



## Transformer des combles

L'aménagement des combles perdus est une solution fréquemment retenue pour gagner de la surface habitable. C'est une opération lourde qui peut avoir des conséquences inattendues si elle est mal réalisée. Elle requiert de grandes compétences professionnelles, tant pour la préconisation des solutions techniques que pour leur mise en œuvre.

- **un diagnostic structurel.** Il a pour objet de vérifier la solidité des bois conservés et de leurs supports. Dans le cas d'une charpente traditionnelle ancienne notamment, l'entreprise pourra être amenée à procéder à des sondages destructifs pour vérifier l'état des solives au niveau des appuis. Les appuis en façade constituent les points habituellement les plus fragiles de la charpente. Dans certains cas, il peut être nécessaire d'effectuer d'autres diagnostics : parasite, couverture et amiante (ardoises en fibre-ciment) ;
- **un état des lieux de l'existant.** Une étude de transformation de combles seule ne suffit pas. Il faut prendre en compte la structure des éléments porteurs de la charpente. Trop souvent, des descentes de charges importantes sont reportées sur des maçonneries qui initialement n'étaient pas conçues pour supporter un tel poids.

**M**odifier une charpente est un acte lourd. Il convient d'analyser la construction existante pour déterminer les solutions techniques adaptées et proposer des aménagements éventuels. La transformation d'un comble perdu en comble habitable induit également l'intervention d'autres corps d'état techniques. Le raccord de l'électricité et des fluides demande des compétences spécifiques.

### La phase de conception

Cette phase est absolument primordiale. Transformer une charpente implique de transformer une structure complète, des fondations jusqu'à la toiture. Il faut donc repenser le pavillon dans son ensemble. Une étude spécifique est nécessaire car chaque cas est unique : chaque région française possède des habitudes constructives qui lui sont propres avec divers types de tuiles, de pentes, de constructions.

Le bureau d'études doit procéder aux vérifications suivantes :

- **une étude de faisabilité.** La surface habitable est déterminée par la pente du toit, généralement de 35°. La loi Carrez impose une hauteur de plafond minimale d'1,80 m pour que la pièce soit habitable. L'étude de faisabilité doit déterminer si le gain de surface récupéré par la transformation des combles est vraiment intéressant, ou s'il nécessite une modification de la pente ou une surélévation du toit et si le maître d'ouvrage accepte d'en supporter le surcoût ;

### Pathologies

De nombreuses pathologies sont observées :

- déformations importantes du plancher qui viennent se poser sur les cloisons du rez-de-chaussée qui sont à l'origine non porteuses et généralement en plaques de plâtre ;
- déformation dans les cloisons, et problèmes d'ouverture et fermeture de portes ;
- fissuration des cloisons de l'étage et des revêtements de sol de type céramique ;
- fissurations dans les pignons ou dans les façades ;
- certaines techniques de transformation descendent des poteaux intermédiaires dans les cloisons pour reprendre les efforts mais le dallage se fissure au niveau du rez-de-chaussée.

Les causes identifiées sont souvent les mêmes :

- absence de reconnaissance de l'existant (pas de relevé établi) ;
- pas d'étude technique préalable ;
- rigidité insuffisante des éléments ;
- absence de renfort des arbalétriers ;
- espacement trop important et/ou mauvais dimensionnement des poutres ;
- ancrage des poutres porteuses mal réalisé ;
- contreventement de la charpente mal reconstitué ;
- chevêtre d'escalier mal réalisé ;
- électricité et fluides « bricolés »...



# Transformer des combles



Photo AQC

## Les principes de bases

### 1. Répartir les charges

Les éléments constituant une charpente sont précisément positionnés et dimensionnés pour reprendre les charges de toiture et les charges climatiques (neige et vent). Toute modification de cet ensemble risque d'affecter partiellement ou complètement la solidité de la construction. Il faut essayer de transformer la charpente conformément à ses appuis d'origine.

**Le cas de charpentes industrialisées en bois :** les fermettes tiennent sur elles-mêmes grâce à un principe de charges réparties. Elles sont généralement rapprochées à entraxe de 60 à 90 cm. Pour des fermettes en épicéa de 9 m de long et 3,15 m de haut et chargées normalement, l'effort transmis à l'appui est alors de 336 kg en vertical et 35 kg en horizontal. La transformation du comble ne doit en rien modifier cette répartition.

