

Le guide de la charpente



ooreka

Vos questions sont entre de bonnes mains

Le guide de la charpente



ooreka



Vos questions sont entre de bonnes mains

[Ma maison](#)

[Mon argent](#)

[Ma famille](#)

[Ma santé](#)

[Mes droits](#)

[Ma carrière](#)

[Mon véhicule](#)

[Mon entreprise](#)



Plus de 5 000 documents à télécharger gratuitement

eBooks PDF, modèles de lettres, modèles de contrats, études, rapports, fiches pratiques...

www.ooreka.fr

Dans la même collection



[Le guide de l'isolation](#)



[Le guide de la toiture](#)



[Le guide des combles](#)



[Le guide du plafond](#)



[Le guide du ravalement de façade](#)



[Le guide des gouttières](#)

Auteurs : MM. Chaperon et Desguée

© Fine Media, 2014

ISBN : 978-2-36212-217-0

[Ooreka.fr](#) est une marque de Fine Media, filiale de Solocal Group.
204, rond-point du Pont de Sèvres - 92649 Boulogne-Billancourt cedex

Vous pouvez partager ce fichier avec vos proches uniquement dans le cadre du droit à la copie privée. Vous n'avez le droit ni de le diffuser en nombre ou sur Internet, ni d'en faire des utilisations commerciales, ni de le modifier, ni d'en utiliser des extraits. Mais vous pouvez communiquer l'adresse officielle pour le télécharger :

<http://charpente.ooreka.fr/m/ebibliotheque/liste>

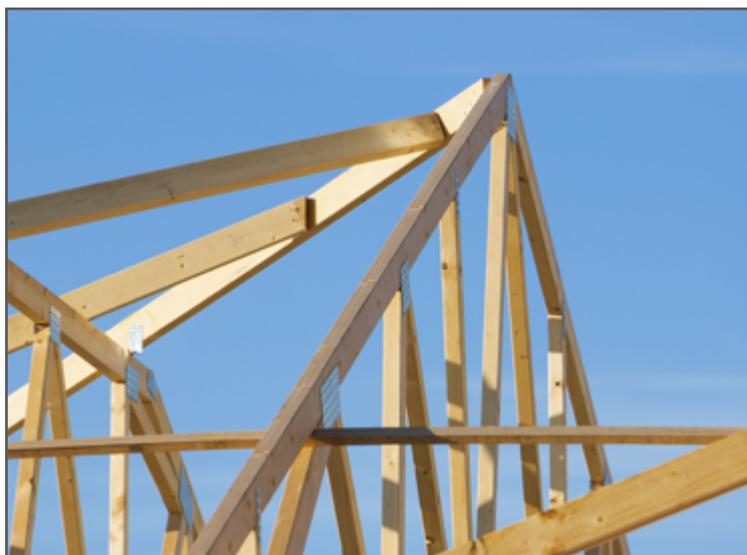
Pour toute question : www.ooreka.fr/contact

Table des matières

La charpente en un coup d'œil	7
Les matériaux	8
La conception	9
Les chantiers	9
I. Les types de charpente	10
Les formes	11
La charpente traditionnelle	14
La charpente industrielle	17
Conception	18
La charpente à toit plat	19
🗨 Pour aller plus loin	22
Astuce	22
Questions/réponses de pro	23
II. Les matériaux	25
La charpente en bois	26
La charpente fermette	30
La charpente métallique	32
La charpente en béton	35
🗨 Pour aller plus loin	38
Astuce	38
Questions/réponses de pro	38
III. La structure	40
La ferme	41
La panne	43
Le faitage	45
Le liteau	47
La volige	50
Le chevêtre	52
🗨 Pour aller plus loin	54
Astuce	54
Questions/réponses de pro	55

IV. La conception	57
Les plans	58
Les calculs	62
Les normes	64
Les fixations	67
🗨️ Pour aller plus loin	71
Astuce	71
Questions/réponses de pro	72
V. Les chantiers	74
La construction	75
La modification	78
La rénovation	82
Le charpentier	84
Les prix	85
🗨️ Pour aller plus loin	87
Questions/réponses de pro	87
Index des questions et des astuces	89
Les professionnels et experts cités dans cet ouvrage	90
Trouver des professionnels près de chez vous	93

La charpente en un coup d'œil



Une charpente a pour fonction de solidifier la structure d'une maison et de préparer la pose de la toiture. C'est donc elle qui va déterminer la forme du toit, sa taille, sa pente, mais aussi la possibilité de créer des combles habitables. On recense ainsi deux grandes formes de charpente : la traditionnelle et la fermette.

La charpente fermette est constituée de planches en bois ou en dérivés de petites sections, assemblées sous presse grâce à des connecteurs métalliques. La fermette nécessite des bois dont l'humidité est inférieure à 20 %, pour une bonne durabilité. De manière standard, elle est en mesure de supporter 150 kg/m^2 , soit la couverture du toit et un plafond en plâtre. L'isolation est simple et relativement peu coûteuse à mettre en œuvre, puisqu'elle peut être assurée par des isolants en vrac disposés sur le plafond. Mais le grand inconvénient de ce type de charpente est qu'il est non aménageable. Il est même impossible d'en faire un espace de rangement puisqu'il est obligatoire de marcher uniquement sur les poutres (le plafond en plâtre ne saurait être assez résistant au passage répété).

En laissant le volume libre, la charpente traditionnelle permet l'aménagement de combles habitables ; on pourra donc créer une ou plusieurs pièces supplémentaires dans la maison, selon la superficie disponible. Ce type de charpente est constitué le plus souvent d'éléments en bois massif, assemblés soit par profils complémentaires (tenons-mortaises, embrèvements), soit par moisage et tiges métalliques (boulons, broches) ou organes spéciaux (crampons). L'inconvénient de cet aménagement est d'être plus coûteux que la charpente fermette. On comptera un supplément de 180 €/m² environ.

De même, l'isolation du plafond dans le cas de combles aménagés sera plus chère que pour des combles perdus.

Les matériaux

La charpente est généralement construite en bois massif lorsqu'il s'agit d'une structure traditionnelle, mais elle peut être réalisée avec divers matériaux : bois lamellé-collé, métal, poutre composite (généralement en métal au centre et bois lamellé collé autour), béton armé.

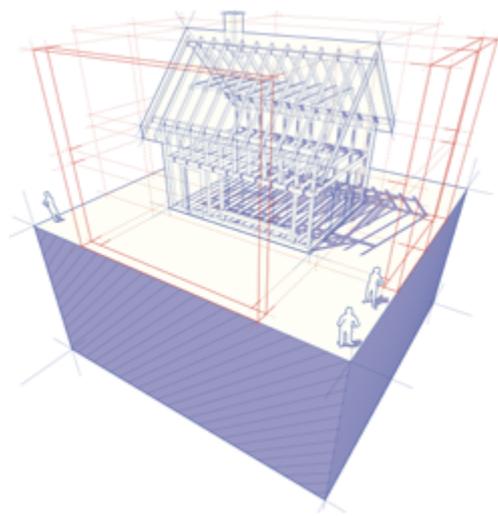


Dans le cas d'une charpente en bois, il est nécessaire de choisir l'essence avec soin et en fonction des ouvrages : grosses pièces, chevrons, solives, chevilles, lattes. Ce matériau impose également un traitement régulier, car il peut souffrir de la présence d'insectes xylophages et de champignons.

La charpente métallique, elle, est surtout employée pour les bâtiments agricoles et industriels, mais elle est de plus en plus sollicitée pour les habitations individuelles en raison de sa solidité et sa légèreté.

Enfin, la charpente en béton est l'une des plus résistantes. Elle est le plus souvent utilisée pour des toitures plates, car elle permet de profiter d'un extérieur solide et aménageable.

La conception



Pour ne négliger aucune étape de la conception, il convient de procéder à plusieurs calculs et de respecter les normes en vigueur. Il faut également étudier, au préalable, les forces extérieures (calcul de l'action, de la réaction ainsi que des sollicitations), les effets internes (flambage, répartition des contraintes, compression et traction, etc.), et les sollicitations (charges variables, permanentes, etc.). L'idéal est de créer un plan de charpente prenant en compte ces différents calculs.

