellées au mortier de chaux sur des carreaux de terre cuite (parefeuilles ou 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 (ques), suivent une pente de toiture d'environ 20°.

Le faîtage et les arêtières sont formés d'un rang horizontal de tuiles rondes (de taille identique ou de plus grand moule) scellées au mortier de chaux étanche, avec un sens de recouvrement opposé au mistral. Les débords de toitures de tuiles rondes, qui protègent les façades de la pluie et du soleil, sont de trois types en Camargue :

- Les génoises, apparues au milieu du XVIII^{ème} siècle, comportent généralement deux à trois rangs de tuiles garnies, selon la hauteur de la façade à protéger ; offrant une continuité entre la maçonnerie du mur et la couverture, les génoises assurent la meilleure protection contre le mistral et la pluie.
- Les chevrons en débord sous voliges de bois, sont notamment présents aux Saintes-Maries-de-la-Mer.
- Les corniches en pierre de taille permettant une variété infinie de moulures, sont notamment présentes aux Saintes-Maries-de-la-Mer.

● Réfection de toiture

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 on récupère des tuiles de courant blanchies par carbonatation naturelle, il convient de les nettoyer pour retrouver leur teinte d'origine avant leur pose en couvert. 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.

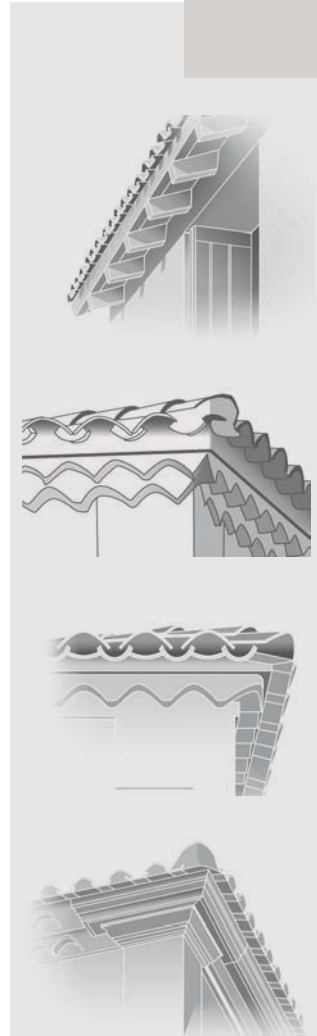
● Surcharge

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.

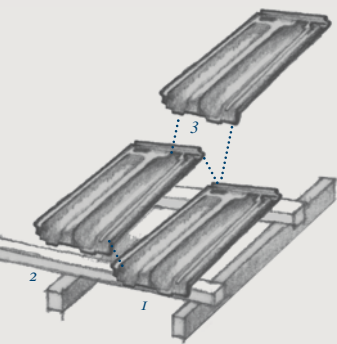
Pour éviter ce désordre, il convient de surveiller régulièrement l'état de la charpente et de la toiture, en vérifiant son étanchéité à l'occasion de fortes pluies. Dans le cas d'une pose traditionnelle des tuiles sur carreaux de terre cuite, la dépose de ces derniers et leur remplacement par des plaques étanches peuvent être envisagés pour alléger la charge de la couverture.

● 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



3 La couverture



Montage des tuiles plates mécaniques sur liteaux

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 tuiles plates mécaniques

A partir de la fin du XIX^{ème} siècle, on assiste au remplacement des couvertures de roseau qui n'ont pas bonne réputation auprès des compagnies d'assurance (risque d'incendie), ainsi que de nombreuses couvertures de tuiles rondes, par des couvertures de tuiles plates mécaniques provenant de Marseille. Ces tuiles sont dotées de cannelures et de rainures permettant leur emboîtement facile sur les liteaux ; ces tuiles sont parfois attachées à l'aide d'un fil de fer aux liteaux qui assurent leur bonne tenue sur les toits, y compris ceux à forte pente.



Les tuiles plates mécaniques s'imposent aussi grâce à leur pose rapide et à leur étanchéité performante. Leurs enclenchements et leurs faibles décrochements leur laissent en outre peu de prise au vent. Leur fabrication industrielle s'accompagne de nombreux accessoires tels que les tuiles faitières ou d'arêtiers, les tuiles de rive, ou encore les éléments décoratifs comme les épis de faitage. Outre les hangars agricoles et les bâtiments industriels du début du XX^{ème} siècle, les tuiles plates mécaniques couvrent les habitations de Salin-de-Giraud, dont les rives de toiture sont parfois décorées de lambrequins de zinc ou de bois chantourné.

● Surcharge

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

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.

L'intégration des capteurs solaires

Si chacun est conscient de la nécessité de développer l'énergie solaire photovoltaïque pour la production électrique, ou l'énergie solaire thermique pour le chauffage et la production d'eau chaude sanitaire, il ne faut pas pour autant installer des capteurs dans n'importe quelle condition. En toiture, seuls les capteurs plans et intégrés au toit pourront être posés, les capteurs sous vide (chauffe-eau individuels) ne pouvant être installés qu'au sol.

