

# CHARPENTE

Un pan d'histoire





CHARPENTE TRADITIONNELLE






















A low-angle, upward-looking photograph of a complex industrial wooden roof truss system. The structure is composed of numerous light-colored wooden beams and planks arranged in a dense, repeating pattern. Sunlight filters through the gaps between the planks, creating a series of bright, vertical light streaks across the entire scene. Small, blue, rectangular labels are attached to various points of the wooden structure. In the lower portion of the image, a concrete wall and a window are visible, along with a metal scaffolding structure on the right side.

Charpente industrielle  
Longues portées  
Entraxe 0,5-1,5m









The image shows the interior of a large, modern building with a prominent wooden beam structure. The ceiling is composed of a series of large, light-colored wooden beams that curve upwards in a series of arches, creating a high, open space. The walls are made of light-colored corrugated metal panels, and the floor is a smooth, light-colored concrete. On the right side, there is a staircase with a metal railing and a yellow wall. A black text box is overlaid on the right side of the image, containing the text "CHARPENTE BLC", "Portée > 100m", and "Entraxe 5-10m".

CHARPENTE BLC  
Portée > 100m  
Entraxe 5-10m







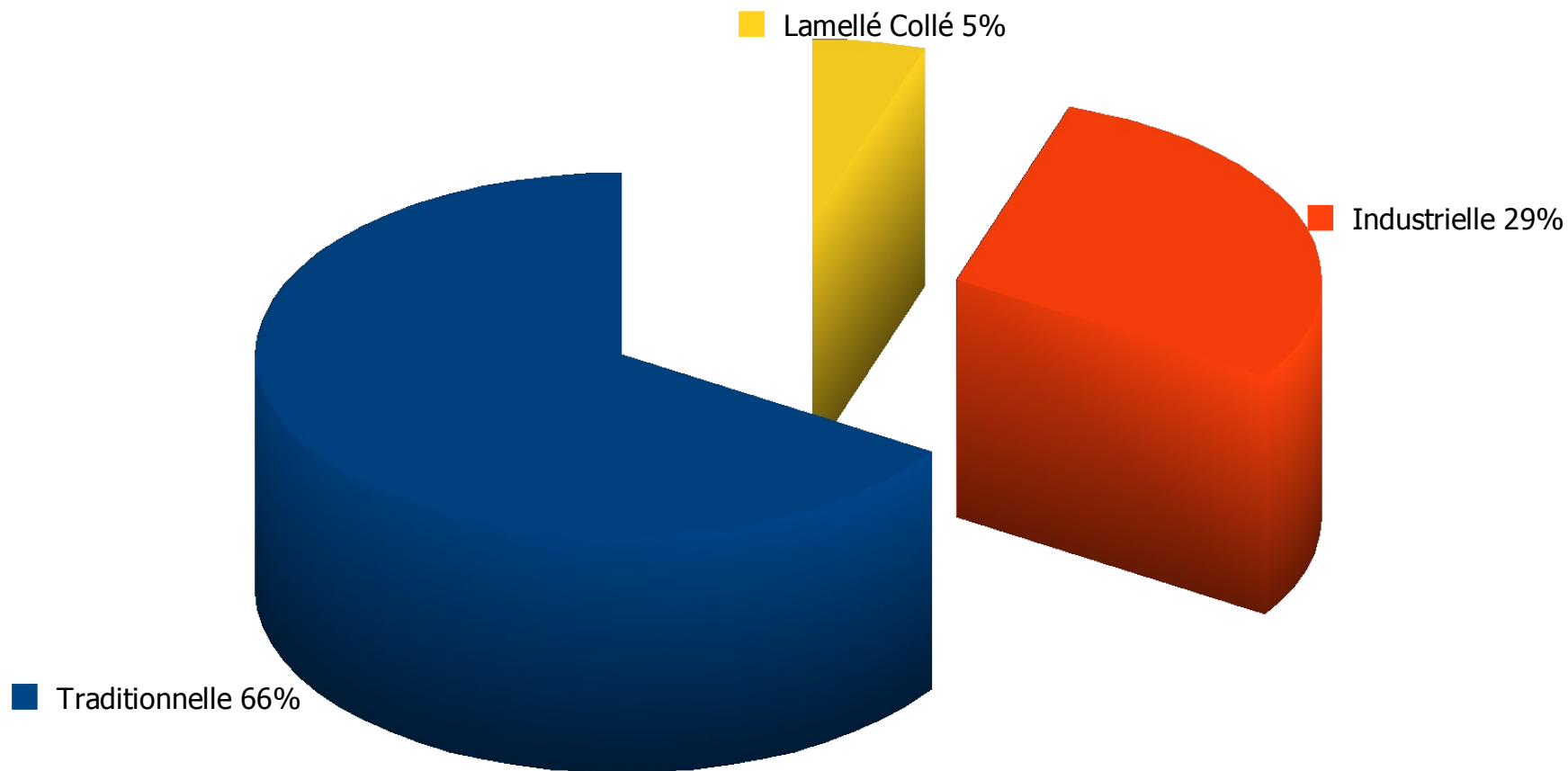


# CHARPENTE



Ca penche

# Sinistres par type de K<sup>^</sup>



K<sup>^</sup> industrielle : 50 % des bâtiments neufs, 29 % des sinistres



# Désordres en K<sup>^</sup> Traditionnelle

## Causes :

défaut de traitement

dimensionnement

Bois humide

Liaison au gros oeuvre

Assemblage

## Conséquences :

À 85% =

défaut de stabilité

(fuites = défauts de couverture)

# Désordres en K<sup>^</sup> Industrielle

Sinistres – –

Causes :

Insuffisance contreventement / antiflembement

Entraxe excessif

Problème de pose / mise en oeuvre





Contreventer  
... ou pas

# Autres désordres

Colombages

Fentes de séchage

Capricorne et autres insectes

Termites





MICHEL CHÉRON 2003



# COLOMBAGES

Destruction des pièces de bois

Dégradation du remplissage





# Fentes de séchage

Le plus souvent esthétiques

## Causes

Séchage du bois trop brutal

Humidité importante des bois

Fortes sections vendues humides

## Solutions préventives

BLC

Récupération

Séchage

Habillage



# CAPRICORNE

Développé par :

Usage des résineux

Non suppression de l'aubier

Densification de l'habitat

Chauffage

Traitement

CHIMIQUE

Préventif / Curatif





# TERMITES

Développé par :

Humidité, chauffage

Galleries : bois, PSE, plâtre...

Passages : joints de dilatation, fissures,  
vides sanitaires, gaines électriques

Traitement physico chimique

Préventif : Bande anti termites

Curatif : pièges





# MERULE

Développé par :

Bois humide et confiné

Traitement :

DIFFICILE

(combustion)

75% des cas de mérule

= fuites de chéneaux /

gouttières





# REPRISE DE CHARPENTE

# La **charpente,** mode d'emploi

Chantiers pratiques



EYROLLES

**Connaître** les bois de charpente

**Lire** les charpentes traditionnelles

**Diagnostiquer** les désordres

**Restaurer, modifier** des éléments de charpente



## Deux causes courantes de désordres

Constater la présence de désordres dans la charpente ne suffit pas à définir les travaux de remise en état. Il faut tout d'abord trouver l'origine du désordre, parfois très éloignée de l'endroit où il se manifeste.

### ■ Une humidité stagnante

Un élément de couverture déplacé peut ainsi, par la gouttière qu'il engendre et par le ruissellement de l'eau le long d'un poinçon, occasionner le pourrissement de l'assemblage qui lie cette pièce à l'entrait.

Si, dans un premier temps, l'humidité stagnante ne fait que permettre le développement d'un lichen un peu gras, sans conséquence pour le bois, sa persistance engendrera rapidement une association champignons/insectes qui lui est fatale. Le non-entretien de la charpente ainsi dégradée peut entraîner, à terme, l'effondrement de toute la travée.

### ■ Une faiblesse structurelle

La connaissance des façons de charpenter selon les époques de construction aide à la lecture des désordres. Le temps révèle parfois des faiblesses structurelles.

Ainsi, l'absence de faitage et de contreventement dans les charpentes des XII<sup>e</sup> et XIII<sup>e</sup> siècles a conduit les charpentiers du XVI<sup>e</sup> siècle à

reprendre ces ouvrages. Ils les ont contreventés par le faitage et le sous-faitage en y ajoutant liens et croix de Saint-André pour remédier au déversement des chevrons formant fermes.