Les charpentes exigent de bonnes fixations, appelées sabots, qui garantissent une bonne stabilité à la structure. Différents modèles de sabots sont proposés sur le marché. Les charpentes industrielles sont quant à elles vendues avec leurs fixations, on parle alors de connecteurs de charpente.

Deux ouvertures peuvent, par ailleurs, être entreprises sur une charpente : le chevêtre pour les fenêtres de toit ou les cheminées, et la trémie pour lucarnes.

Les chantiers

De la construction à la modification en passant par la rénovation, différents chantiers peuvent être entrepris sur une charpente. Les structures en bois exigent également un traitement spécifique.

Les prix d'une charpente sont très variables selon le type et le matériau choisis, mais aussi selon sa solution de pose. Il est alors possible de faire appel à un charpentier qualifié ou de se lancer seul dans la pose grâce à la charpente en kit. Attention, cette solution est réservée aux bricoleurs expérimentés !

I.

Les types de charpente



Une charpente se choisit en fonction de l'espace dont on dispose, mais aussi de l'esthétique et surtout du budget alloué. Ainsi, le choix se fera entre une charpente traditionnelle, fermette ou encore à toit plat. Chacune d'entre elles exige une technique particulière. Une charpente se base le plus souvent sur un triangle, figure jugée indéformable. Son utilité

dans la conception des charpentes n'est plus à prouver : combinée à un système de gouttières, la pente ainsi formée permet une évacuation naturelle des eaux de pluie. Les pentes offrent également un équilibrage de la structure, qui devient très résistante face aux pressions obliques.

Mais avec les techniques de charpente actuelles, toutes les formes sont possibles : le faîtage peut être ou non porteur, les combles peuvent être aménagés, etc. De nombreux calculs doivent cependant être pris en compte lors de la conception d'une toiture, en particulier lorsque la forme choisie n'est pas triangulaire.

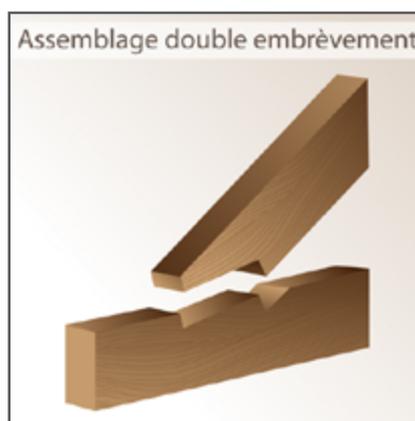
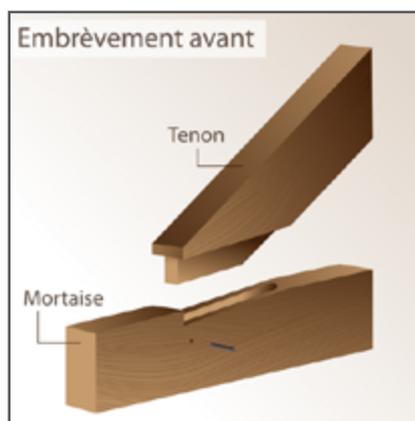
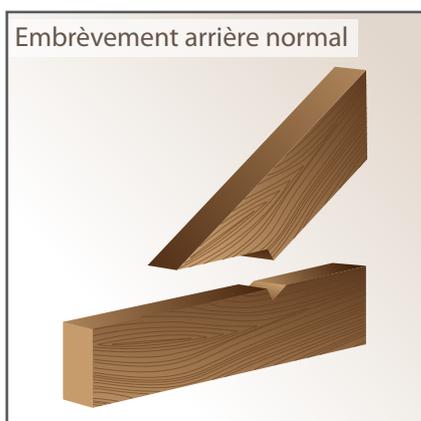
Les formes

On recense plusieurs techniques traditionnelles qui correspondent, chacune, à un type de charpente. Le budget alloué à cette étape de la construction a une importance capitale, il faut donc bien le prendre en considération.

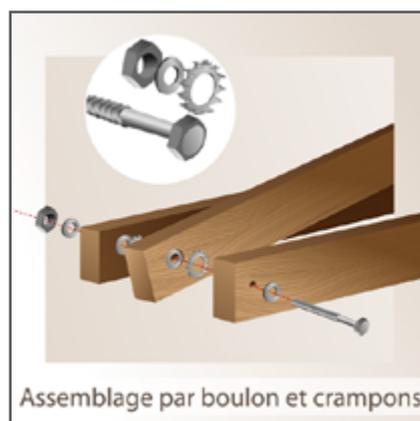
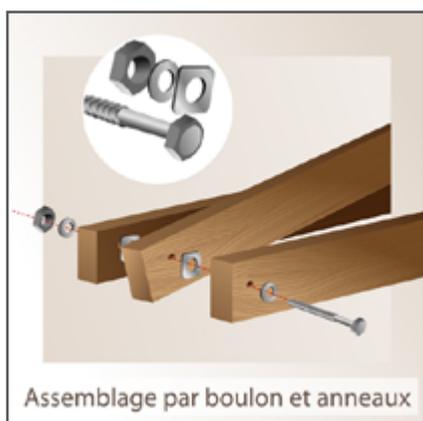
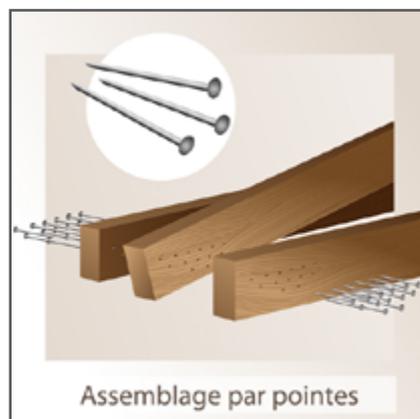
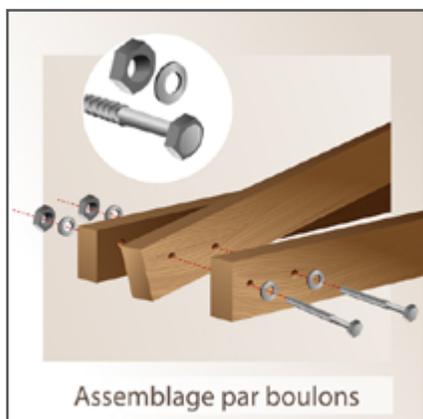
Charpente traditionnelle

La technique de la charpente traditionnelle est l'une des plus complexes, ce qui n'empêchait pas le charpentier d'antan de réaliser de véritables œuvres d'art. En règle générale, elle repose sur les murs porteurs et est faite de bois de grosses sections, particulièrement lourds. Elle est composée de fermes, de chevrons et de pannes. Plusieurs fixations sont en outre possibles.

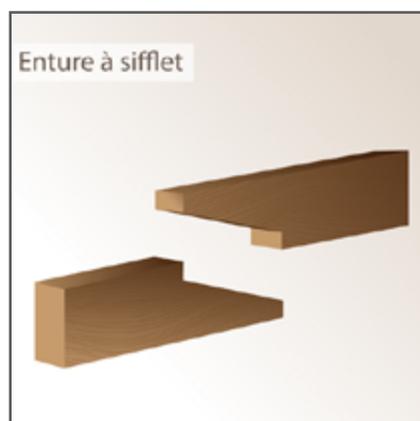
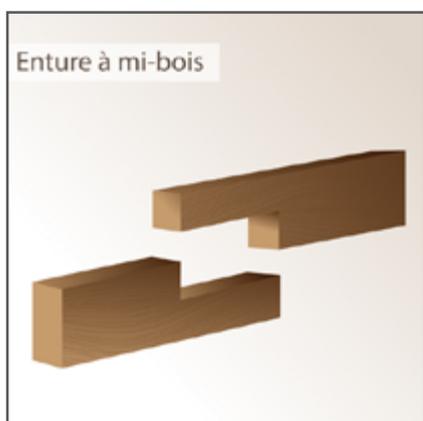
Les fixations par embrèvement (emboîtement) tiennent à l'aide de tenons (parties mâles) et de mortaises (parties femelles) ou à l'aide de boulons.