Dans les secteurs isolés, on évitera la pose de panneaux sur les toitures des mas de caractère : les ensembles agricoles comportent de nombreuses dépendances moins en vue, dont certains pans de toiture, exposés au sud, sont propices à ces installations. Quelque soit sa surface, les capteurs devront couvrir intégralement, ou à défaut partiellement, le pan de toiture sur toute sa hauteur (du faîtage à l'égout) ou toute sa longueur (d'une rive latérale à l'autre). Dans le cas d'installations sur des bâtiments de taille modeste, on veillera à ce que les capteurs couvrent l'intégralité d'un pan de toiture, ou à défaut, l'intégralité d'un élément architectural spécifique (auvent, marquise...).

A Salin-de-Giraud, dans le centre des Saintes-Maries-de-la-Mer ainsi que dans les différents hameaux, on veillera à limiter la pose de capteurs aux seules toitures ayant un impact visuel réduit, et à limiter la surface des panneaux par rapport à celle du pan de toiture concerné. On privilégiera la pose de capteurs au faîtage sur toute la longueur du pan de toiture (d'une rive latérale à l'autre).



4 Les enduits et peintures à la chaux

Les multiples fonctions des enduits et des peintures



En Camargue comme dans de nombreuses régions, les maçonneries ne sont jamais apparentes, celles-ci étant protégées par des épidermes à base de chaux. Ces couches d'enduit et de peinture à la chaux couvrent les parois intérieures et extérieures des murs.

Outre leur rôle primordial de protection des maçonneries, ces épidermes contribuent à améliorer l'éclairage naturel des pièces par le revêtement blanc des murs, ils permettent aussi de valoriser certains édifices par la coloration des parements et de la modénature ; ils peuvent enfin avoir une fonction antiseptique par le pH basique de la chaux.

Les enduits

Les mortiers de chaux naturelle

Les enduits sont appliqués sur les maçonneries de moellons de calcaire hourdés à la chaux ; ils peuvent être revêtus d'une peinture à la chaux, comme les maçonneries en pierre de taille. Les enduits, réalisés avec des mortiers de chaux, s'amortissent au nu du parement de maçonnerie et jamais en surépaisseur, laissant quand elle existe, la modénature de façade (bandeaux, cordons, encadrements, chaînages...) apparaître en relief. Les mortiers sont composés de chaux naturelle qui assure un rôle de liant, ainsi que de sables locaux de granulométrie fine dans la plupart des cas, qui assurent un rôle de charge. Les chaux grasses en pâte, utilisées jadis, sont remplacées de nos jours par des liants naturels que sont les chaux aériennes en poudre (CL : Calcic Lime et DL : Dolomitic Lime) et les chaux hydrauliques naturelles pures (NHL 2, NHL 3,5 ou NHL 5 : Natural Hydraulic Lime).

Les différentes couches d'enduit

Les enduits sont souvent réalisés en plusieurs couches successives. La première, de 5 à 8 mm d'épaisseur, appelée gobetis, assure l'accroche par un fort dosage en chaux qui augmente l'adhérence (5 à 7 volumes de chaux pour 10 volumes de sable sec, soit de 300 à 450 kg par m³ de sable sec). La deuxième couche, de 10 à 15 mm d'épaisseur, appelée corps d'enduit, renformis ou dressage, assure une planéité relative du mortier ; son dosage en chaux reste élevé pour permettre d'appliquer une épaisseur importante, si nécessaire (4 à 5 volumes de chaux pour 10 volumes de sable sec, soit de 250 à 350 kg par m³ de sable sec). Les deux premières couches peuvent être réalisées en une seule passe de mortier de chaux aérienne (CL ou DL) d'environ 10 mm d'épaisseur (6 volumes de chaux aérienne pour 10 volumes de sable sec, soit 300 kg par m³ de sable sec). Enfin, la couche de finition, de 5 à 7 mm d'épaisseur, est peu dosée en liant, pour éviter le faïençage, les chaux ayant du retrait à la prise (3 à 4 volumes de chaux pour 10 volumes de sable sec, soit de 150 à 250 kg par m³ de sable sec).

La simplicité des finitions d'enduit

En Camargue, l'enduit est traditionnellement lissé à la truelle. Cette finition est utilisée en façade, ainsi que dans les pièces d'habitation. Les murs des bâtiments agricoles annexes sont parfois simplement revêtus d'un enduit jeté, puis gravé au tranchant de la truelle, pour assurer la protection des maçonneries avec le minimum de mortier. Au début du XX^{ème} siècle sont apparus les enduits talochés. La faible granulométrie des sables de Camargue est à l'origine du faïençage de nombreux enduits ; en revanche, ces sables fins ont permis la réalisation de stucs.