**Le cas de la charpente traditionnelle :** les charges sont concentrées. Pour des fermes de même dimension et chargées comme précédemment mais distantes de 4,50 m, l'effort transmis à l'appui est de 2553 kg en vertical et 265 kg en horizontal. Le soulèvement est de 30 kg par ferme. Il faut essayer de trouver l'appui le plus rapproché possible de l'appui de charpente originel.

**Le cas de la charpente métallique :** ce type de charpente développe des systèmes constructifs en portiques où l'ensemble des matériaux participe à la stabilité de l'ouvrage. Aucun élément ne peut être modifié sans une étude d'ensemble. Il est plus prudent de déléguer toute intervention au constructeur d'origine qui dispose d'un département spécialisé dans la transformation de ce système constructif particulier.

### 2. Éviter les vides

La nature a horreur du vide et les charpentes également. Les grandes trémies d'escalier ou d'éclairage, les mezzanines reportent des charges sur une structure qui initialement n'était pas conçue pour les supporter. Toute création d'espace nécessitant des découpes d'éléments de charpente impose une refonte complète de cette charpente par renforts adaptés.

### 3. Séparer les fonctions

En charpente traditionnelle, il faut recréer un ensemble de supports de planchers indépendants de la charpente. La charpente existante aura la fonction de support de couverture, une nouvelle structure reprendra les charges d'exploitation de plancher.

### 4. Tenir compte du vécu du comble

Les transformations sont souvent programmées sept ou huit ans après la construction du pavillon. Les matériaux ont « travaillé » et des déformations ont eu le temps de se mettre en place dans la charpente. La modification de la charpente va changer la configuration de déformation. Les nouveaux matériaux qui viendront s'insérer dans la structure devront en tenir compte et intégrer des raideurs différentes. En combles perdus, les déformations admissibles de la toiture sont de  $1/300^{\circ}$  de la portée. En comble habitable, elles sont de  $1/400^{\circ}$ .

### 5. Utiliser des bois d'essence similaire aux bois existants conservés et suffisamment secs pour les renforts.

### 6. Veiller au phasage des travaux

Il faut effectuer les découpes de façon progressive et symétrique en ajustant à l'avancement les renforts, et prévoir des étaitements provisoires le temps d'assurer complètement les assemblages de ces renforts, etc.

## Les différents systèmes

### 1. Éléments porteurs perpendiculaires aux fermes existantes

De nouvelles poutres porteuses viennent prendre appui de pignon à pignon. Elles supportent les charges de la charpente et du plancher par l'intermédiaire d'un solivage perpendiculaire. Il faut veiller aux appuis sur pignon non prévus pour reprendre ces charges. Plusieurs techniques existent :

- poutres porteuses en bois reconstitué de type Lamibois ou lamellé-collé qui sont assemblées sur place par un gousset ;
- poutres porteuses en bois massifs moisés, triangulées, montées sur place et assemblées par boulons et pointes (la poutre treillis très répandue pour les ponts de chemin de fer) ;
- poutres porteuses en acier, partiellement triangulées ou sous-tendues par un câblage, assemblées sur le site par des boulons.

### 2. Éléments porteurs parallèles aux fermes existantes

Il s'agit de mettre en place des éléments bois ou dérivés, des produits industrialisés ou en bois reconstitués, selon un entraxe réduit à 0,60 m en moyenne, de façon à reprendre les charges de plancher et les descentes de charges intermédiaires de charpente. Dans un cas comme dans l'autre, l'étude préalable détermine le type de matériau et le dimensionnement correct.

### 3. Les surélévations

Il s'agit de construire un volume total ou partiel en prenant appui sur la structure existante du rez-de-chaussée. Les charges sont généralement transmises aux murs de façade par des poutres parallèles aux fermettes existantes. ■

Isabelle Coune

Pour la réalisation de ce sujet, nous tenons à remercier Alain Comparot (Eribois) pour son expertise et sa disponibilité.



# Transformer des combles

## Les techniques de transformation

### Quelles sont les différentes techniques? Pente > à 35° et pente insuffisante

La transformation du comble perdu en comble habitable sans modification de pente est une solution qui présente l'avantage de ne pas modifier l'aspect extérieur du pavillon et ne nécessite pas de permis de construire.