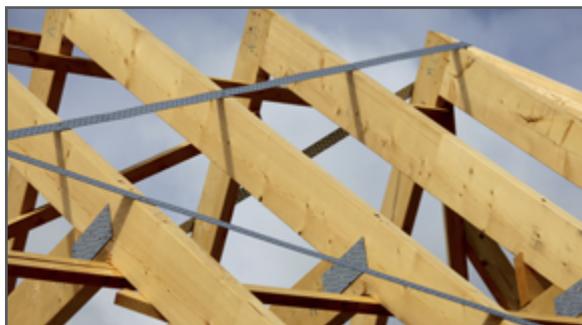
Les fixations par assemblages moisés (deux pièces jointes, rapprochées l'une de l'autre) se servent de boulons et de pointes.



Enfin, les fixations par enture reposent sur deux pièces placées dans le prolongement l'une de l'autre.



Charpente à fermette



À l'inverse, la charpente industrielle, ou fermette, est livrée pré-montée. Pour cela, la technique ancestrale de construction a été simplifiée au maximum grâce à des calculs très précis : l'industrialisation de cette charpente permet ainsi une économie appréciable.

En pratique, la ferme remplace les chevrons utilisés traditionnellement ; ces fermes reçoivent ensuite les liteaux de couverture. La stabilité de la construction est assurée par la liaison des fermes entre elles, elle-même garantie par les contreventements et les dispositifs d'anti-flambage. La charpente fermette doit être posée sur des murs porteurs sains. La structure est étudiée pour pouvoir supporter jusqu'à 150 kg/m^2 , ce qui représente le poids d'une couverture et d'un plafond en plaques de plâtre.

Charpente à toit plat

Les calculs imposés par le choix d'une charpente à toit plat doivent être réalisés avec exactitude et prendre en compte les distances entre les appuis, le poids de la future toiture et la surcharge possible (pluie, neige, etc.). Il est ensuite possible d'opter pour une charpente de toiture plate accessible – de façon à l'utiliser comme terrasse – ou inaccessible, excepté pour un éventuel entretien. Selon l'option choisie, le calcul des charges sera différent. Il faut savoir que l'isolation et le revêtement d'étanchéité ne pèsent pas très lourd, et les gravillons qui composent la terrasse ne représentent que $50 \text{ à } 70 \text{ kg/m}^2$.



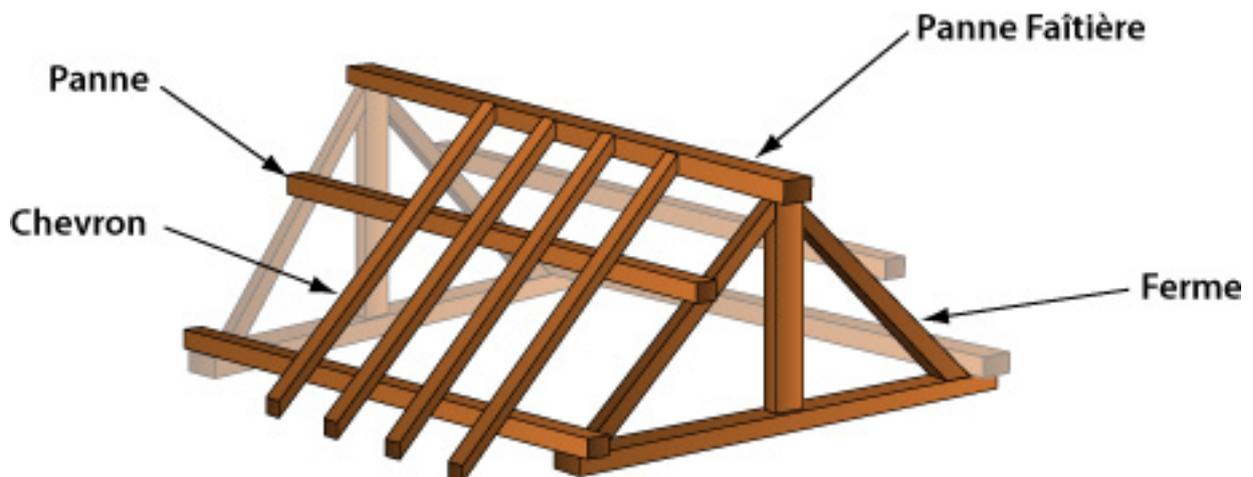
À noter : *cette toiture peut supporter entre $100 \text{ et } 200 \text{ kg/m}^2$.*

La charpente traditionnelle

La charpente traditionnelle est la plus courante dans les constructions anciennes.

Présentation

La charpente traditionnelle est constituée de gros bois (très résistants au feu), assemblés sans connecteurs. Elle se compose d'une ferme (structure porteuse), de pannes qui s'appuient sur la ferme, de chevrons cloués sur les pannes, posés dans le sens de la pente et écartés de 40 à 60 cm, ainsi que de liteaux et voliges, dont le rôle est de supporter la couverture.



Particulièrement esthétique, cette charpente représente toute la qualité du travail artisanal du charpentier et mérite d'être laissée apparente. Tous les types de toitures sont envisageables, car elle a une conception relativement souple qui permet de nombreuses dimensions et de nombreux styles.

Les cotes doivent cependant être prises avec beaucoup de précision. Le plan de l'architecte comprendra donc le type de couverture (tuiles, ardoises, tôles, etc.), le type de charges (région neigeuse, venteuse, etc.), les cotations horizontales, les hauteurs des murs porteurs, une vue de dessus, des combles et de chaque façade, les cotes des futures ouvertures (fenêtres de toit, cheminée, escaliers, etc.), ainsi que le détail des particularités (débords, murs non parallèles, porches, etc.).

Conception

Les charpentes traditionnelles doivent respecter les normes et Documents Techniques Unifiés (DTU) suivants :

- ▶ 31.1 DTU – Charpente et escaliers en bois ;
- ▶ 31.2 DTU – Construction des maisons et bâtiments à ossature en bois ;
- ▶ CB71 – Règles de calcul et de conception des charpentes en bois ;
- ▶ DTU Bois-Feu 88.



Le calcul des pannes et des chevrons doit ensuite être particulièrement précis. Il est nécessaire de tenir compte des charges permanentes (poids de la toiture, du plafond, etc.) et temporaires (neige, vent, etc.). Désormais, des logiciels facilitent les calculs indispensables à la bonne tenue de la charpente dans le temps.

Le choix du pourcentage de la pente se définit, quant à lui, en fonction de la région où se trouve la construction (altitude pour la charge de la neige, par exemple), la destination des combles (la pente doit permettre une hauteur minimale de 1,80 m pour des combles aménageables), et le type de couverture qui détermine l'espacement des chevrons.

Pour les éléments en bois, le dimensionnement se fait en fonction des déformations admissibles du point de vue de la sécurité. Celles-ci sont dictées par la réglementation et dépendent de l'importance des pièces dans l'ouvrage. Concrètement, cela signifie que la déformation permise (dans le sens de la largeur) ne peut être supérieure à une fraction de la longueur :

- ▶ 1/150 de la longueur pour les parties d'ouvrage en console ne supportant pas de circulation régulière (auvent) ;
- ▶ 1/200 pour les pièces supportant directement des éléments de couverture, comme les chevrons ou les liteaux ;
- ▶ 1/300 pour les pannes et les pièces supportant des éléments verriers ;

I. Les types de charpente

- ▶ 1/400 pour les ouvrages fléchis, autres que les consoles, supportant une circulation régulière ou un remplissage ;
- ▶ 1/500 pour les pièces supportant d'autres éléments porteurs (poutre de reprise, etc.) et des éléments fragiles déterminés par les DTU ou documents particuliers du marché.