● Décollement de l'enduit (cloquage) (1)

Quand la couche d'enduit sonne creux, elle s'est détachée de son support en maçonnerie, pour des raisons diverses :

- efforts différentiels aux dilatations dues aux chocs thermiques,
- maçonnerie saturée en eau ou mal préparée, le support ne permettant pas un accrochage suffisant du mortier,
- séchage trop rapide du mortier par temps sec, la maçonnerie n'ayant pas été préalablement humidifiée,
- talochage ou lissage trop tardif par rapport à la prise du mortier.

Après sondage au choc pour identifier et piocher les parties décollées, il convient de nettoyer et d'humidifier le support de maçonnerie avant l'application d'un nouveau mortier de chaux, dont la surface, raccordée aux surfaces d'enduit conservées, présentera une teinte et une texture identiques.

● Faïencage (2)

Le faïencage de l'enduit correspond à l'apparition de nombreuses microfissures en toile d'araignée, qui favorisent la pénétration de l'eau dans le mortier, et sont dues à divers facteurs :

- surdosage de chaux ou d'eau par rapport au sable,
- sable trop fin favorisant une prise trop rapide du mortier,
- retrait de l'enduit lors du séchage rapide.

On peut corriger l'aspect faïencé de l'enduit en le couvrant d'un badigeon, qui bouchera les fissures et empêchera l'eau de pénétrer. Cette peinture à la chaux sera appliquée sur enduit nettoyé et humidifié, en période tempérée, pour s'assurer que sa prise et son séchage ne soient pas trop rapides.

● Effet de spectre (3)

L'apparition, en surface de l'enduit de finition, des joints de maçonnerie, peut avoir différentes causes :

- épaisseur insuffisante du mortier,
- dosage insuffisant de chaux, rendant le mortier perméable.

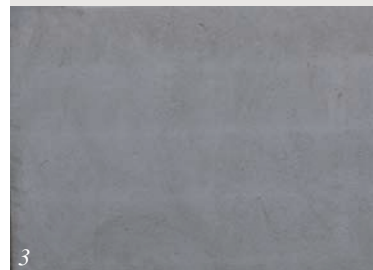
On supprime cet effet de spectre par l'application d'une couche de mortier permettant d'avoir un enduit d'épaisseur suffisante.

● Effritement (4)

La désagrégation par effritement de l'enduit peut avoir différentes origines :

- sable trop fin,
- évaporation trop rapide de l'eau de gâchage du mortier,
- chaux périmée (stockage trop long) ayant perdu sa fonction de liant,
- talochage ou lissage tardif,
- gel du mortier durant sa mise en œuvre.

La seule solution pour remédier à cette situation consiste en une réfection totale de l'enduit.



Les peintures à la chaux

A sec ou à fresque

Ces peintures sont des mélanges de chaux naturelle blanche et d'eau, ainsi que d'adjuvants et de pigments éventuels. La chaux aérienne (CL : Calcic Lime) offre l'avantage d'une meilleure luminance que la chaux hydraulique naturelle (XHN : Natural Hydraulic Lime) ; toutefois, quand la peinture est appliquée sur un enduit, il convient d'utiliser la même chaux que celle du mortier de support. L'application de la peinture se fait à la brosse (ou à l'éponge naturelle pour les patines) par trois couches successives croisées en terminant verticalement, facilitant ainsi l'écoulement de l'eau de pluie. Sur enduit existant préalablement nettoyé, l'application « à sec » nécessite malgré tout d'humidifier le support avant l'application de chaque couche de peinture, pour éviter une absorption de l'eau provoquant un farinage de surface. Sur mortier frais de chaux aérienne en phase de carbonatation, l'application d'une eau forte de chaux aérienne « à fresque » offre une luminance incomparable.

Du chaulage couvrant à la patine transparente

La variation du dosage de chaux permet d'obtenir différents types de peintures, correspondant à l'usage et à l'aspect de finition désiré :

- Le chaulage des bergeries et des écuries répond à un objectif antiseptique (1 volume de chaux en poudre pour 1 volume d'eau) ; cette technique est peu adaptée à la coloration (seuil de saturation des pigments de 5 % à 10 % du poids de chaux).
- Le badigeon est couramment utilisé sur maçonnerie enduite ou en pierre de taille (1 volume de chaux en poudre pour 2 à 3 volumes d'eau) ; cette technique couvrante ne permet pas de coloration soutenue (seuil de saturation des pigments de 15 % à 25 % du poids de chaux).
- L'eau forte ou détrempe à la chaux offre un aspect aquarellé laissant transparaître le support de pierre de taille ou enduit ; elle peut être appliquée « à fresque » (1 volume de chaux en poudre pour 4 à 6 volumes d'eau) ; cette technique couvrante permet une coloration soutenue (seuil de saturation des pigments de 35 % à 65 % du poids de chaux).
- La patine privilégie l'apparence de la texture du support de pierre de taille ou enduit (1 volume de chaux en poudre pour 10 à 20 volumes d'eau) ; cette technique couvrante permet une coloration saturée (seuil de saturation des pigments de 55 % à 95 % du poids de chaux).