*Un contreventement insuffisant, une mauvaise évaluation de la résistance des bois utilisés par rapport aux efforts qui les sollicitent ont conduit au déversement de la charpente, avec arrachement des pièces qui la constituent.*



*Le pourrissement de l'extrémité inférieure de cette jambe de force assemblée à l'entrait bas semble indiquer un désordre de toiture avec cheminement de l'eau le long des bois.*



## Deux désordres courants

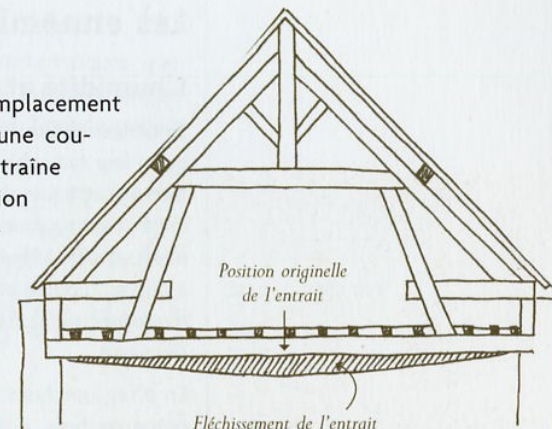
### ■ Le fléchissement des pièces de bois

Il peut être dû, par exemple, au remplacement d'une couverture d'origine en chaume par une couverture de tuiles plus lourde, ce qui entraîne le fléchissement des pannes et la déformation de la toiture. Cette déformation est acceptable ; à la rigueur, elle donne à l'ouvrage un caractère particulier et incite à préserver son histoire. Mais il arrive aussi que des charges trop importantes entraînent la déformation des arbalétriers.

Un autre désordre courant est celui du fléchissement des entrails supportant des planchers de combles trop chargés. Il conduit cependant rarement à la rupture des pièces.

### ■ La désolidarisation des assemblages

Tenons, mortaises, entures, queues d'aronde, traits de Jupiter... Tous ces assemblages ont la même solidité s'ils sont adaptés à l'effort qui leur est soumis. La désolidarisation peut être due à une mauvaise conception ou à une dislocation accidentelle (choc, glissement de terrain, effort imposé exceptionnel).



*Le fléchissement important du sous-faitage n'a pas entraîné sa rupture mais a provoqué la dislocation de l'assemblage dans le poinçon de la ferme, à gauche.*

### Les renforts métalliques dans la charpente

Nombreuses sont les charpentes où apparaissent des pièces métalliques renforçant des assemblages déficients. Différents types de ferrure sont utilisés. L'étrier est la plus fréquente. On trouve par ailleurs des équerres, à plat sur faces d'assemblage ou sur faces d'épaisseur, des goussets ou encore des brides. Toutes ces pièces sont boulonnées.

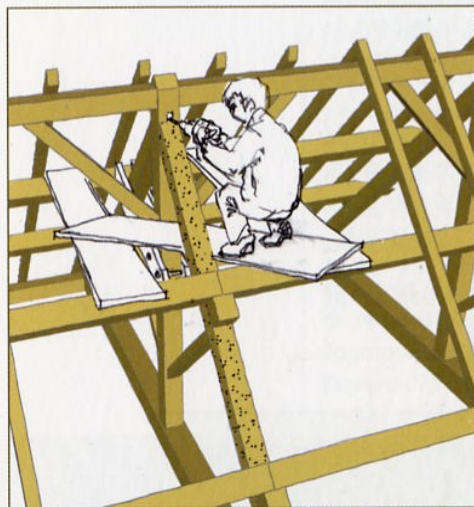
Même si on peut contester leur qualité esthétique, elles ont permis de sauver des charpentes de la ruine en faisant l'économie d'interventions plus lourdes.





## Intervenir sur un arbalétrier

### Le remplacement d'un arbalétrier



1. On travaille généralement en sous-œuvre, c'est-à-dire sans avoir à dégarnir le toit. On retire simplement les chevrons sur 2 m de part et d'autre de la ferme où l'on intervient.



2. On reconstitue le triangle indéformable de la ferme à l'aide d'une pièce moisée reliant le poinçon à l'autre arbalétrier.



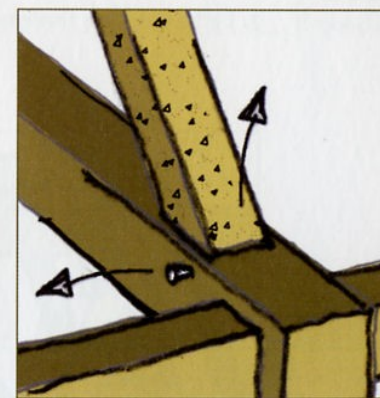
3. On va ensuite retirer l'arbalétrier en déboulant la mortaise.



4. Les pannes sont alors soulevées à l'aide de vérins pour pouvoir dégager l'arbalétrier.



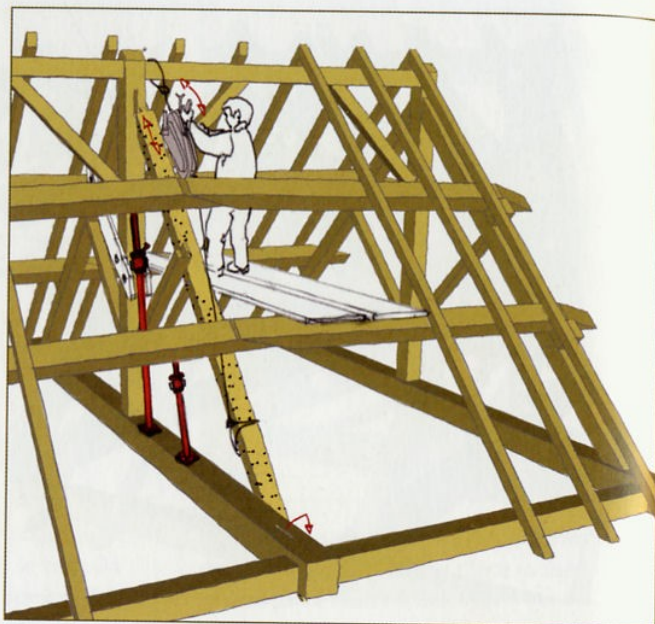
5. On peut alors décheviller la contrefiche et l'échantignole...



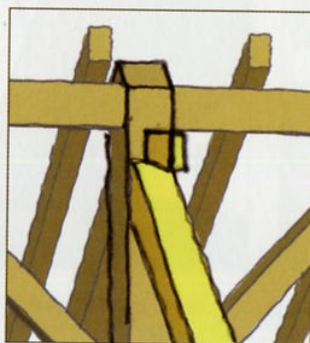
6. ... ainsi que la base de l'arbalétrier.







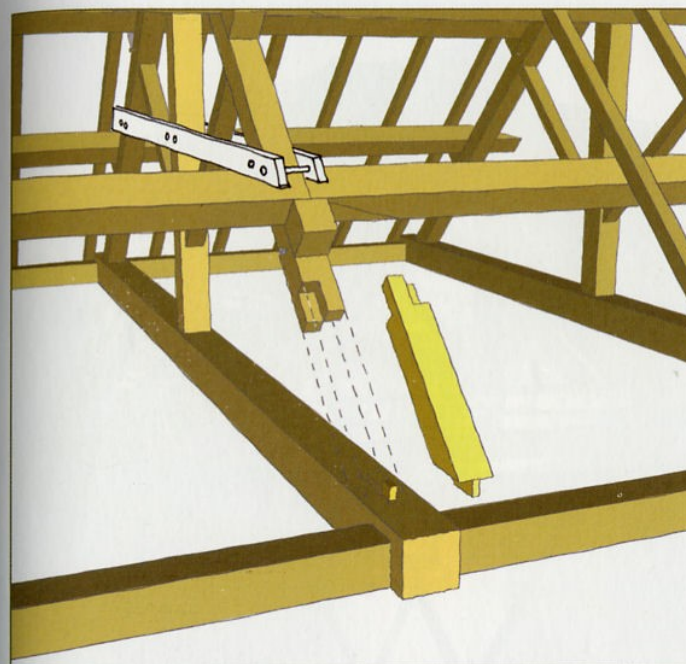
7. L'arbalétrier est finalement retiré à l'aide d'un Tirfor®.



8. Lorsqu'il sera remis en place, une clé sera entrée en force dans la mortaise déboulée pour recréer les propriétés de l'assemblage.