Mise en œuvre

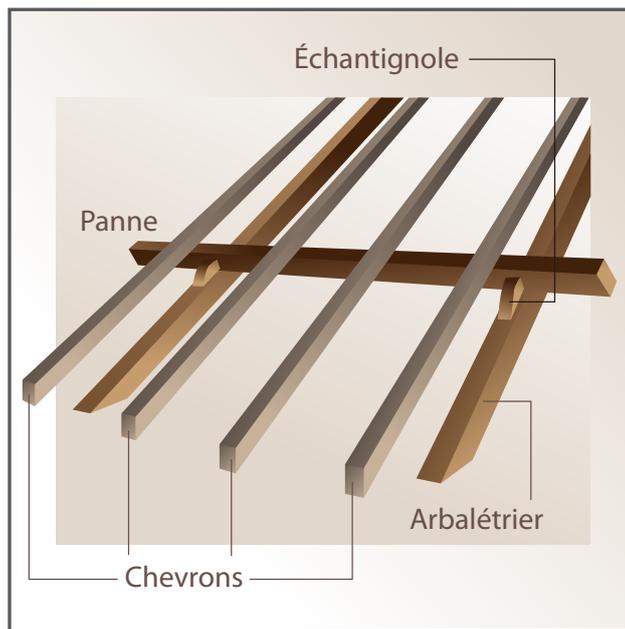
Une fois les pièces de charpente livrées, celles-ci sont sciées en fonction du mode d'assemblage, qui peut être moisé ou réalisé par embrèvement. Il est nécessaire de réaliser une épure au sol avant d'assembler les différentes pièces selon les marques présentes.

Après l'assemblage, il faut lever les fermes pour les mettre en place, puis vérifier la maçonnerie ; celle-ci doit pouvoir supporter le poids total de la charpente. Les cales doivent également être placées de façon à faciliter le garnissage futur. Cette étape est très délicate, car elle provoque des sollicitations à l'intérieur de la ferme et nécessite un bon choix d'appareils de levage selon le poids de la ferme (camion-grue, tracteur), des précautions concernant la solidité des appuis des engins de levage, mais aussi une bonne fixation de la ferme par des treuils, des câbles, des moufles...

Une fois le levage réalisé, le montage peut commencer. Il convient d'abord de régler les niveaux des pièces de la charpente ; le fléchissement de la ferme sous la pleine charge entraîne alors le réglage des pannes sur les échantignoles. On place ensuite les étrésillons d'entrait : la fermette suivante est calée en plaçant le milieu de la largeur de la section sur les repères d'entraxe portés auparavant sur la lisse haute. Ces repères correspondent à la largeur des étrésillons à laquelle on ajoute deux fois la moitié de la largeur des bois. On règle ainsi toutes les fermes. L'ancrage des pannes dans la maçonnerie doit alors être effectué : tous les points d'attache sont scellés au mortier. Les fermes sont également posées sur la maçonnerie ou sur les pannes sablières. Le dispositif



de contreventement provisoire se crée juste après la première pose de ferme, dans le but d'éviter tout accident pendant le levage des fermes suivantes. On procède ensuite à la mise en place du dispositif d'anti-flambement. Une fois toutes les fermes réglées et ancrées, on met en place les pannes dans les pignons. Les dispositifs de contreventement et d'entretoisement sont également entrepris.



La suite logique de la pose est alors la mise en place du chevronnage : les chevrons sont cloués sur les pannes aux marques prévues par le plan d'exécution.

La charpente industrielle

D'un point de vue rapport qualité/prix, la charpente industrielle est à ce jour la plus économique.

Présentation

La charpente industrielle, qui désigne généralement la charpente fermette, profite de tous les progrès modernes de la construction. Grâce à son prix attractif et à sa simplicité de mise en œuvre, elle est employée dans plus

I. Les types de charpente

de la moitié des constructions de maisons individuelles. Les éléments qui la constituent sont légers et leur assemblage se fait très simplement à l'aide de connecteurs métalliques.



Économique en matériel et en main-d'œuvre, elle est à la fois légère et fiable dans le temps (bois déjà traité). De plus, le temps de levage et de pose est minimisé, et les solutions techniques sont nombreuses : la plupart des modèles peuvent

être envisagés. En revanche, dans sa version simple, elle impose des combles non aménageables ; seules les fermes à entrain seront aménageables. Elle présente également une faible résistance au feu.

Le tarif d'une charpente industrielle dépend de la surface de l'habitation ou du garage à couvrir, de la pente, du comble à vocation habitable ou non et de la structure générale. Outre les matériaux, il faudra calculer le prix de la pose si un professionnel intervient ; en moyenne, il faut compter environ 450 €.

Pour une toiture de faible pente, on calcule le coût de la charpente grâce aux estimations suivantes : environ 30 €/m² hors pose et entre 45 et 60 €/m² pose comprise.

Conception

Le calcul des fermes doit être particulièrement précis. Il est nécessaire de tenir compte des charges permanentes (poids de la toiture, du plafond, etc.) et temporaires (neige, vent, etc.). Des logiciels facilitent désormais les calculs indispensables à la bonne tenue de la charpente dans le temps.

Le choix du pourcentage de la pente se définit ensuite en fonction de la région (par exemple, l'altitude pour déterminer la charge de la neige), mais aussi de la destination des combles (hauteur minimale de la pente de 1,80 m pour des combles aménageables).

Mise en œuvre

La charpente industrielle est livrée par camion-grue. Son stockage doit être prévu dans un endroit sec, si possible verticalement ; elle doit aussi être surélevée par rapport au sol. À la livraison, il convient de s'assurer que tous les éléments sont bien présents ; ces derniers sont listés sur le bordereau de livraison. Le plan de montage doit lui aussi être complet et suivi précisément.



Les fermes sont parfois livrées en deux ou trois parties pour faciliter le transport. La première chose à faire est donc de les assembler. Ces fermes seront posées dans l'ordre indiqué sur le plan de montage. La plupart du temps, il s'agit de commencer par poser une extrémité, en respectant l'alignement du faîtage. Il suffit ensuite d'assembler les pièces de bois à l'aide des connecteurs fournis avec la charpente. La manutention des fermettes doit se faire à la verticale, que ce soit manuellement ou avec un engin de levage. Les fermettes nécessitent une mise en œuvre en boulonnage et en clouage : tous les assemblages seront calculés très précisément selon la norme P 21-701 et les Eurocodes. La mise en œuvre doit respecter ces normes à la lettre pour garantir la fiabilité de la charpente.

La charpente à toit plat

La charpente à toit plat peut être une solution intéressante pour bénéficier de mètres carrés supplémentaires.

Présentation

On parle de « charpente à toit plat » lorsque l'inclinaison de la pente se situe entre 2 et 15 degrés, sachant qu'un minimum de 2 degrés est nécessaire pour l'évacuation des eaux de pluie. Une toiture plate peut donc avoir deux pentes. Au-delà de 15 degrés, on parle de « charpente inclinée ». Le principe de la toiture plate repose avant tout sur les progrès techniques, notamment sur l'amélioration de l'étanchéité.

Économique (le coût reste abordable) et esthétique, la charpente à toit plat permet de créer des pièces sous la toiture sans restriction d'espace, mais aussi d'aménager la toiture en terrasse. En revanche, elle exige un permis de construire parfois difficile à obtenir. En outre, pour éviter les fuites, l'isolation et l'étanchéité devront être réalisées avec le plus grand soin.

On recense par ailleurs plusieurs types de toits plats, présentés dans le tableau ci-dessous.

Toits plats	Avantages	Inconvénients
Toiture inversée	Combles facilement aménagés, sans effet de « sous-pente »	Écoulement des eaux plus complexe : l'isolation et l'étanchéité sont réservées aux bricoleurs très avertis
Toiture verte	<ul style="list-style-type: none"> Protège des rayons UV et des variations climatiques Isolation phonique 	Nécessite une structure portante solide
Toiture-jardin	<ul style="list-style-type: none"> Permet d'avoir un coin de verdure, même en ville Protège de la chaleur et du bruit 	Nécessite un entretien constant et une structure portante très solide
Toiture-terrace	<ul style="list-style-type: none"> Aménagement au sol au choix : carrelage, matériaux synthétiques, etc. Augmente les m² extérieurs 	<ul style="list-style-type: none"> Nécessite une structure solide Écoulement des eaux discret plus compliqué

Le prix de la charpente à toit plat dépend de sa grandeur, de son usage, de son isolation... Le tableau ci-dessous fournit une estimation des tarifs généralement rencontrés lors de sa mise en œuvre.