#### Premier cas Pente > à 35°

La pente est supérieure à 35° de façon à offrir un aménagement possible ayant une hauteur sous entrain à hauteur d'homme et de façon à pouvoir aménager 40 à 60 % de la surface habitable en rez-de-chaussée.

Plusieurs cas de figure se présentent :

- transformation d'une charpente en W en charpente en A;
- doublement de la structure;
- reprise en suspenne des fermettes.

#### Transformation d'une charpente en W en charpente en A

Phasage des travaux :

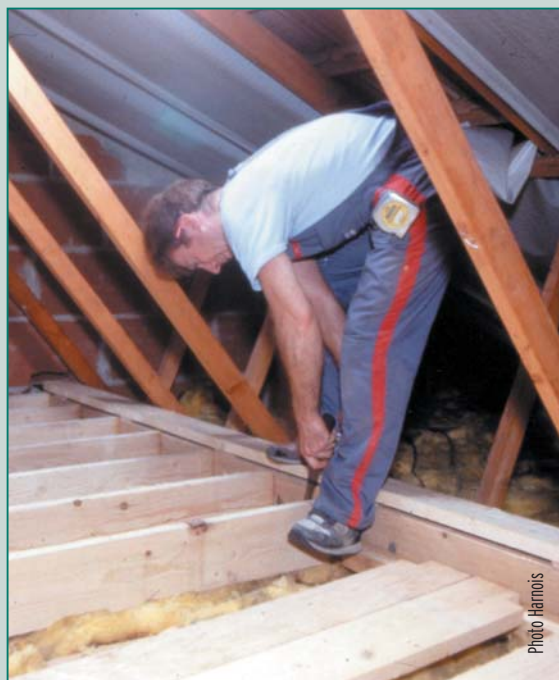
- mise en place des reprises de charge : murs de refend ou poteaux qui traversent l'espace habitable dans des emplacements discrets (placards...). Il faut faire attention aux reprises des charges sur les dallages;
- construction du plancher du nouveau local par assemblage de poutres et de solives;
- mise en place de jambes de force pour reprendre les charges des arbalétriers;
- installation de goussets au sommet des fermes;
- enlèvement des pièces obliques de la charpente;
- vissage du plancher sur les solives;
- ouverture des fenêtres;
- finitions.

#### Doublement de la structure

L'ancienne structure est doublée par une nouvelle charpente en bois disposée entre les fermettes existantes, ce qui implique un étaieage provisoire de la charpente existante compte tenu de l'obligation de couper l'ensemble des contreventements.

Phasage des travaux :

- mise en place des fermes porteuses entre deux fermettes existantes. Les nouvelles fermes prennent appui directement sur la maçonnerie;
- fixation de poutres-caissons sur les fermes porteuses. Les poutres-caissons sont reliées par des solives disposées au-dessus des entrains des fermettes anciennes, de telle manière qu'elles ne supportent aucun effort;
- renforcement de la charpente ancienne par éléments cloués ou collés;
- enlèvement des pièces obliques inutiles;
- montage du plancher sur les solives disposées précédemment;
- finitions.



#### Reprise en suspenne des fermettes

Cette solution consiste à contreventer les fermettes à l'aide de deux poutres en treillis placées de part et d'autre du local et encastées à leur extrémité dans les murs pignons (attention aux appuis). Elles reposent sur les murs de refend.

Phasage des travaux :

- renforcement des entrains et des arbalétriers par des pièces de bois;
- pose de jambettes verticales fixées aux arbalétriers et aux entrains;
- pose de poutres à treillis encastées dans les murs-pignons;
- renforcement du faîtage par des goussets en contre-plaqué;
- pose de faux-entrains pour soutenir le plafond du local;
- finitions.

#### Second cas Pente insuffisante

Il est possible de diminuer la hauteur sous plafond du niveau inférieur à 2,10 m pour récupérer le volume au profit du local sous comble.

Cette solution n'impose pas de permis de construire mais est assez coûteuse.

Phasage des travaux :

- renforcement des arbalétriers;
- découpe des cloisons et plafonds inférieurs à la nouvelle hauteur fixée;
- montage de jambettes fixées aux arbalétriers;
- fixation de nouveaux entrains d'une longueur correspondant à la position du plancher, entre les jambettes;
- découpe des entrains anciens entre les jambettes;
- reprise des fermettes par deux poutres en treillis. Attention aux poussées horizontales;
- renforcement du faîtage au moyen de goussets;
- construction du plancher appuyé sur les nouveaux entrains;
- finitions.