## La réparation d'un arbalétrier

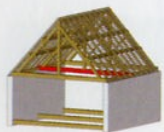


Variante d'intervention, avec remplacement du pied d'arbalétrier par une enture à bois debout dans l'arbalétrier et par tenon bloqué dans la mortaise de l'entrait. Une pièce moisée reconstitue la triangulation de la ferme pendant l'intervention.



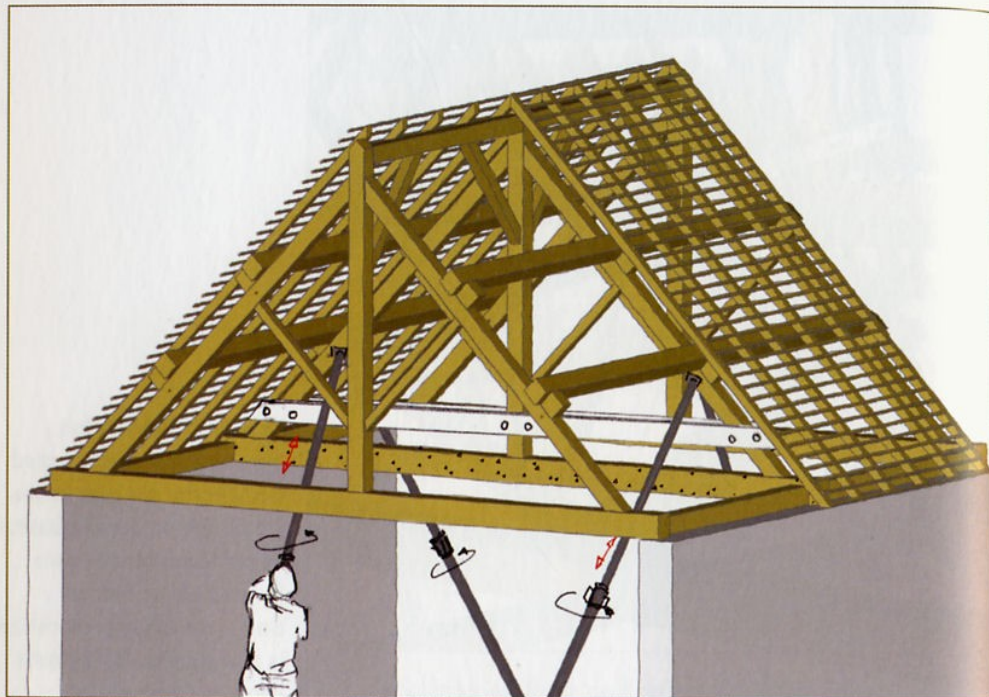
Principe de l'enture à bois debout ; les pièces s'ajustent sans jeu.



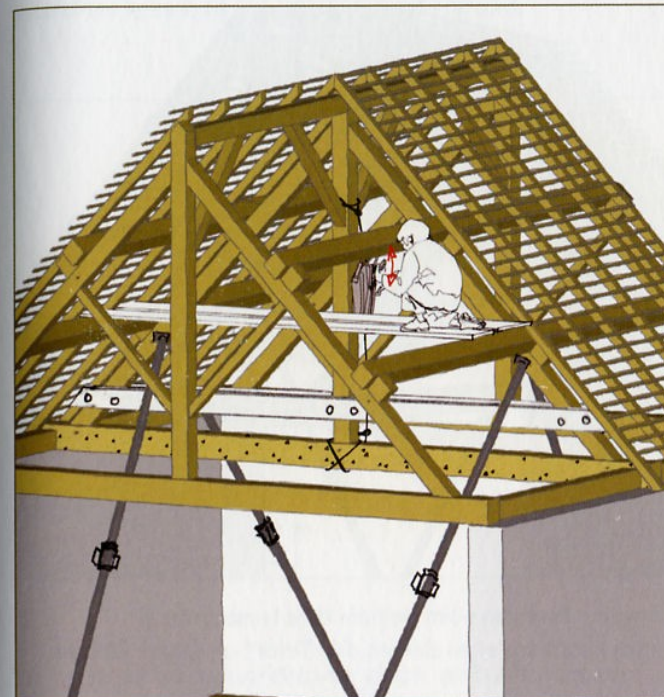


## Intervenir sur un entrain

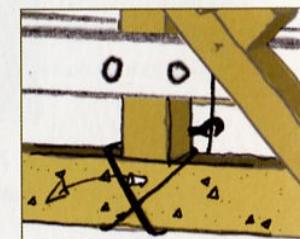
### Le remplacement d'un entrain



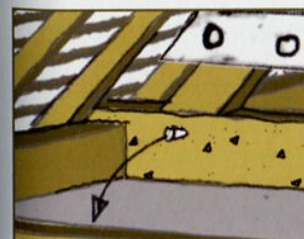
1. On remplace ici l'entrain de la 2<sup>e</sup> ferme. Les arbalétriers sont tout d'abord étayés à l'aide de vérins. Ceux-ci sont placés au droit des pannes médianes, et prennent appui sur les solives du plancher inférieur. On solidarise ensuite les deux arbalétriers et le poinçon à l'aide de pièces de bois moisées.



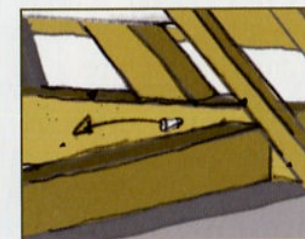
2. À l'aide d'un Tirfor®, on fait soutenir l'entrain sur lequel on intervient par le haut du poinçon.



3. On désassemble l'entrain et le poinçon...

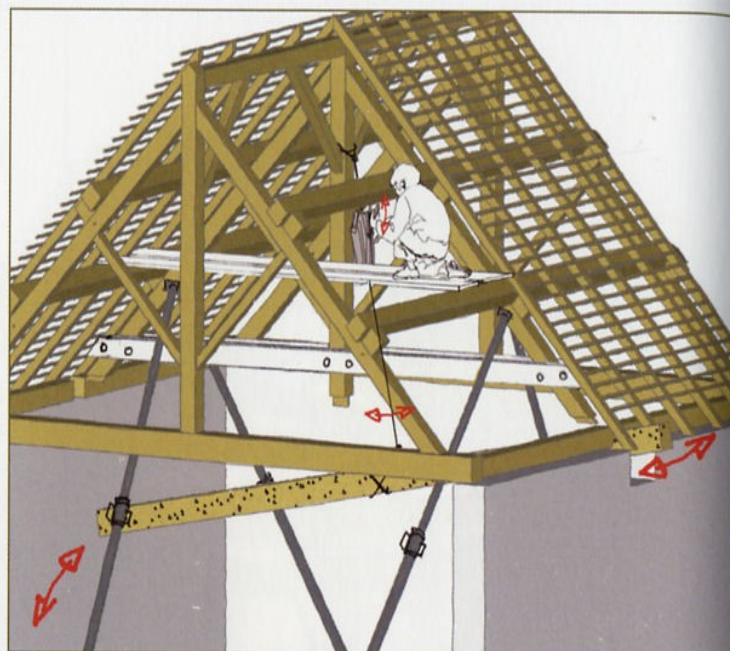


4. et...

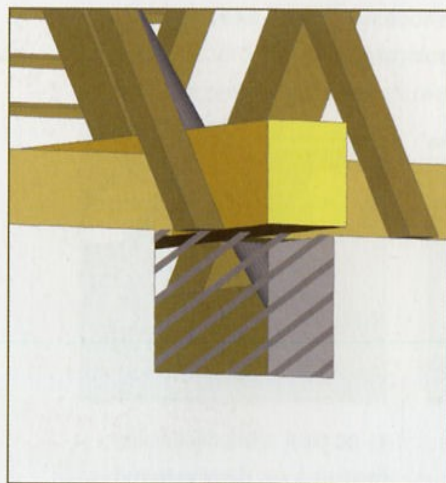


5. on peut alors décheviller l'entrain à ses deux extrémités.





6. Après avoir ménagé un point de fuite dans la maçonnerie d'un des murs porteurs, et en s'aidant d'un Tirfor®, on dégage l'entrait.