Matériaux	Coûts
Charpente à toit plat (madriers, voligeage, etc.)	Environ 100 €/m ²
Membrane d'étanchéité	Environ 140 €/m ²
Isolation en laine de verre 140	Environ 19 €/m ²
Finition : couche de bitume unique	Entre 25 et 35 €
Finition : couche de bitume double	Entre 45 et 65 €
Ossature en bois d'un garage (4 × 4 m)	Environ 900 €

Plancher



Une toiture-terrasse non accessible peut être construite en béton, bac d'acier ou panneaux d'OSB (ou panneau à copeaux orienté), etc. En revanche, pour une terrasse accessible, le plancher devra être extrêmement solide. Les dalles et planchers sont alors créés selon différentes techniques. Dans le cas d'un plancher-poutrelles hourdis, on installe une structure de béton armé que l'on pose sur les murs et sur laquelle on place ensuite les poutrelles, avec un appui de 2 à 5 cm sur la structure ; pour finir, on coule une dalle d'environ 10 cm sur l'ensemble. Il existe cependant d'autres options, comme le plancher creux en béton précontraint et la dalle de béton coulée sur place. De plus, quelle que soit l'utilité du toit-terrasse, le mur doit remonter de 15 cm au-dessus de l'étanchéité pour créer un acrotère, c'est-à-dire un muret situé en bordure de toiture permettant le relevé d'étanchéité. Cet acrotère est surmonté d'une couverture, qui protège et simplifie l'étanchéité.

Isolation

Même si la terre et les végétaux installés sur le toit-terrasse protègent du froid ou de la chaleur, les charpentes à toit plat nécessitent une isolation adaptée. Le toit plat se caractérise donc par un traitement particulier de l'eau de pluie : alors qu'une toiture classique évacue les eaux grâce à son inclinaison, le toit plat, lui, utilise un ou plusieurs points d'évacuation (moins rapide que l'évacuation classique, mais tout aussi efficace). L'eau de pluie s'écoule alors par un tube en acier d'un diamètre choisi en fonction de la grandeur de la terrasse. Par exemple, pour une terrasse de 50 à 100 m², le diamètre du tuyau d'évacuation devra être au minimum de 10 cm. Pour l'étanchéité, les produits bitumeux sont largement privilégiés. Les rouleaux de roofing sont alors renforcés par une couche d'aluminium, de polyester, de membrane de verre ou par une finition rugueuse (sable, gravillons, etc.). D'autres produits synthétiques ont néanmoins été créés pour les remplacer, notamment le PVC et l'EPDM (caoutchouc synthétique). Il est aussi possible de végétaliser un toit plat : en plus de l'esthétique, la couche de terre et la végétation protègent efficacement du froid comme de la chaleur. Une ou plusieurs couches d'isolants de type laine de verre ou de roche sont également utilisées pour isoler la toiture.



Pour aller plus loin

Astuce

Bien choisir sa charpente

La charpente solidifie et prépare la pose de la toiture. C'est un élément porteur fondamental, qui détermine la solidité de la construction. En maintenant les murs et le gros œuvre en place, elle assure la fermeture solide de la construction, un peu comme une clé de voûte. Bien la choisir et la concevoir est donc essentiel !

Une charpente doit avant tout être résistante, que ce soit face aux éléments climatiques, au feu, au temps. Les charges permanentes sont assez faibles, puisque la couverture de la toiture et la structure elle-même sont des éléments légers. La toiture est toutefois exposée aux intempéries et aux rayons du soleil toute l'année. Il est donc nécessaire de penser à la couverture pour s'assurer une bonne isolation et une bonne ventilation.

À noter que le vent demande une étude de stabilité, car il augmente les charges sur la charpente.

Étant un élément porteur, si la charpente est affectée lors d'un incendie, le reste de la structure risque de s'effondrer. C'est pourquoi il est impératif d'évaluer les risques et de bien choisir le matériau qui composera l'ossature : le bois massif est très résistant au feu, tandis que le bois industriel lamellé-collé l'est beaucoup moins.

Le métal, lui, se dilate sous l'action du feu et offre une mauvaise stabilité et une faible résistance.

Enfin, le béton est très résistant. Quant à la toiture, il faut penser également à la robustesse de la couverture : la tuile et l'ardoise offrent une bonne résistance au feu, tandis que le zinc présente une résistance et une stabilité passables. Pour les charpentes en bois, il est aussi indispensable d'évaluer les risques d'invasion de parasites et de champignons.

Enfin, il convient de prendre en compte la structure. Ainsi, préfabriquée et assemblée sur le chantier, la charpente fermette ne permet pas toujours l'aménagement de combles habitables, tandis que la charpente traditionnelle, réalisée sur mesure et donc plus complexe, l'autorise.

Questions/réponses de pro

Charpente de garage

Combien de bastaings sont nécessaires pour la charpente d'un garage de 64 m² ?

 Question de Jack

► Réponse de Bruel Diags

Le dimensionnement d'une charpente se calcule en fonction des charges qui vont s'appliquer (poids propre), des charges d'usage (nature et destination du toit : accessible, non accessible), des charges de neige, etc.

Si vous ne savez pas le faire, demandez à un charpentier de vous poser la charpente. Il saura effectuer les calculs, commander les poutrelles et les poser.

Passer par un professionnel a son importance, c'est une question de savoir-faire, mais aussi d'assurance, car, en cas de sinistre, surtout si vous êtes amené à vendre, vous serez totalement responsable pour une construction qui n'est pas assurée en décennale.

► Réponse d'Anubiss

Je vous conseille de diviser votre largeur en 2 × 4 m, afin d'avoir une poutre dans le sens de la longueur qui permet d'installer des bastaings de 4 m, plus faciles à trouver. Pour cette poutre centrale, j'opterai pour du bois lamellé-collé et une section de 12 ou 14 cm par 500 ou 600 cm.

La poutre centrale en lamellé-collé devra avoir deux assises en béton, à chaque extrémité, d'environ 10 cm d'épaisseur sur deux fois sa largeur, et entrer d'au moins 10 cm dans chacun des murs porteurs. Idem pour les bastaings de 4 m qui devront, en plus, être sur sabots métalliques, et cloués sur la poutre lamellée-collée centrale.

Charpente sur blochet ou à la Mansart ?

Je suis en train d'aménager mes combles et j'hésite entre des combles sur blochet ou à la Mansart. Quelle est la différence ?

Quelle pente de toit exige ces deux constructions ?

 Question de Sandrine

I. Les types de charpente

► Réponse de Gaby10

Des combles mansardés donnent plus d'espace. La charpente sur blochet, elle, réduit le volume des combles, car elle fait partie du même rampant.

Dans le cas d'une charpente à la Mansart, il faut qu'un côté du toit soit quasi à la verticale et que l'autre soit un peu moins pentu.

Connaitre la solidité d'une charpente

Nous souhaitons aménager notre chambre en mezzanine, dans un espace sous la toiture. Cet espace n'est pas utilisé pour le moment. Certains entrepreneurs nous disent que la charpente est impeccable, alors que d'autres nous affirment qu'elle est trop faible pour supporter un poids supplémentaire, sans nous donner de véritables arguments. À quel corps de métier devons-nous nous adresser afin d'obtenir une information fiable, basée sur des critères concrets ?

 Question de Leymouna

► Réponse de BBC Bois

Il est en effet déroutant que plusieurs professionnels soufflent des conseils différents. Les éléments à inspecter sont les sections de bois utilisées, les entraxes entre chevrons, les pannes, etc. Peut-être avez-vous accès à un expert du bâtiment par votre assurance ?

► Réponse d'Isover

Vous pouvez aussi vous adresser à un Bureau d'étude de structure pour réaliser un calcul de portance en fonction de la configuration de la charpente et notamment la section des bois.

Gouttière intégrée sur une charpente

Je voudrais intégrer une gouttière à ma charpente, sachant que celle-ci est mitoyenne. La charpente a deux pentes et recouvre un garage de 15 m².

 Question de Chri

► Réponse de Gaby10

Vous avez la possibilité de faire une gouttière havraise en bordure de la charpente, avec une évacuation des eaux pluviales sur le côté. Celle-ci sera donc en limite de propriété.

II.

Les matériaux



Le choix d'une charpente se fait avant tout en fonction de ses besoins, de son budget, mais aussi des normes architecturales fixées par la région ou la ville.