Des adjuvants pour améliorer le lait de chaux

Divers adjuvants sont incorporés au lait de chaux, soit pour faciliter leur mise en œuvre, soit pour améliorer leur tenue dans le temps ; les plus couramment utilisés sont :

- le sel d'alun ou l'alun de potasse qui favorise la carbonatation de la chaux aérienne,
- la caséine ou la résine de synthèse qui améliore la fixation des pigments, mais limitent la perméabilité à la vapeur d'eau de la peinture,
- le détergent gras ou le fluidifiant à béton qui permet une dispersion homogène des pigments dans le mélange,
- la méthylcellulose (colle à papier peint) qui retarde le séchage et améliore la stabilité mécanique de la peinture.

● **Farinage (I)**

Le farinage se traduit par une mauvaise tenue du lait de chaux qui laisse des traces au toucher ; cette pathologie a différentes causes :

- séchage trop rapide de la peinture par temps sec, la maçonnerie n'ayant pas été préalablement humidifiée,
- surdosage de pigment et manque de résine (adjuvant nécessaire en cas de fort dosage de pigment),

- chaux périmée (stockage trop long) ayant perdu sa fonction de liant,
- gel du lait de chaux durant sa mise en œuvre.

En alternative au brossage, à l'humidification du support et à la réfection totale de la peinture, l'application de silicate d'éthyle permet la consolidation de la peinture altérée.

● Décollement (2)

Le décollement de la peinture peut être du aux facteurs suivants :

- présence d'hydrofuge dans l'enduit support,
- surdosage de résine en adjuvant du lait de chaux rendu imperméable,
- consistance trop épaisse du lait de chaux.

En cas de décollement de la peinture, son grattage à la spatule et sa réfection s'imposent.

● Efflorescences (3)

Une maçonnerie et un enduit support saturés en eau ou trop humides lors de l'application de la peinture peuvent provoquant une migration de sels ou de chaux libres au séchage. Dans ce cas, la réfection totale de la peinture est nécessaire.

● Disparition de la peinture superficielle (4)

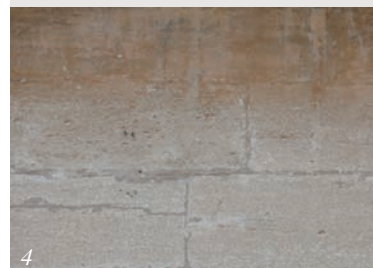
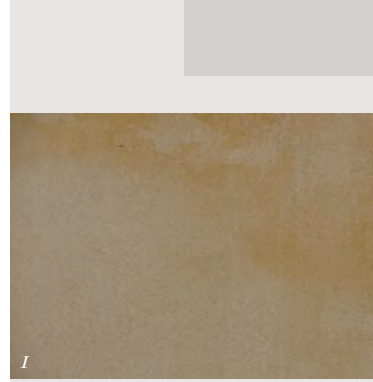
L'eau de pluie, chargée en gaz carbonique et en gaz sulfurique, dissout la chaux sur les parties de mur les plus exposées, tandis que de la calcite se forme par évaporation de l'eau sur les parties de mur les moins exposées. Dans ce cas, la réfection totale de la peinture s'impose.

La coloration et le décor

La coloration des murs correspond à celle des peintures à la chaux recouvrant les enduits et la pierre de taille. Le blanc est le plus commun ; il est rarement intentionnel, mais résulte de l'application d'un simple badigeon protecteur et antiseptique. Si les ocres jaunes et rouges ainsi que les terres naturelles ou calcinées sont connues depuis des siècles, les oxydes artificiels ne sont apparus qu'à partir du milieu du XIX^{ème} siècle. En extérieur, outre le blanc, on rencontre en Camargue principalement des peintures teintées d'oxyde de fer jaune ou de bleu outremer (ou bleu de Guimet, du nom du chimiste qui l'inventa) ; le bleu outremer ayant la réputation d'éloigner les insectes, son usage en Camargue est tout à fait logique. A l'intérieur, des plinthes de 40 cm à 80 cm de haut permettent de limiter l'impact visuel des salissures qui se concentrent en partie inférieure des murs et des cloisons.

Dans le cadre d'une réfection d'enduit ou de peinture à la chaux, il est important de réaliser des échantillons préalablement à l'exécution, afin de choisir la couleur du parement après un temps de séchage suffisant. Dans le cas des enduits, le sable doit être approvisionné en une fois, la coloration de ce matériau pouvant évoluer suivant les approvisionnements.

L'isolement des lieux d'exploitation et de vie ainsi que la circulation réduite des personnes ont rarement incité les propriétaires à décorer richement les façades de leur demeure, si l'on excepte les châteaux et quelques mas prestigieux aux façades sculptées en pierre de taille.