## Transformer des combles

Plusieurs solutions sont envisageables :

- transformation par augmentation de la pente du toit ;
- ou construction d'une nouvelle charpente ;
- ou surélévation par vérins extensibles.

### Transformation par augmentation de la pente du toit

Ce système est obligatoire pour les pentes inférieures à 35°. Il nécessite des modifications importantes de structure (pointe de pignon) et apporte des gênes au cours de la réalisation compte tenu de l'obligation de la découverture de l'existant. Cette transformation oblige à demander une autorisation de construire.

### Construction d'une nouvelle charpente

Il s'agit de construire une nouvelle charpente au-dessus de la couverture existante. Les reprises de charges sont assurées par murs « longs-pans » et par des poteaux s'appuyant sur des dalles bétonnées. Des potelets délimitant l'espace habitable relient les arbalétriers. Les murs pignons sont surélevés pour parvenir au nouvel angle du toit. Un nouveau lattage est installé. L'ancienne toiture est démontée.

### Surélévation par vérins extensibles

Ce système consiste à construire une nouvelle charpente avant démolition complète de l'ancienne, en s'appuyant sur une poutre à treillis surmontée de pièces verticales et de vérins. Phasage des travaux :

- mise en place des deux poutres à treillis autoporteurs. Placées de part et d'autre du local à aménager, elles ont une hauteur de 0,45 m à 0,60 m, suivant la longueur du bâtiment. Elles sont encastrées dans les murs pignons ou bien reposent sur une semelle appuyée sur des murs « longs-pans » ;
- pose des organes d'extension. Les éléments de couverture sont déposés uniquement au-dessus des nœuds des deux poutres. À ces emplacements, les organes d'extension sont boulonnés aux poutres. Ils sont composés d'une pièce verticale qui traverse le toit aux emplacements découverts, surmontée d'un vérin à losange et d'une chaise de vérin qui supportera le bois de maintien des nouveaux arbalétriers ;
- construction de la nouvelle charpente. Les bois de maintien sont fixés aux chaises de vérin. Puis les arbalétriers sont mis en place ainsi que les nouveaux lattages. Le faîtage des nouvelles fermettes est renforcé par de faux entrails ;
- couverture ;
- opérations finales : démontage des contrefiches et des arbalétriers de l'ancienne toiture, mise en place des solives et du plancher du nouveau local, et finitions. ■

Les descriptifs des techniques de transformation des combles sont extraits de l'*Encyclopédie du bâtiment*, article « L'aménagement des combles habitables » par M. Guibourt, ingénieur des arts et manufactures.

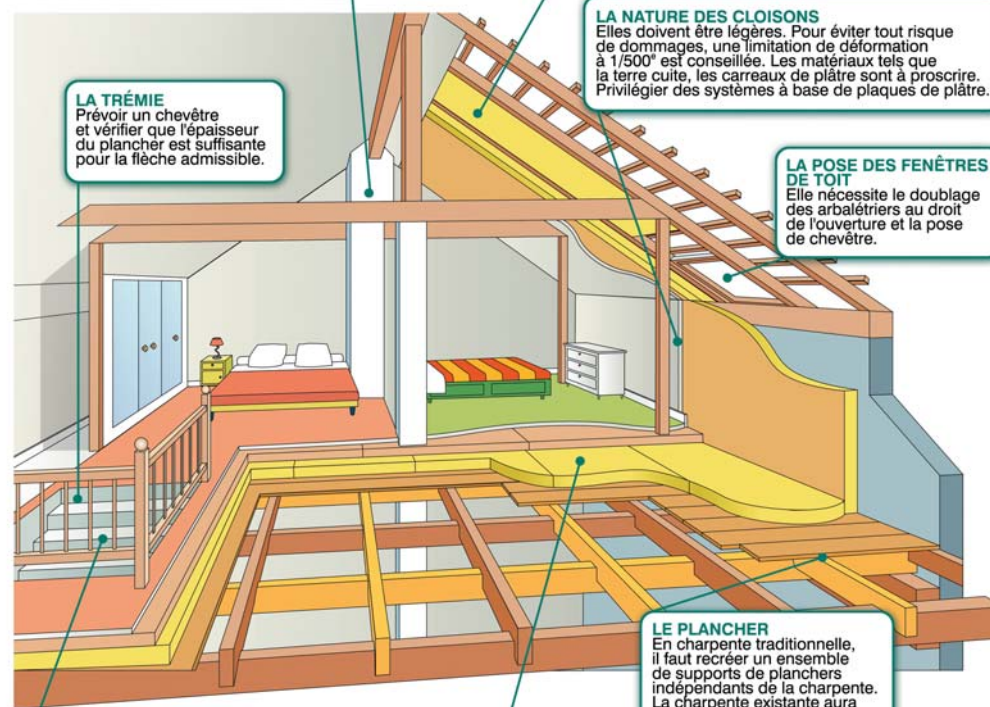
**L'ÉCART AU FEU**  
Respecter l'écart au feu entre les pièces de bois et le conduit de cheminée existant. Il faut une distance minimale de 16 cm entre la paroi intérieure du conduit et tout matériau combustible. Chemiser le conduit si nécessaire notamment si des traces de bistre (goudron) sont perceptibles ou si le conduit n'est pas réputé étanche.