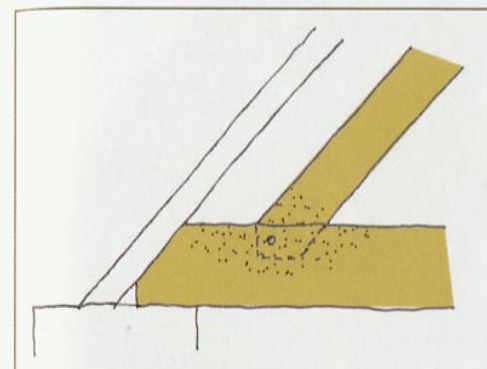


7. Le nouvel entrait est repositionné à l'aide du même Tirfor® puis la maçonnerie est reconstituée.

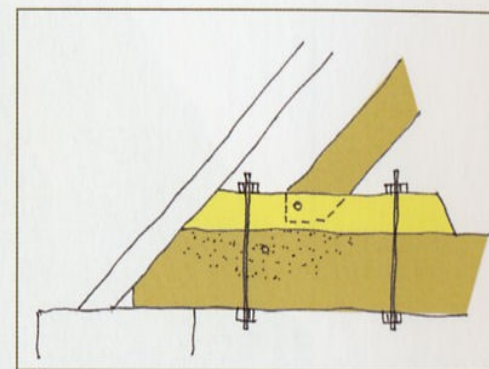


## Le renforcement d'un entrait au niveau d'un assemblage

Variante d'intervention dans le cas d'une mortaise d'entrait dégradée nécessitant la mise en place d'une pièce de raccord.



1. Avant – L'assemblage arbalétrier / entrait ne remplit plus sa fonction vu l'état de dégradation de la mortaise.



2. Après – La pièce de raccord, boulonnée sur l'entrait, recevra le pied de l'arbalétrier par un assemblage à tenon et mortaise.

## La reprise en sous-œuvre d'un entrait rompu



1. Un Tirfor® est utilisé pour «ramener» au plus près les deux éléments de l'entrait rompu.



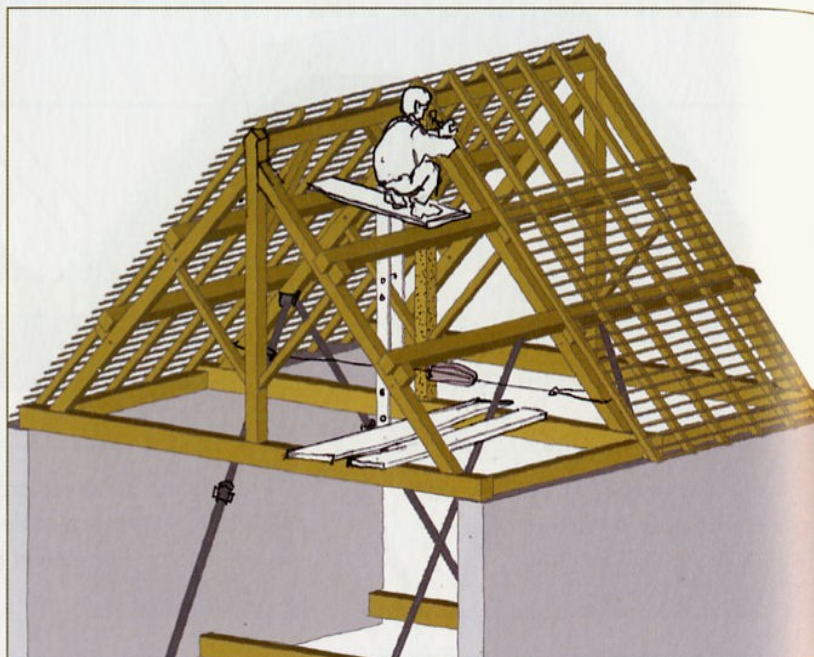
2. L'entrait repose sur une forte pièce de bois fixée à une poutre confortée par des aisseliers. Il va être boulonné à cet ouvrage de soutien ; le Tirfor® pourra ensuite être retiré.



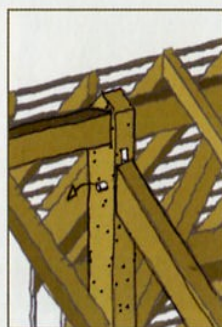


## Intervenir sur un poinçon

### Le remplacement d'un poinçon



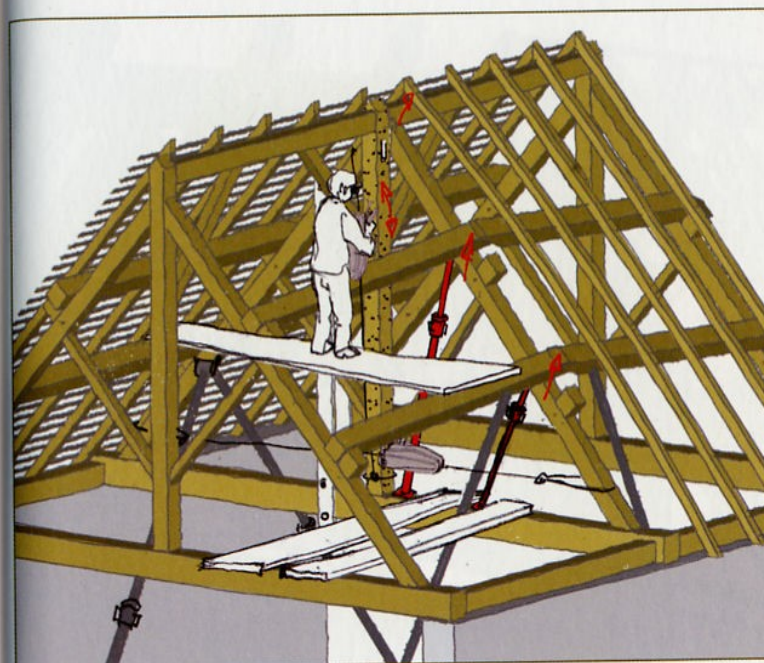
1. On remplace ici le poinçon de la 2<sup>e</sup> ferme. On commence par installer un Tirfor® en pied entre les deux arbalétriers et on moise ensuite la demi-ferme qui semble la plus solide en liaisonnant arbalétrier, contrefiche et entrain. Des vérins sont placés sous l'arbalétrier moisé, au niveau de la contrefiche, et sous les pannes du côté opposé.



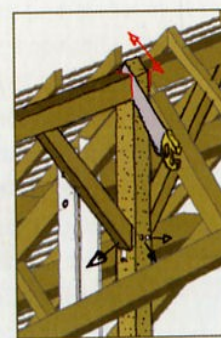
2. On décheville alors la tête de l'arbalétrier laissé libre et on déboucle sa mortaise...



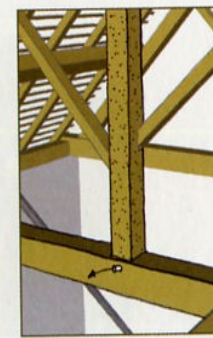
3. ainsi que le pied des contrefiches.



4. On décheville la tête de l'arbalétrier moisé. On peut alors soulever les pannes. Le poinçon est attaché à l'arbalétrier moisé à l'aide d'un Tirfor® qui reste en place.