Ainsi, on peut opter pour une charpente fermette, en bois, en béton ou encore métallique. À noter que le béton se répand de plus en plus ; pour cause, ce matériau est très résistant et ne craint pas le feu. De plus, il n'est pas plus cher que le bois.

Outre la structure, il faut aussi prendre en compte les caractéristiques et le besoin d'entretien de la future charpente. De ce fait, se prémunir des parasites et champignons peut être indispensable dans le cas d'une charpente en bois... Il convient donc de bien respecter les normes en vigueur et de veiller à ce que les matériaux utilisés soient traités.

Enfin, la mise en œuvre de la charpente a aussi son importance, il est indispensable d'assembler les pièces correctement et de respecter les grandes étapes du montage.

La charpente en bois

Le bois utilisé pour la création d'une charpente doit être choisi avec soin.

Présentation

L'essence de bois employée pour la construction d'une charpente est facteur des ouvrages et des éléments de cette dernière. Ainsi, pour les grosses pièces, on utilise le chêne, le peuplier, le pin sylvestre, l'orme, le pin maritime, le sapin Douglas, l'épicéa. En revanche, pour les chevrons et solivages, on privilégie le chêne, le châtaignier, le peuplier et le sapin. Les chevilles, elles, sont en acacias, frêne et chêne, tandis que les lattes sont en sapin, peuplier et bouleau. Alors que certains défauts du bois ne portent pas atteinte à la solidité de la charpente, d'autres sont à éviter absolument pour l'utilisation en entrain (poutre qui porte les arbalétriers et le poinçon) : fentes dans la longueur de la pièce, nœuds, reste de flache (écorce) à plus de 1/5^e de la section de bois.



Par ailleurs, un bois trop sec est difficile à travailler : 2 ans de séchage sont donc nécessaires, même si celui-ci continuera à sécher une fois installé. Le séchage du bois change les dimensions sphériques de la poutre, mais jamais sa longueur. Le triangle formé par les fermes restera donc intact.

Le prix d'une charpente en bois dépend, en outre, de nombreux critères : grandeur de la surface à couvrir, qualité et essence du bois, forme de la toiture, etc. Nous vous proposons une estimation des prix rencontrés dans ce domaine.

Coûts des éléments d'une charpente en bois

Éléments de la charpente en bois	Prix
Bois de charpente épicéa (100 × 100 mm)	3,51 € le mètre linéaire
Bois de charpente (100 × 200 mm)	8,80 € le mètre linéaire
Bois de charpente épicéa (100 × 300 mm)	13,20 € le mètre linéaire
Bois de charpente épicéa (150 × 150 mm)	7,90 € le mètre linéaire
Bois de charpente épicéa (75 × 225 mm)	4,22 € le mètre linéaire
Chevrons (45 × 63 mm)	1,26 € le mètre linéaire
Lambourde (27 × 75 mm)	0,70 € le mètre linéaire
Lambourde trapèze (100 × 40 mm)	2,80 € le mètre linéaire
Madrier (75 × 225 mm)	7,55 € le mètre linéaire

Ainsi, une charpente à deux pans de 150 m² en sapin traité et calibré revient à environ 7 000 €.

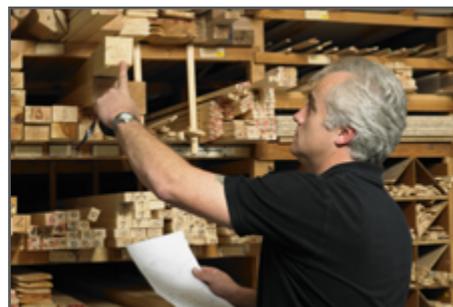
Mise en œuvre

Il est important de noter que choisir une section rectangulaire des pièces en bois destinées à la charpente offre davantage d'inertie. Cependant, les pièces de sections carrées peuvent être privilégiées, car elles multiplient par deux le choix d'orientation et de position. Certains propriétaires préfèrent aussi un bois non rectiligne, qui donne plus de charme à une charpente découverte.

La charpente en bois s'assemble à l'aide d'équerres et de sabots, choisis en fonction de la charge qu'ils auront à supporter. Le clouage et le boulonnage sont également très importants, et les liaisons sont assurées par des connecteurs métalliques. Ce type d'assemblage est incontournable pour la pose d'une charpente industrielle en bois. La mise en œuvre doit respecter la

norme P 21-701 ; elle s'adresse à des personnes sinon qualifiées, du moins d'un bon niveau de bricolage. Il convient également de respecter les consignes de sécurité pour travailler en hauteur. Il est ensuite impératif de respecter les étapes de montages suivantes :

- ▶ l'étude des forces, qui permet de choisir les sections de bois adéquates ;
- ▶ le tallage (la charpente est préparée au sol) ;
- ▶ le traitement du bois, qui peut être fait avant le montage ;
- ▶ le levage des pièces et la mise en œuvre.



Enfin, la mise en place des pièces se fait selon un ordre précis : pose des fermes, de la panne faîtière (qui permet de vérifier l'alignement), des pannes sablières, des pannes ventrières, des liteaux, puis d'un éventuel plancher sur solives.

Traitements

Les charpentes, notamment celles en bois, peuvent souffrir de la présence de parasites. Les insectes xylophages se nourrissent de la matière nutritive du bois, et certains champignons peuvent provoquer des dégâts importants. Le tableau ci-dessous présente les principaux problèmes rencontrés sur les charpentes en bois.

Appellation	Aspect	Indices de présences
Champignons lignivores		
Mérule	<ul style="list-style-type: none"> • Filament gris ressemblant à une toile d'araignée • Coussinet d'aspect ouateux • Après développement, le champignon prend une coloration brune avec un bord blanc 	
Coniophore des caves	<ul style="list-style-type: none"> • Coloration jaune clair • Aspect cotonneux • Prend une teinte foncée avec le temps, avec des cordons bruns très fins 	
Lenzite des poutres	<ul style="list-style-type: none"> • Teinte brunâtre • Aspect cotonneux 	
Polyphore des caves	<ul style="list-style-type: none"> • Amas blanc épais • Pas de cordons 	

Appellation	Aspect	Indices de présences
Insectes xylophages		
Capricorne des maisons	<ul style="list-style-type: none"> • Coléoptère de 8 à 25 mm • Corps foncé et légèrement aplati • Larve de 15 à 30 mm, de couleur ivoire, avec 3 paires de pattes sur le thorax 	<ul style="list-style-type: none"> • Surtout sur les bois résineux • Trous de 8 à 10 mm, de forme ovale • Galerie visible à la surface du bois • Déjections beiges
Lyctus	Insecte allongé, légèrement aplati, avec une large tête et des mandibules puissantes	<ul style="list-style-type: none"> • Présence de « trous d'envol » à la surface du bois • Petite sciure sur le sol
Vrillette	<ul style="list-style-type: none"> • Petit coléoptère de 8 mm environ, avec de longues antennes • Larve blanchâtre de 5 à 10 mm 	<ul style="list-style-type: none"> • Surtout sur les bois de feuillus • Émet un son faible en période de reproduction • Vermoulures dans les galeries creusées
Termite	Insecte blanc jaunâtre ressemblant à une fourmi	<ul style="list-style-type: none"> • Surtout sur le bois très sec • Pas de sciure sur le sol, mais bois vermoulu • Petits trous dans le bois

À noter : *il peut s'écouler plusieurs années avant de remarquer une charpente attaquée par des insectes ou des champignons.*

En outre, lorsqu'une charpente est envahie par les parasites, les larves creusent des galeries à l'intérieur même du bois, affaiblissant la structure jusqu'à entraîner des dégâts parfois irréversibles : ruptures mécaniques de la structure, décalages de niveau des tuiles et autres couvertures, infiltrations d'eau, etc. Si la charpente n'a pas été traitée depuis plus de 10 ans, il est alors conseillé de la faire contrôler par une entreprise spécialisée qui pourra proposer un diagnostic gratuit. Le professionnel identifiera le parasite concerné, le degré de développement et l'état mécanique de la structure. Il pourra alors proposer le traitement adéquat.