**L'ISOLATION THERMIQUE**  
L'isolation sous le rampant du toit peut s'effectuer avec une laine minérale (laine de roche ou laine de verre) qui protège des bruits de l'extérieur et présente de bonnes performances thermiques. Ménager une ventilation en sous-face de couverture pour éviter l'accumulation de condensation qui peut dégrader la couverture et son support.

**LA NATURE DES CLOISONS**  
Elles doivent être légères. Pour éviter tout risque de dommages, une limitation de déformation à 1/500<sup>e</sup> est conseillée. Les matériaux tels que la terre cuite, les carreaux de plâtre sont à proscrire. Privilégier des systèmes à base de plaques de plâtre.

**LA TRÉMIE**  
Prévoir un chevêtre et vérifier que l'épaisseur du plancher est suffisante pour la flèche admissible.

**LA POSE DES FENÊTRES DE TOIT**  
Elle nécessite le doublage des arbalétriers au droit de l'ouverture et la pose de chevêtre.



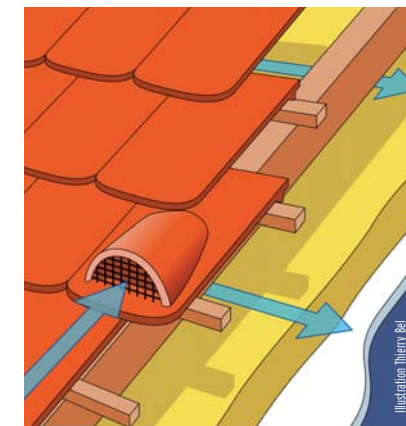
**L'ESCALIER**  
Il n'existe pas de règle concernant les dimensions de l'escalier en habitat privé. Les Règles de l'art doivent être appliquées afin de garantir une utilisation sans risques pour les occupants. L'échappée, hauteur libre à la verticale d'un nez de marche avec le plafond, doit être d'au moins 2 m. La hauteur des marches ne doit pas dépasser 21 cm. Du côté du vide, l'escalier doit être muni d'une rampe d'au moins 0,90 m de haut et d'un garde-corps de 1 m de haut en palier conformément aux normes d'usage.

**LE SOL**  
Poser une semelle résiliente entre les solives et les dalles de plancher permet de rompre la propagation des vibrations. Proscrire les sols carrelés sur un support en bois aggloméré. Privilégier les parquets ou sols souples (notamment en cas de pièce humide en prenant soin de conserver une ventilation suffisante des bois en sous-face du plancher). Les chapes anhydre ou en mortier, trop lourdes, sont déconseillées, de même que le béton allégé qui résiste mal à la déformation.

## Transformer des combles

Il est indispensable de ménager une ventilation en sous-face de la couverture, au risque de provoquer des désordres très importants allant jusqu'à l'éclatement des tuiles.

En effet, sous l'effet de la condensation, elles se gorgent d'eau et éclatent sous l'effet du gel.



Avant de choisir une solution d'aménagement des combles, il convient d'estimer la surface gagnée. Pour qu'une pièce soit habitable, il faut au minimum 1,80 m de hauteur de plafond.