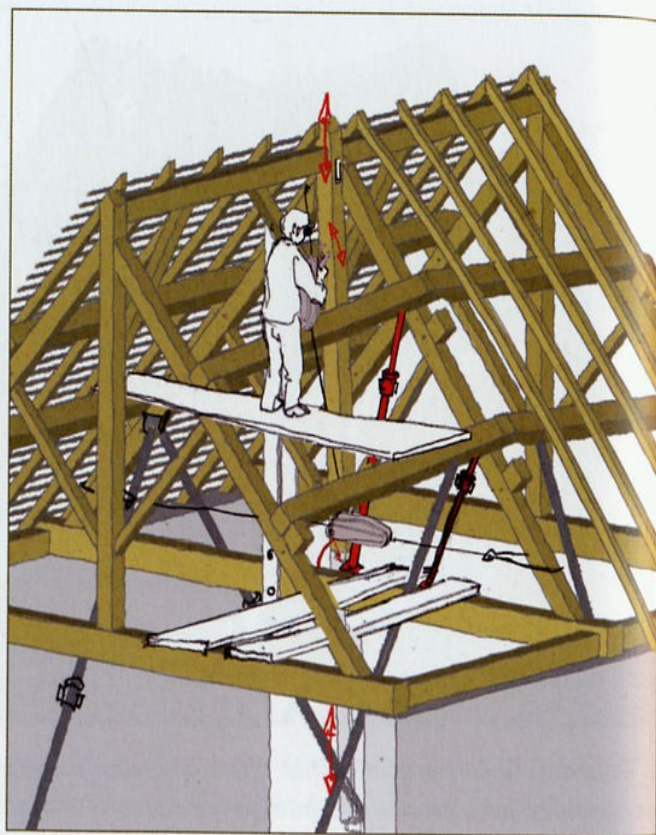


5. On scie les tenons des 2 pannes faitières assemblées au poinçon. On peut alors décheviller les liens de faitage.



6. On décheville enfin l'about du poinçon de l'entrain.





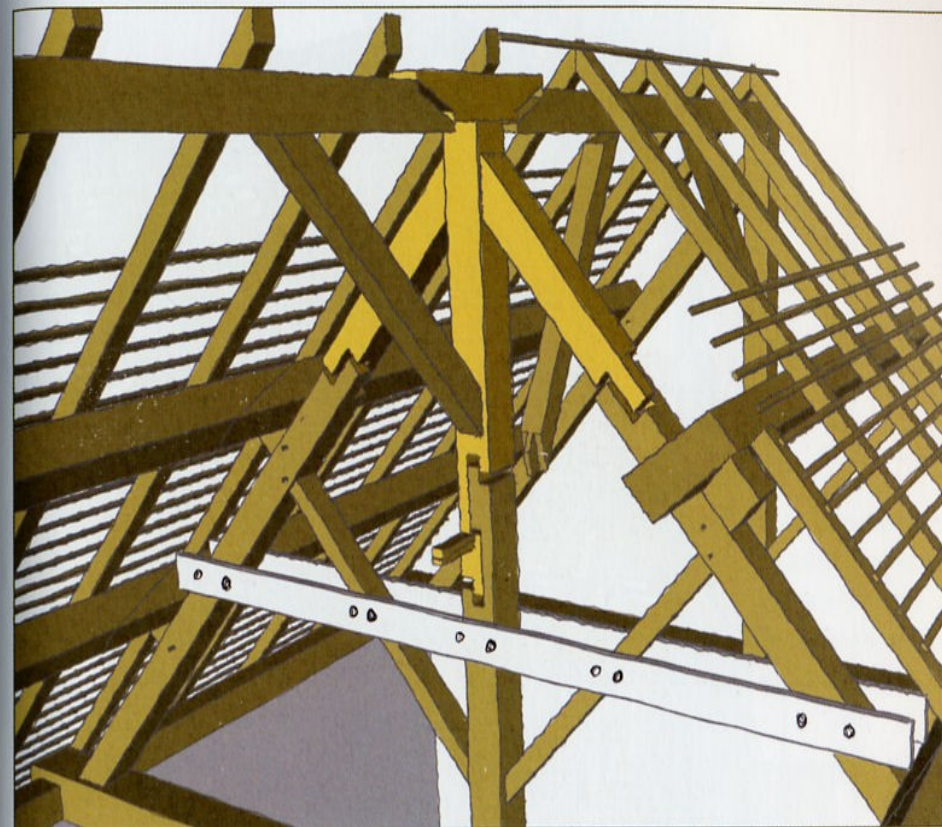
7. On peut dégager le poinçon en le déboitant, par le haut, de son tenon de pied et le basculer sur le côté de l'entrait en le laissant maintenant glisser vers le bas.



8. Une mortaise est créée aux deux bouts des pannes faitières sciées. On met en place le nouveau



## La réparation d'un poinçon



Si le haut du poinçon (avec une partie des arbalétriers et aussi une petite partie du faitage) est abîmé, un remplacement partiel peut suffire.

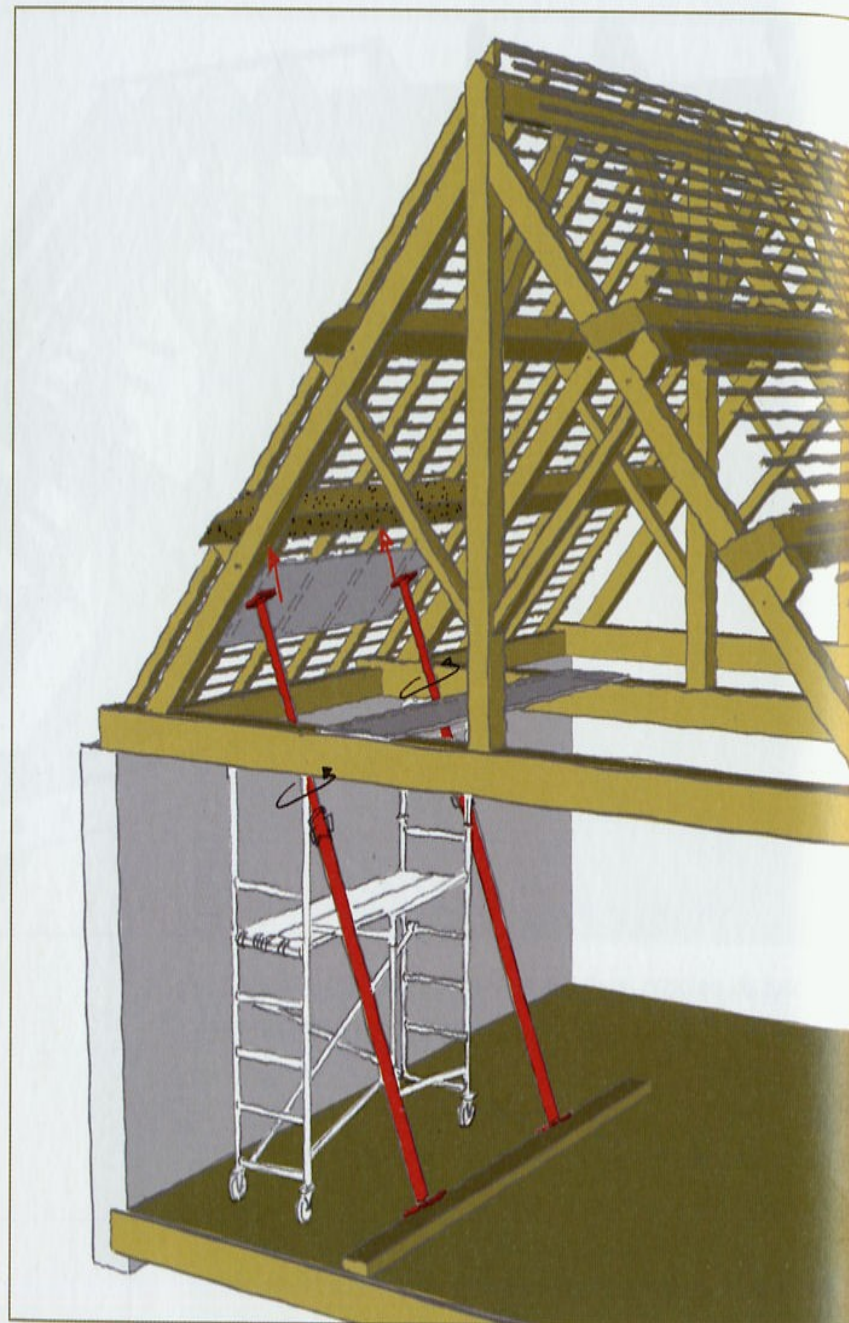
Après avoir moisé arbalétriers, contrefiches et poinçon, on scie la partie haute de l'assemblage poinçon / arbalétriers. La nouvelle tête de poinçon est assemblée à l'ancienne par un trait de Jupiter parallèle. Les deux têtes d'arbalétriers sont assemblées à leur partie conservée par une enture à bois debout, et par tenon et mortaise au nouveau morceau de faitage, qui a des joints





# Intervenir sur une panne

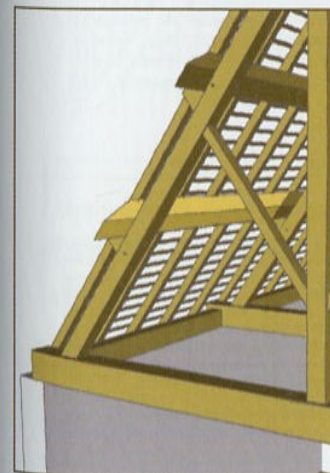
## Le remplacement d'une panne intermédiaire