5 La menuiserie



Les portes d'entrée

Les portes en noyer des belles demeures, larges et épaisses, sont surmontées d'une imposte ajourée à petits bois pour éclairer le vestibule. Ces portes sont des faux grands cadres : en face extérieure, elles présentent des moulures massives, des panneaux en pointe de diamant, des pilastres à socle central ou en battant unique de chaque côté ; en face intérieure, ces portes présentent de larges planches horizontales en résineux, épaisses et clouées sur le devant. Ces portes à grandes pentures sont équipées d'une double serrure.

Les portes des habitations plus modestes sont simplement à deux plis, et surmontées d'une imposte vitrée. Ces portes, fabriquées de façon identique aux volets à deux plis, présentent une épaisseur supérieure qui leur garantit une solidité hors pair. Les portes de la fin du XIX^{ème} siècle ont l'aspect d'un parquet à languettes et rainures verticales. Une planche horizontale est souvent ajoutée au pied de la porte, pour renforcer et protéger cette dernière des éclaboussures de pluie.

● Exposition aux intempéries

De nombreuses portes d'entrée, mal protégées des intempéries et n'étant plus revêtues de peinture en partie inférieure, sont soumises à dégradation, que l'on répare trop souvent par la pose de planches en travers. Ces planches accélèrent malencontreusement le processus de dégradation en gardant l'humidité enfermée entre les deux épaisseurs de bois. Ainsi, les portes peuvent être attaquées par un champignon qui détruit le bois, qu'il convient impérativement de remplacer par des greffes. Pour éviter la dégradation du bois, il convient de revoir la pente du seuil de façon à assurer l'évacuation des eaux vers l'extérieur, d'une part, et de repeindre régulièrement la menuiserie, d'autre part.

Les fenêtres

Malgré un approvisionnement difficile en bois, les édifices camarguais présentent des fenêtres de style et de forme correspondant à leur époque. Les baies géminées du XIV^{ème} siècle de l'ancienne bastide où s'est implanté le mas Signoret sont certainement les plus anciennes qui ont été conservées en Camargue. La Tour d'Amphoux a conservé quelques fenêtres à appui et linteau moulurés du XVI^{ème} siècle.

Quelques anciens mas ont conservé partiellement ou totalement leurs fenêtres croisées à meneaux du XVI^{ème} ou du XVII^{ème} siècle comme Grand Romieu ou la Porcelette. Les fenêtres à vitraux rectangulaires (9 cm x 11 cm) maintenus par une résille de plomb, antérieures au XVII^{ème} siècle, ont été remplacées.

Le château de l'Armelière, édifié en 1606, présente de grandes fenêtres rectangulaires surmontées d'un fronton triangulaire brisé, caractéristiques du style classique à la française. A partir du XVIIème siècle, les fenêtres sont constituées de deux vantaux se fermant l'un contre l'autre en applique ; ces vantaux sont constitués de cadres à petits bois horizontaux et verticaux délimitant des carreaux d'environ 20 cm de côté.

Au XVIIIème siècle se généralisent les fenêtres à deux vantaux formant arc segmentaire ; ces vantaux sont munis de petits bois horizontaux et verticaux. Ces fenêtres présentent des moulures comportant un tore avec deux grains d'orge sur chaque coté, un chant sans grain d'orge pour dégager un petit boudin ; les petits bois sont à coupe d'onglet. La plupart des fenêtres de cette époque sont en résineux, à l'exception des plus nobles qui sont en noyer.

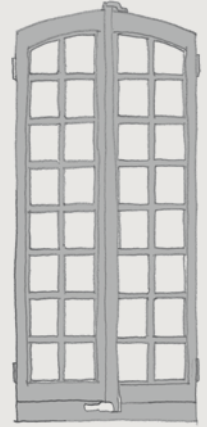
Au XIXème siècle apparaissent les fenêtres rectangulaires ou à arc segmentaire à grands carreaux. Ces menuiseries à deux vantaux munis de petits bois horizontaux comportent des carreaux qui occupent toute la largeur de chaque vantail ; ce dernier comporte généralement trois ou quatre carreaux en hauteur. Ces fenêtres présentent des moulures en quart de rond à coupe d'onglet ; les menuiseries simples plus tardives offrent des moulures arrêtées et des traverses sur les montants. La plupart des fenêtres de cette époque sont en résineux.

Les fenêtres camarguaises présentent en outre deux particularités :

- L'épaisseur des bois est inférieure de 2 mm à 3 mm par rapport à ce que l'on observe habituellement : ceci peut être du au coût relativement élevé du bois.
- Pour l'étanchéité à l'air des fenêtres, il existe une petite noix sur les montants de rive. Par contre, la grande noix et la gueule-de-loup sur les deux montants intérieurs sont souvent remplacés par une simple feuillure à mi-bois sur les deux montants : on peut supposer que malgré sa technique déficiente, cette application était un choix économique.

Les moustiquaires

Le delta du Rhône, constitué de nombreux marais et rizières immergées, est un milieu propice à l'habitat des moustiques. Ainsi, les moustiquaires figurent parmi les éléments de menuiserie caractéristiques de la Camargue.