C'est pourquoi il est impératif de protéger le bois. Certaines règles sont donc à respecter, notamment la mise en œuvre d'essences à durabilité adaptée à la classe d'emploi et pré-traitées par trempage ou autoclave, mais

aussi la suppression des zones humides (réparation des fuites éventuelles, infiltrations stoppées, etc.) et confinées grâce à une bonne aération. Un entretien régulier est également nécessaire. En outre, le bois de charpente doit être choisi en fonction des normes EN 335-1, -2 et -3 : la charpente neuve est ainsi protégée pour 10 ans.



Si, après diagnostic, la charpente est attaquée, deux traitements seront envisageables : la pulvérisation, réservée uniquement aux sections inférieures à 80 cm² (traitement en deux couches minimum) ; et l'injection, qui consiste à forer des puits profonds d'au moins les deux tiers de l'épaisseur de la pièce. Il est essentiel de travailler par étapes : recherche et suppression de la zone d'humidité, puis mise en place d'une bonne ventilation. Le traitement, lui, comprend le décrépage (si nécessaire), le piquage du plâtre, l'élimination des petites pièces de bois (cales, etc.), le brûlage des murs et autres maçonneries au chalumeau, les injonctions ou pulvérisations, et enfin, le remplacement des éléments infectés. Les traitements doivent se poursuivre sur un mètre autour de la zone infestée. Le prix du traitement des charpentes varie en fonction de la surface, de l'accessibilité aux combles, du type de champignons/insectes. Il faut donc compter environ 2 500 € pour réaliser un traitement complet (voire beaucoup plus dans le cas de la mэрule).

La charpente fermette

Modèle phare de la charpente industrielle, la charpente fermette est apparue vers les années 1970 en France, avec l'essor immobilier. Elle représente 65 à 70 % du marché.

Présentation

Sur ce type de charpentes, les fermes remplacent les chevrons utilisés traditionnellement : elles reçoivent ensuite directement les liteaux de couverture. La ferme est ainsi constituée par l'assemblage des arbalétriers, de l'entrait, du

poinçon, etc., reliés par des connecteurs métalliques. La stabilité de la structure est par ailleurs assurée par la liaison des fermes entre elles, elle-même renforcée par les contreventements et les anti-flambages.

D'un prix attractif, en raison d'un très bon rapport délai/qualité/prix, elle présente également une simplicité de mise en œuvre (temps de levage et de pose minimisés). Légère, elle reste fiable sur la durée, tout en offrant de nombreuses solutions techniques : la plupart des modèles peuvent être envisagés, notamment les combles aménageables avec les fermes à entrants.



Le prix de la charpente fermette peut varier selon la taille de la toiture, l'aménagement ou non des combles et la qualité et l'essence du bois. Il faut prévoir environ 60 €/m², soit 14 000 € pour une charpente de 15 × 10 m.

Mise en œuvre

La charpente fermette traditionnelle est livrée par camion-grue. Son stockage doit être prévu dans un endroit sec, si possible verticalement ; elle doit aussi être surélevée par rapport au sol. À la livraison, il convient de s'assurer que tous les éléments sont bien présents ; ils sont répertoriés dans le bordereau de livraison. Le plan de montage doit également être complet et suivi précisément.

La manutention des fermettes se fait à la verticale, que ce soit manuellement ou avec un engin de levage de type camion-grue. Les fermettes nécessitent une mise en œuvre en boulonnage et en clouage. Ces assemblages sont calculés très précisément selon la norme P 21-701 et les Eurocodes. Pour mettre en place la charpente fermette, il est impératif d'avoir un excellent niveau en bricolage et de respecter les consignes de sécurité. Les étapes de pose sont ensuite les suivantes :

- ▶ lecture et compréhension totale du plan ;
- ▶ tallage (la charpente est assemblée à blanc au sol) ;
- ▶ assemblage des fermes, souvent livrées en deux ou trois parties ;

- ▶ pose des fermes, en commençant par une extrémité en cas de toiture longiligne ou par la croupe en cas de toiture en « L » ;
- ▶ alignement du faîtage ;
- ▶ préparation des entretoises (ce qui simplifiera la pose et aidera au respect de l'alignement).

La charpente métallique

Avec l'industrie de la sidérurgie, de nouvelles possibilités de charpente ont vu le jour : c'est le cas des charpentes métalliques. Elles sont largement utilisées pour la construction de bâtiments agricoles et industriels, de garages, d'abris de jardin, mais aussi de maisons individuelles. Ces structures métalliques offrent une portée identique à celle du béton armé, tout en étant plus légères, notamment sur la portée au sol.

Présentation



Une charpente métallique se compose de fermes, d'arbalétriers et d'entraits reliés par des pannes. Pour son élaboration, on préférera toujours les aciers laminés aux aciers doux, qui présentent plus de risques de déformation ; les aciers les plus souvent choisis étant le S235, le S275 et le S355. Sur une charpente métallique, les poutrelles ont en outre des formes spécifiques :

- ▶ en U : poutrelles de type UPE ou UPN ;
- ▶ en I : poutrelles IPE (poutrelles normales européennes) ;
- ▶ en H : poutrelles de type HEA ou HEB (poutrelles européennes à larges ailes).

Le métal est avant tout très souple et accepte toutes les formes. Contrairement au bois, il n'a pas besoin de traitement, que ce soit contre les champignons, les intempéries ou les insectes. À section égale, les poutrelles

métalliques sont aussi plus résistantes, ce qui autorise des projets plus complets et complexes : ouvertures importantes, diminution du nombre de murs porteurs et du poids de l'ensemble, fondations moins profondes, choix du terrain plus libre. On calcule également un gain de temps de montage de 30 % environ par rapport à une construction traditionnelle, d'où une répercussion sur le prix.



Les prix d'une charpente métallique sont très raisonnables. Ils varient selon le type de construction, les dimensions et la qualité de l'acier. On l'estime à 10 % moins cher qu'une charpente en bois traditionnelle. Ce prix peut encore baisser si l'on choisit une charpente en kit, comme c'est souvent le cas pour les bâtiments de stockage agricole. Ci-dessous, un tableau récapitulatif des prix proposés sur le marché.

Charpentes métalliques	Prix
Charpente métallique agricole, couverture en tôle, pente 17 %	Environ 30 € le m ²
Charpente métallique agricole, couverture en tôle, pente 22 %	Environ 33 € le m ²
Charpente métallique pour une maison individuelle	<ul style="list-style-type: none"> • Environ 32 €/m² hors taxe • Environ 45 €/m² posé
Charpente métallique agricole, couverture en fibrociment, pente 22 %	Environ 35 € le m ²

Mise en œuvre

De nombreux éléments doivent être étudiés afin de bénéficier d'une structure métallique adaptée.

D'abord, il convient de définir le poids des charges en additionnant le poids de la structure, de la couverture, de l'eau retenue, de la neige et du vent. Il faut également penser aux moyens de protection contre la corrosion.

Il est aussi nécessaire de s'assurer de la stabilité au feu de la structure : peinture intumescente (qui gonfle à la chaleur) sur les éléments en acier, flocage isolant la structure en cas de chaleur extrême, protection rigide.

IPE et HPE

Les IPE et HPE sont des poutrelles essentielles à la structure des charpentes métalliques, destinées à être assemblées ou soudées. Elles doivent pouvoir travailler en flexion, en torsion et en compression. Le tableau ci-dessous expose les différents profils utilisés en fonction de la pièce requise.

Pièces de charpente	Profils
Poteaux	HEA, HEB et IPE
Arbalétrier	IPN de forme tubulaire
Pannes	IPE
Chevêtres	IPE
Couronnements	IPE

Le choix de la section de la poutrelle dépend ensuite de plusieurs données : la largeur de la pièce, puisque la poutre supportera la moitié de la charge du plancher (charge permanente + charge d'utilisation), ainsi que la charge. En règle générale, on calcule 225 kg/m² pour une habitation. Des logiciels gratuits sont disponibles sur Internet pour réaliser ces calculs. Le tableau ci-dessous présente les différents IPE et HE disponibles.