1. On commence par étayer avec des vérins le chevronnage situé



2. Deux personnes peuvent, aisément, dégager la panne en la faisant glisser sur l'arbalétrier.



3. La panne dégradée est



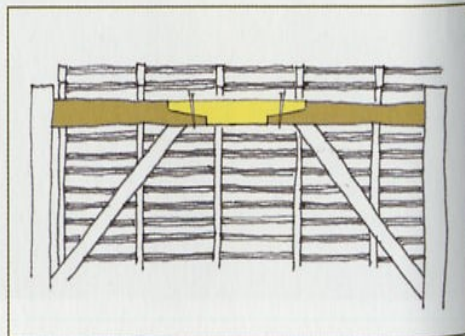
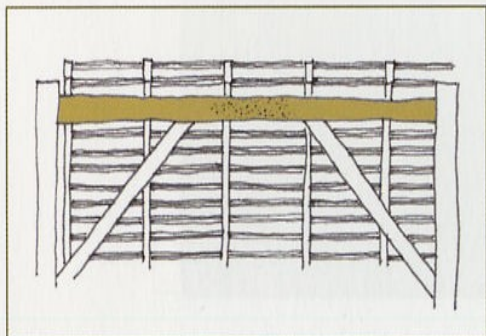
Dans le cas de cette toiture rénovée



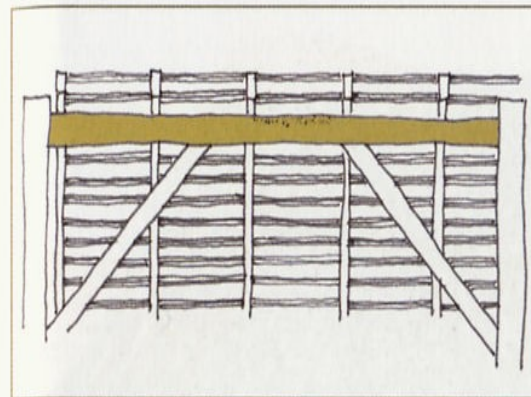


On intervient ici sur une panne faîtière dont seule la partie centrale est détériorée. Dans cet exemple, le désordre a entraîné la dégradation d'une partie de la toiture.

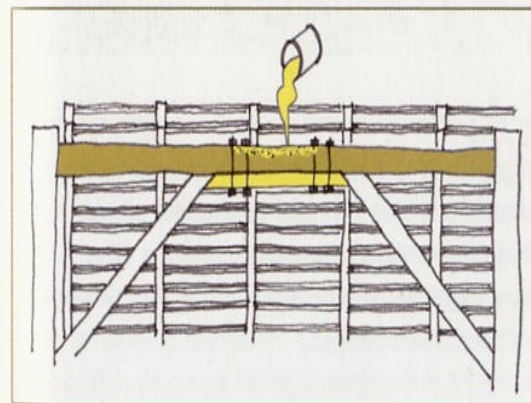
## ■ Premier cas de figure



## ■ Deuxième cas de figure

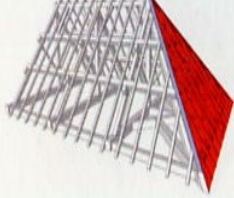


1. Avant – Seul le tiers supérieur de la panne est détérioré.



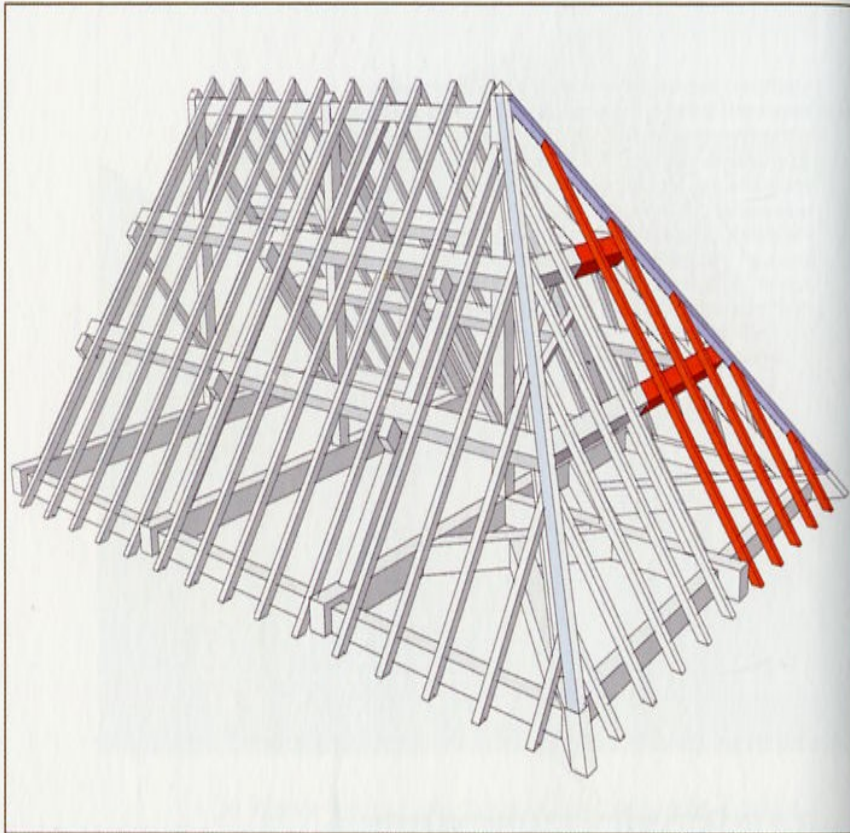
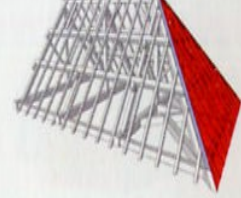
2. Après – Après avoir mis en place une pièce de renfort boulonnée, on reconstitue avec de la résine la partie de bois dégradée qui a été retirée.



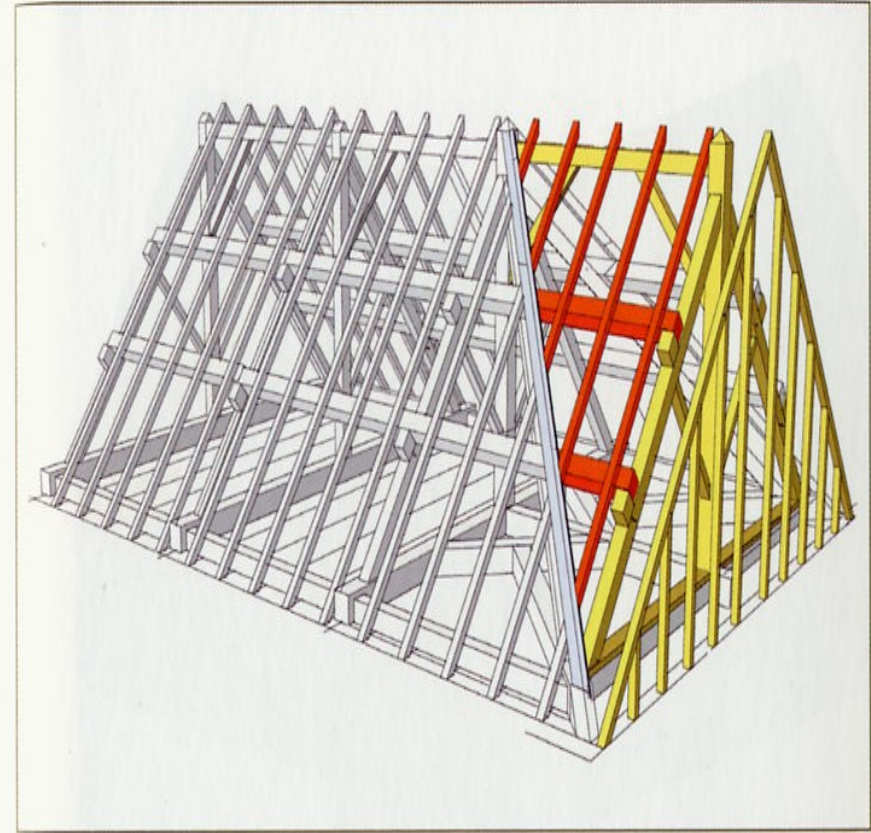


## Intervenir sur une croupe

### La suppression d'une croupe



1. Il s'agit ici de gagner de la surface habitable en supprimant la croupe. Dans cette opération, la quasi-totalité des pièces d'origine seront réutilisées dans la nouvelle charpente. Elles conserveront leurs fonctions, seul le plan d'utilisation étant modifié et leur disposition inversée.



2. Les empannons de la partie droite (précédemment déposés) sont retournés pour prendre place sur le long pan gauche... Il en sera de même pour les empannons de la partie gauche de la croupe (qui prendront place sur le long pan opposé). Les pannes de croupe, coupées à l'axe de la demi-ferme, sont elles aussi reportées dans la nouvelle charpente. Chaque tronçon retrouve une place sur le long pan, en position de coupe braise correspondant à l'arêtier resté en place. Ici, le charpentier mettra, en pignon, soit une ferme, soit une ossature bois.