Généralisées à partir du milieu du XIX^{ème} siècle, les moustiquaires, posées entre les volets et les fenêtres, encomrent quelque peu les tableaux de fenêtres, ce qui rend un peu difficile la manipulation des volets. Il existe des moustiquaires à double battant et à imposte fixe, ainsi que des moustiquaires coulissantes en guillotine.

Les volets extérieurs (contrevents)

Les volets constituent un rempart contre l'agressivité de la chaleur d'été et du mistral d'hiver, ainsi que contre les pluies du sud-est. En Camargue, les volets sont pour la plupart à deux plis, il existe aussi des persiennes à lames rases et des persiennes à lames arrondies.

Les volets à deux plis sont des assemblages de planches à languettes et rainures le plus souvent, ou des assemblages de planches à tenons apportés et chevillés pour les plus anciens. Les planches extérieures sont verticales pour assurer un bon écoulement des eaux de pluie, et les larges planches intérieures horizontales sont clouées sur les verticales pour assurer la rigidité de l'ensemble. Ces volets pleins assurent la meilleure protection contre les excès du climat.

Les volets, généralement épais d'au moins 40 mm, constituent une barrière isolante ; ainsi, durant l'été, il faut les laisser fermés pour se protéger de la chaleur, au détriment de l'éclairage naturel : les persiennes apportent une solution à ce problème, et permettent la ventilation des pièces. Il existe aussi des persiennes à lames orientables, peu nombreuses en raison de leur prix élevé.

● Exposition au soleil

Les rayons solaires sont particulièrement violents pour les peintures des menuiseries. Au soleil, le bois se rétracte de façon sensible, provoquant une rupture de la liaison peinture/bois en quelques années. La peinture s'écaille, puis tombe, le bois est mis à nu. Celui-ci est ensuite vite marqué par les fentes de rétraction et de dilatation. Fait aggravant, le bois nu garde l'humidité plus longtemps : son pourrissement commence par le bas des fenêtres, les vrillettes et les champignons font leur œuvre. Pour éviter la dégradation du bois, il convient de repeindre régulièrement la menuiserie.

● Vices de fabrication ou de pose

Ces défauts peuvent entraîner la dégradation de la fenêtre. La pièce d'appui du dormant sur le seuil du tableau de la fenêtre étant assise directement sur la pierre, elle retient les eaux de pluie, ce qui provoque un pourrissement du bois, voire des infiltrations d'eau dans la maison : on constate souvent des traces d'écoulement d'eau entre le plâtre et le dormant. Au-delà du changement éventuel de la pièce d'appui



altérée, il convient d'assurer une bonne évacuation des eaux en retaillant l'appui selon une forme de pente légère.

● Pathologies de structure

Des changements dans la structure d'un bâtiment posent souvent des problèmes de fermeture des menuiseries. La seule solution est le rabotage des traverses des fenêtres ou des portes. Ceci modifie l'étanchéité à l'air et à l'eau de la menuiserie. On constate parfois un gauchissement des montants qui modifie totalement la fermeture des huisseries, et est particulièrement difficile à corriger. Le rabotage des pièces d'appui et des jets d'eau de la traverse inférieure sont à éviter, car celui-ci empêche l'écoulement des eaux de la fenêtre.

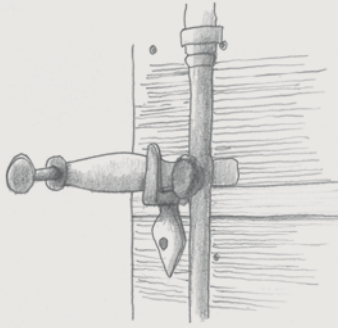
Les volets intérieurs

De nombreux mas et châteaux sont munis de volets intérieurs, qui constituent un bon isolant thermique, mais ne protègent pas contre l'effraction.

L'isolation thermique des fenêtres

Les portes et fenêtres ne représentent que 13 % en moyenne des déperditions thermiques d'une habitation. C'est pourquoi, quand l'habitation possède des menuiseries anciennes de caractère, telles que les fenêtres à carreaux du XVII^{ème} ou du XVIII^{ème} siècle, il n'est pas opportun de changer ces menuiseries, au risque d'altérer irrémédiablement le caractère de l'édifice. La pose de volets intérieurs isolants de bonne épaisseur peut compenser les déperditions thermiques nocturnes des fenêtres anciennes au mince vitrage.

6 La ferronnerie



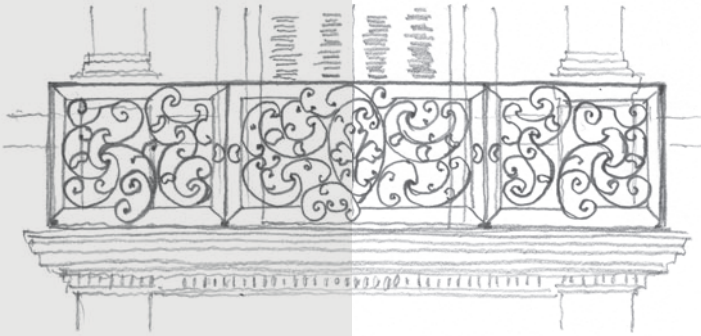
Espagnolette

Le fer, un matériau rarement utilisé

Il n'existe aucune trace en Camargue de foyer de production de fer. La proche Provence offrait une production accessible, mais comme tous les autres matériaux de construction, le fer utilisé en Camargue provenait vraisemblablement du nord, acheminé par le Rhône.

Un territoire comme la Camargue est beaucoup trop vaste pour se dispenser de ferronniers, même si l'importation de pièces était courante, les interventions ou les réparations urgentes étaient vitales pour l'outillage, la ferblanterie ou la chaudronnerie. De petits ateliers de travail des métaux existaient certainement, mais n'ont apparemment pas laissé de trace. Certains ateliers devaient être intégrés aux grands mas ou dans des maréchalleries.

Les grilles et garde-corps de l'époque industrielle



A l'exception de quelques grilles d'imposte, les ouvrages de ferronnerie antérieurs au XIXème siècle sont peu fréquents en Camargue. A partir du milieu du XIXème siècle, les rampes et les garde-corps de façades sont proposés couramment sur catalogue par de grandes entreprises de production.

Les modèles proposés sont de simple facture et modulables en dimensions ; leurs compositions type sont :

- un barreaudage rond équipé à mi-hauteur d'une bague de plomb ou de fonte moulurée ;
- un barreaudage rond surmonté d'une frise en plein cintre ou en ogive ;
- un barreaudage plat intercalé de volutes ;
- une composition libre majoritairement géométrique.

Les ouvrages hydrauliques

Excepté quelques martelières encore en usage le long de roubines, le manque d'entretien a ruiné certaines constructions telles que les éoliennes et les norias.

● Oxydation des jonctions

Les métaux ferreux sont riches en carbone, qui augmente sensiblement leur oxydabilité : la fonte par constitution et le fer forgé par pénétration superficielle pendant le forgeage.

Encerclée par le Rhône et bordée au sud par la mer, la Camargue au sol gorgé d'eau réunit les pires conditions pour la préservation du fer. Les ouvrages antérieurs au XIX^{ème} siècle ont rarement résisté, les assemblages rivetés étant sujets à dislocation rapide par oxydation des jonctions. Dans de telles conditions, selon l'importance des sections de fer, un défaut d'entretien peut entraîner la perte totale d'un ouvrage en vingt ou trente ans, pour des sections inférieures à 50 mm² (les plus courantes dans les compositions de volutes).

Le resserrage ou le remplacement d'un rivet disjoint ne présente aucune difficulté, et peut être effectué sans dépose. La principale précaution est une purge de la rouille dans la zone d'assemblage, et une imprégnation de produit de type Rustol avant le resserrage, directement sur le produit frais.

● Oxydation des assemblages avec d'autres matériaux

On doit porter une attention particulière à toutes les pathologies invisibles mais logiques : la pénétration d'un fer dans la maçonnerie ou son application sur le bois. La persistance de l'humidité dans ces cas d'implantation provoque des détériorations par accumulation de rouille feuilletée absorbante, qui ronge la pièce sur une surface qui ne peut pas être entretenue sans démontage (exemples : les scellements, les tirants pénétrant la maçonnerie ou les pentures de portes ou volets et leurs clous).

● Entretien des assemblages composites

Les mécanismes comme ceux des systèmes hydrauliques, parfois composés de métaux différents (fer, fonte, bronze), sont conservés par un graissage des pièces en mouvement. Leur détérioration est extrêmement rapide : en cas d'abandon de l'entretien, un pas de vis peut se bloquer en moins d'un an.

● Revêtements de protection

Le revêtement protecteur de zinc des tôles fines, comme celui des voilures d'une éolienne, peut être sujet à abrasion sous l'action du mistral, particulièrement violent en Camargue.

Dans la pratique, aucun film protecteur ne reste parfaitement étanche. Par le fait de son taux de dilatation différent de celui du fer ou par les légers mouvements dus à l'imprécision des assemblages, le traitement se fissure puis s'écaille. Cette attaque de la rouille n'est due qu'à la négligence ou au manque total d'entretien. Des retouches ponctuelles de peinture n'étant réalisables pour des raisons esthétiques, un produit d'imprégnation incolore très fluide (type Rustol) permet, par une application rapide sur toute la surface, d'infiltrer toutes les fissures et manques qui le nécessitent.



Eolienne de Pin Fourcat, aujourd'hui disparue

Arbalétrier : Poutre de charpente oblique supportant le rampant de toiture.

Arc doubleau : Arc transversal en saillie disposé sous l'intrados d'une voûte qu'il consolide.