# COUVERTURE

...

# COUVERTURES TRADITIONNELLES

Tuile plate en terre cuite

Ardoise naturelle

Lauze

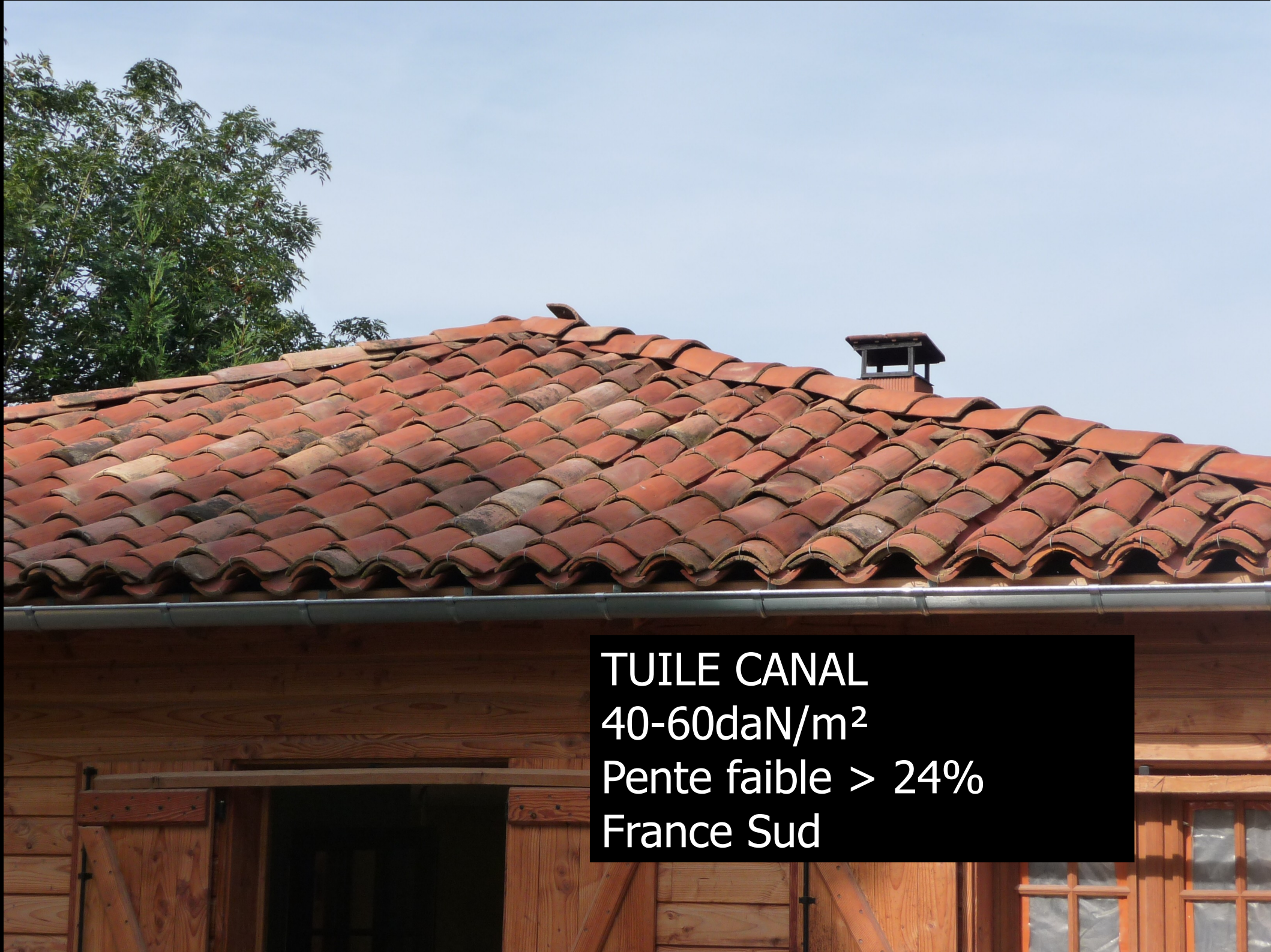
Chaume





TUILE PLATE  
Emboitement  
60-80daN/m<sup>2</sup>  
Pente >70%  
France Nord





TUILE CANAL  
40-60daN/m<sup>2</sup>  
Pente faible > 24%  
France Sud





## ARDOISE NATURELLE

Durée de vie : 70-300ans

Poids: 25-35 daN/m<sup>2</sup>

Pose Clou / Crochet

Qualité selon carrière, extraction, épaisseur.  
Ardoises d'occasion pour MH

Défauts : présence de pyrite (taches orange)





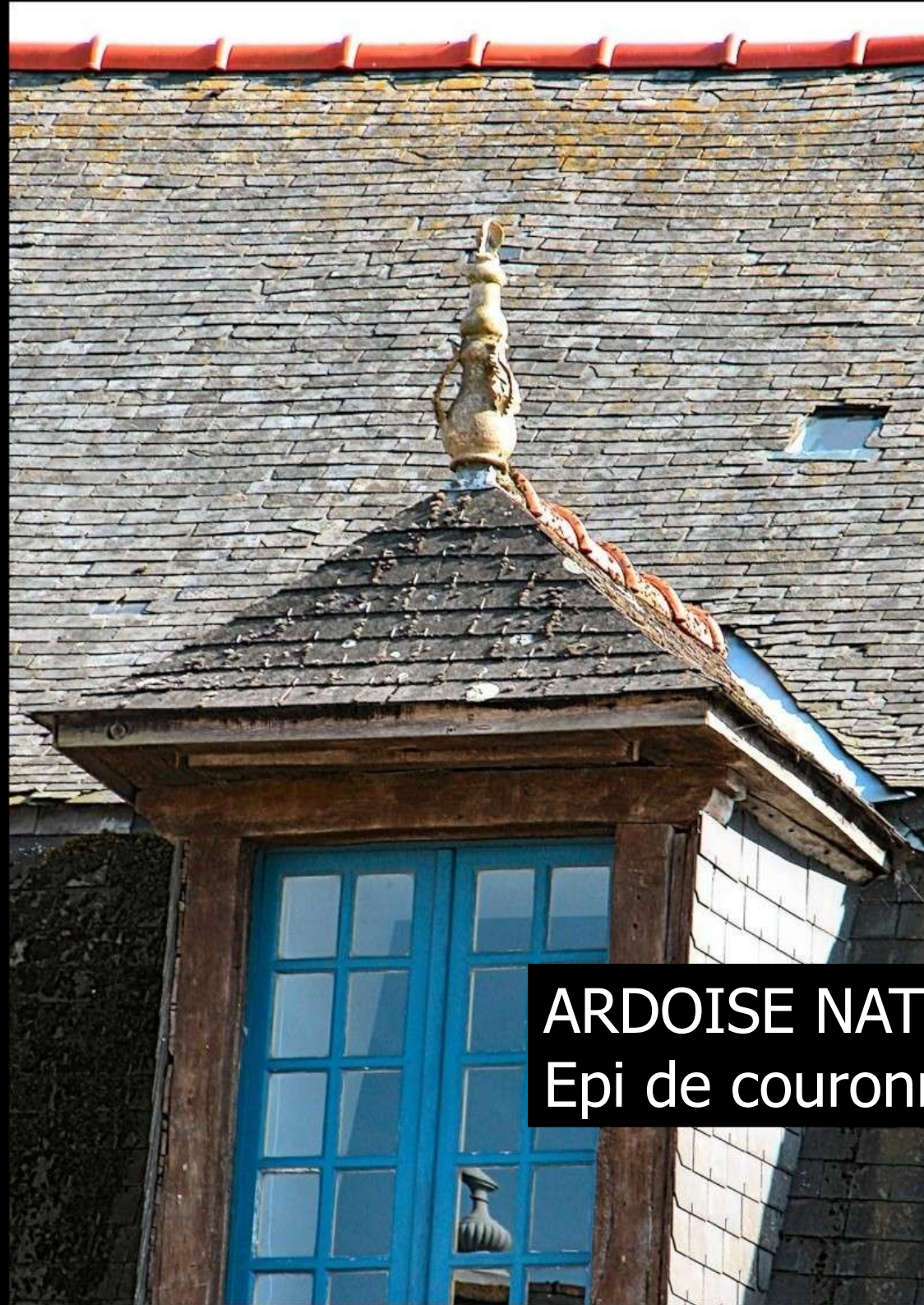
**ARDOISE NATURELLE**  
Loire, Anjou, Ardennes,  
Bretagne, Cotentin