Baies géminées : Ensemble de baies jumelées séparées par une structure verticale.

Barbotine : Mélange fluide de liant et d'eau.

Chaînage : Ouvrage structurel vertical ou horizontal de consolidation des murs. Les chaînes verticales, destinées à rigidifier les longs murs ou à consolider l'angle de deux murs, sont composées d'une superposition d'éléments plus gros ou plus résistants que ceux qui constituent la maçonnerie des murs.

Contrefiche : Pièce de charpente oblique reliant l'arbalétrier au poinçon.

Contrefort : Ouvrage vertical de maçonnerie ou de pierre, en saillie d'un mur que celui-ci supporte.

Coupe d'onglet : Coupe oblique à 45° d'une pièce de bois.

Embrèvement : Assemblage de deux pièces de bois à coupe oblique.

Entrait retroussé : Élément horizontal d'une ferme de charpente positionné au-dessus du niveau du pied des arbalétriers, afin d'optimiser le dégagement des combles.

Escalier à rampe sur rampe : Escalier tournant à retours constitué de volées droites parallèles et de sens contraire, sans jour central.

Ferme : Élément de charpente disposé verticalement suivant la largeur du toit, et composé généralement d'un entrait, d'un poinçon et de deux arbalétriers.

Gueule-de-loup : Assemblage de deux pièces de bois à coupe arrondie.

Hourder : Lier les éléments d'une maçonnerie à l'aide d'un mortier.

Imposte : Ouverture formant la partie supérieure d'une cloison, d'une porte ou d'une fenêtre, et par extension, dormant vitré d'une porte pleine.

Lambrequin : Pièce de bois ou de métal découpé formant une frise d'ornement en bordure de marquise, en rive de toiture ou en partie supérieure de fenêtre.

Liteau : Latte de bois fixée horizontalement sur chevrons et supportant des tuiles plates mécaniques ou des tuiles rondes à talon.

Malon (mot provençal) : Carreau rectangulaire de terre cuite.

Meneau : Montant ou traverse en pierre ou en bois divisant verticalement ou horizontalement une baie ou une fenêtre.

Mi-bois : Entaille de moitié de l'épaisseur d'une pièce de bois, et par extension, assemblage de deux pièces de bois entaillées.

Modénature : Profil des moulures d'une façade, et par extension, ensemble d'éléments de relief ou de décor de façade.

Mortaise : Entaille d'une pièce de bois ou de métal destinée à recevoir le tenon d'une autre pièce à assembler.

Mur gouttereau : Mur parallèle au faîtage du toit.

Noix : Profil de coupe de pièce de bois de section semi-circulaire.

Panne faîtière : Poutre maîtresse horizontale fixée en partie supérieure de la charpente, sous le faîtage du toit, et reposant sur le sommet du pignon.

Panne sablière : Poutre maîtresse horizontale fixée en partie inférieure de la charpente, et reposant sur le mur gouttereau.

Pignon : Partie supérieure du mur extérieur, située sous les rives du toit qui lui donnent une forme triangulaire.

Plancher connecté : Plancher mixte en bois connecté par vis à une dalle de béton armé offrant une résistance à la compression et formant chaînage de consolidation des murs périphériques.

Poinçon : Pièce verticale de charpente reliant l'entrait au faîtage, et supportant les arbalétriers.

Pureau : Partie non recouverte d'un élément de couverture ; le pureau des tuiles rondes représente environ les deux tiers de la longueur de la tuile.

Rampant : Versant de toiture.

Rive : Bord oblique de toiture en pente, et par extension, rang de tuiles longeant le bord.

Tenon : Pièce de bois ou de métal saillante destinée à être insérée dans une mortaise d'une autre pièce à assembler.

Tirant : Tige métallique horizontale fixée par boulonnage et tendue entre deux murs ou deux reins de voûte, afin de resserrer ces ouvrages.



Les cahiers techniques du Parc naturel régional de Camargue...

Cette collection mise en œuvre par le Parc naturel régional de Camargue est destinée aux habitants, aux usagers, aux visiteurs ...

Chaque ouvrage aborde un thème précis pour lequel il propose des informations, des schémas et dessins explicatifs, des exemples concrets de réalisation, des témoignages ainsi que les coordonnées d'organismes et personnes ressources.

Déjà parus :

Cahier technique n° 1

Les espaces naturels protégés

Cahier technique n° 2

Les milieux naturels et leurs usages

Cahier technique n° 3

Les jussies : des plantes qui envahissent les milieux humides de Camargue

Cahier technique n° 4

Les chauves-souris en Camargue

Cahier technique n° 5

Agir pour la nature en Camargue

Cahier technique n° 6

Pour une gestion durable de la ressource en telline sur les côtes de Camargue

Cahier technique n° 7

Passer votre maison au vert . Guide de l'habitat écologique en Camargue

Cahier technique n°8

Pour une gestion du risque parasitaire interne chez les bovins en Camargue