ARDOISE NATURELLE  
(Lignolet)





ARDOISE NATURELLE  
Epi de couronnement





# CHAUME

Durée de vie : 30-50 ans

Paille de seigle, genêt, roseau  
20-30 daN/m<sup>2</sup>





CHAUME





## LAUZES

Durée de vie : 100-300 ans  
120-150+ daN/m<sup>2</sup>





LAUZES  
Massif Central, Alpes





**SARL LM COUVERTURE  
CHARPENTE**

**LAUZES**





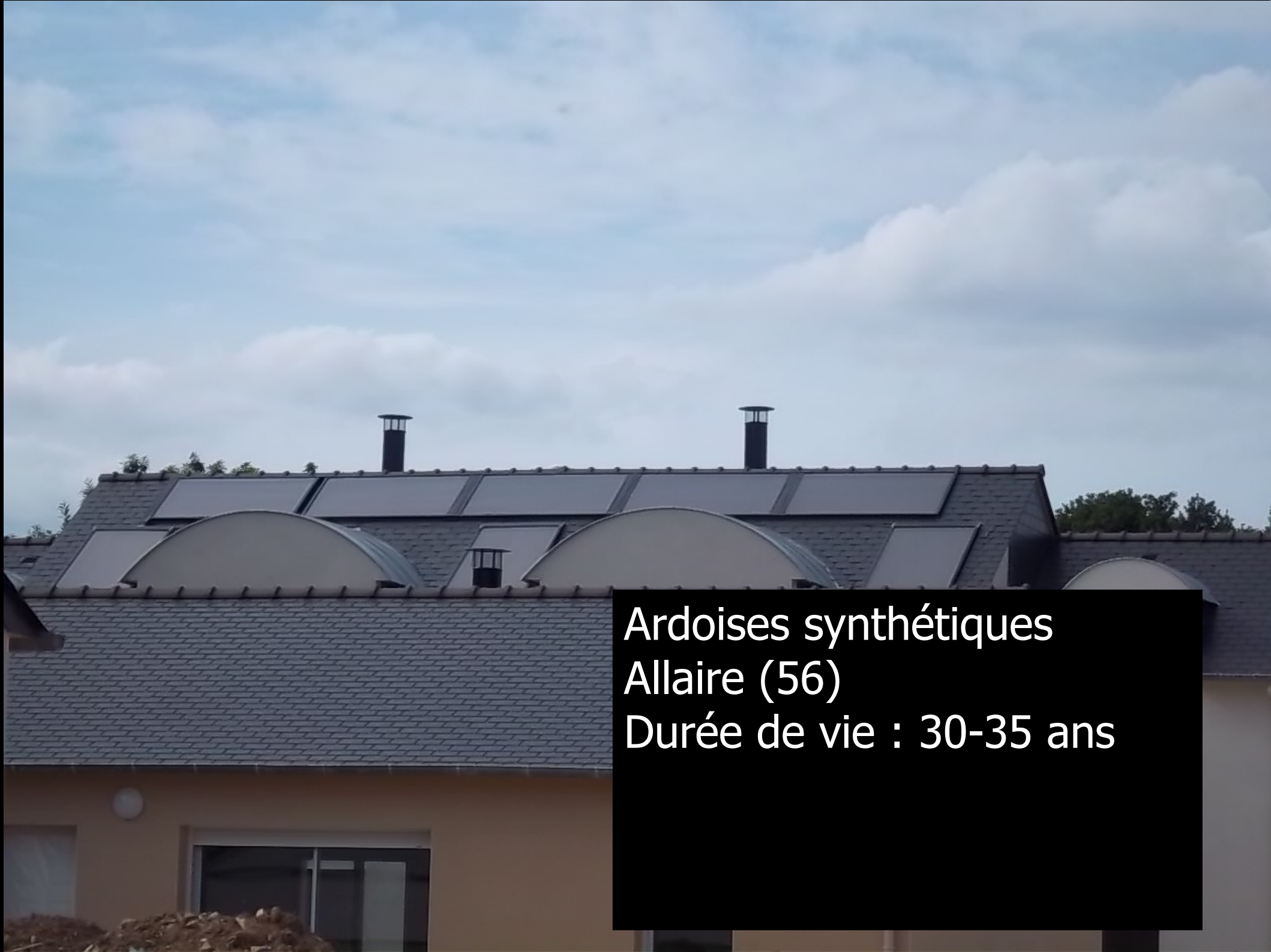
TEXTILE



# COUVERTURES MODERNES

Ardoise synthétique  
Bacs acier





Ardoises synthétiques  
Allaire (56)  
Durée de vie : 30-35 ans





Bardeaux bitume  
10daN/m<sup>2</sup>





Bacs acier  
6-26daN/m<sup>2</sup>





Bac acier





Bac acier





ZINC





ZINC





**MEMBRANE PTFE**  
**Centre Pompidou, Metz**  
**8020m<sup>2</sup> membrane**  
**960m<sup>3</sup> charpente BLC**



TOITURE TERRASSE

Vache à lait des experts judiciaires

Sinistres+++





Toiture  
végétalisée  
extensive





Toiture  
végétalisée  
semi-intensive



# Durée de vie des couvertures

Ardoises: 70 à 300 ans.

Selon qualité du gisement, épaisseur, type de pose.

Ardoises d'occasion pour les MH.

Défauts: présence de pyrite

Zinc : 80 ans

Bardeau bitumineux : 20-35 ans



# COUVERTURE

Désordres



# Couverture

Fuites => Dégradation K<sup>^</sup>

Percement ardoises

Déformation bardeaux

Neige poudreuse

Retraits des solins

Corrosion des ouvrages métalliques (même zinc)



# Couverture

60% des sinistres =

Raccordement des ouvrages particuliers

( + tuiles : faitage, arêtier

( + bardeaux : ETA en partie courante

Raccordements

Technique « maçonnerie » : préférée, sinistres ++

Technique couverture : technique, sinistres -





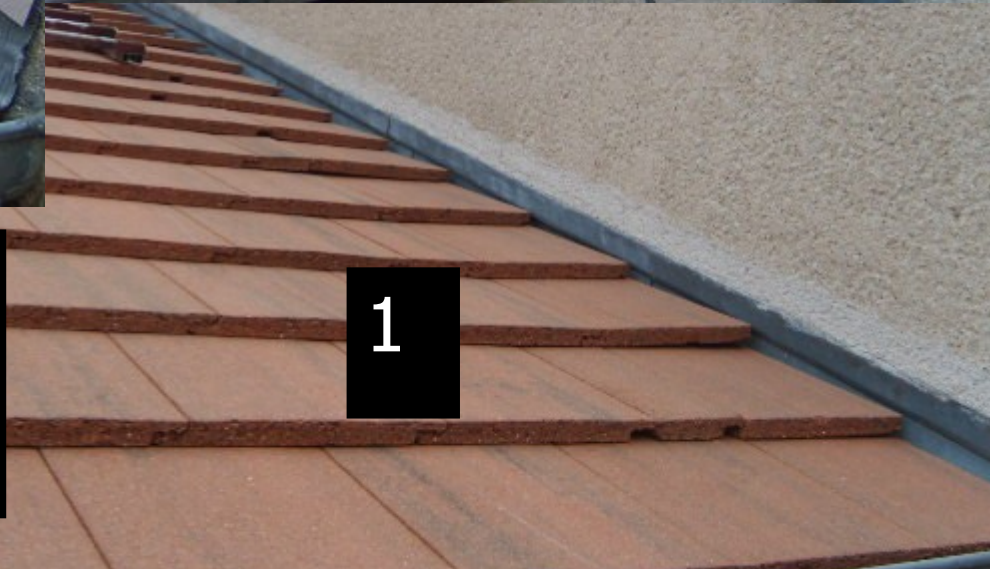
Ouvrages particuliers = 60% des sinistres





Fuite de chéneau





Création d'un solin (bande  
porte solin + solin  
maçonnerie), étanché





Infiltration sous bardeau  
bitume





Posé par une entreprise  
générale de bâtiment...









Fuites en partie courante  
=> Déformation du support  
=> Dégradation irréversible de la couverture





Quand rien d'autre ne marche...