Type I	Hauteur âme	Largeur semelle	Épaisseur âme	Épaisseur semelle
IPE 80 mm	80 mm	46 mm	3,8 mm	5,2 mm
IPE 100 mm	100 mm	55 mm	4,1 mm	5,7 mm
IPE 120 mm	120 mm	64 mm	4,4 mm	6,3 mm
IPE 140 mm	140 mm	73 mm	4,7 mm	6,9 mm
IPE 750 × 137 mm	753 mm	263 mm	11,5 mm	17 mm
IPE 750 × 147 mm	753 mm	265 mm	13,2 mm	17 mm
IPE 750 × 173 mm	762 mm	267 mm	14,4 mm	21,6 mm

Type H	Hauteur âme	Largeur semelle	Épaisseur âme	Épaisseur semelle
HE 100A	96 mm	100 mm	5 mm	8 mm
HE 120A	114 mm	120 mm	5 mm	8 mm
HE 140A	133 mm	140 mm	5,5 mm	8,5 mm
HE 160A	152 mm	160 mm	6 mm	9 mm
HE 1 000 × 415 mm	1 020 mm	304 mm	26 mm	46 mm
HE 1 000 × 438 mm	1 026 mm	305 mm	26,9 mm	49 mm
HE 1 000 × 494 mm	1 036 mm	309 mm	31 mm	54 mm
HE 1 000 × 584 mm	1 056	314	36	64
IPE 750 × 196 mm	770	268	15,6	25,4

La charpente en béton

Longtemps boudée, la charpente en béton est de plus en plus présente sur les chantiers de maisons individuelles, car elle offre de nombreux avantages.

Présentation



Même si la charpente en béton peut être employée pour toutes les configurations de toiture, elle est surtout utilisée pour les toits plats. En effet, les terrasses ainsi conçues permettent de profiter d'un extérieur solide et aménageable.

Le béton, par sa matière, est un des matériaux les plus résistants dans le temps. Contrairement au bois, il ne craint pas le feu. La charpente en béton est en outre montée plus rapidement, et la qualité de finition des parements est excellente. En outre, différents bétons peuvent être utilisés : le béton pré-contraint est un excellent capteur des tractions exercées par la structure, il

présente des risques de fissures pratiquement inexistantes ; le béton armé est idéal en rénovation ; et le béton léger est souvent choisi pour ses performances acoustiques et thermiques.

La charpente en béton n'est pas plus onéreuse qu'une structure en bois : le prix du béton évolue selon un cours bien défini, mais reste abordable (environ 90 €/m³). Cependant, ce sont les poutrelles de base et autres matériaux qui risquent de faire grimper la facture, notamment si le toit est destiné à être transformé en terrasse. Il est à noter qu'un professionnel est souvent indispensable à sa mise en place, d'où une facture un peu plus élevée.

Structure

La charpente en béton est préfabriquée en usine. Elle comprend les poutres, les poteaux, les pannes T et les longrines.

Les poutres – appelées « poutre IV » ou « poutre IC » – supportent les pannes ; elles sont souvent en béton précontraint. Les poteaux, carrés ou rectangulaires, sont eux en béton armé et peuvent mesurer de 2 à 15 m de haut. Les pannes T ont pour fonction de supporter la future couverture, généralement en bac acier ; elles sont grugées pour réduire la hauteur d'encombrement de la construction. Enfin, les longrines, rectangulaires, peuvent être associées au plancher ou au dallage ; elles ceinturent la construction avec des trames de 6 à 12 cm.



Mise en œuvre

Les calculs concernant les charpentes en béton sont menés conformément aux principes des normes en vigueur : règles BAEL 91 et BPEL 91, CPT – Structures, règles neige et vent, etc. Quant aux murs séparatifs coupe-feu, ils doivent respecter les règles de calcul des structures en béton : BAEL-BPEL 91 et norme P 92-701 (DTU feu-béton). Seul un professionnel spécialisé

peut garantir un résultat impeccable. Les éléments de remplissage entre les poteaux sont, en outre, soit des blocs de béton, soit des panneaux préfabriqués en béton ou béton cellulaire.

Pour information, la structure sera montée selon le guide préalablement établi. On assemble avant tout les poteaux sur les fondations :

- ▶ par encuvement, sur une semelle coulée sur place ou achetée en préfabriqué ;
- ▶ par brochage, dans des réservations forées ou des tubes.

On assemble ensuite les poutres sur les poteaux par enfilage des poutres dans des broches. L'espace entre les broches et les poutres est ensuite rempli au mortier de scellement. En coulant un béton armé, on monte enfin les pannes.



À noter : *la distance entre les joints de dilatation varie généralement entre 40 et 80 m.*



Pour aller plus loin

Astuce

Traiter des poutres de combles contre les nuisibles

Le bois, matière chaleureuse et élégante, est idéal dans des combles. Il leur donne du caractère et sait les transformer en véritable cocon. Néanmoins, c'est aussi un matériau qui exige de l'entretien et qui souffre grandement des insectes xylophages (qui mangent le bois) et des vers. À terme, ces derniers peuvent endommager fortement la poutraison des combles. Il est donc nécessaire de traiter le problème en éliminant les nuisibles, mais aussi de protéger le bois pour ne pas avoir à tout recommencer.

Le plus souvent, un bois trop humide ou trop tendre est à l'origine d'une invasion de nuisibles. Pour vérifier la présence d'insectes ou de vers, il convient donc de guetter l'existence de vermoulures, d'observer les orifices sur la surface du bois, et de taper à différents endroits des poutres pour vérifier si elles sonnent creux, signe qu'elles sont endommagées.

Pour venir à bout des insectes et vers, il est ensuite nécessaire de recourir aux insecticides. On trouve, dans les commerces, des injecteurs-diffuseurs à haute pression, des pompes à pulvériser pour les zones difficiles d'accès, ainsi que de simples insecticides multi-usages (fongicide, préventif, curatif, etc.) à imprégner ou badigeonner, si l'invasion n'est qu'à un stade peu avancé.

En revanche, si les poutres sont trop endommagées, il est préférable de faire appel à un spécialiste.

Questions/réponses de pro

Isolant pour une charpente métallique

Je souhaiterais isoler une salle de jeux sous-toiture avec une charpente métallique. Quel type d'isolant est le plus adapté, et comment le poser : par l'extérieur et/ou en isolant par l'intérieur sans perdre trop de volume à l'intérieur de la pièce ?

 Question de Conseil

► Réponse de HCI Techn'Isol

Dans votre cas, l'isolation intérieure par une projection de mousse polyuréthane semble tout particulièrement adaptée. En effet, le polyuréthane présente des rendements thermiques très élevés (R), ce qui limitera l'épaisseur de l'isolant et préservera ainsi votre espace intérieur. Le procédé par projection résout votre problème de fixation. La mousse peut être projetée sur la charpente métallique pour traiter le pont thermique.

Choix d'un matériau naturel

Quel matériau respectueux de l'environnement peut-on choisir pour réaliser une charpente solide ?

🗨 Question de Henri

► Réponse de Jean-le-Bricoleur

Le bois est une solution idéale pour construire une charpente solide et respectueuse de l'environnement. Ce matériau naturel permet un montage rapide de l'ossature, en quelques jours, ainsi qu'un chantier propre et sec. De plus, le bois peut être associé à la brique, la pierre ou encore à des panneaux de bois selon les préférences. Pour un coût réduit et un bilan en énergie grise limité, on prendra soin d'adopter une essence de bois locale.

Charpente sur voûte en pierre

Je rénove une ancienne maison et je voudrais créer une ouverture en façade avec des fenêtres galbées recouvertes de tuiles. Comment modifier une charpente de toiture en créant des fenêtres sur un linteau arrondi (voûte de fenêtre en pierre) ?

🗨 Question de Belette31

► Réponse de Jean-le-Bricoleur

Les choses à faire dépendent en partie de la pente du toit, s'il s'agit bien d'une charpente traditionnelle ! Si la pente est forte, le rehaussement des entrants peut suffire. Si elle est moyenne, il faudra renforcer les fermettes au milieu par des potelets verticaux ou inclinés. Si elle est faible, il faudra doubler les arbalétriers par clouage d'une demi-ferme, et les renforcer avec des potelets, voire mettre des poteaux supplémentaires à l'étage du dessous pour supporter les charges. Les fermettes des combles seront aussi remplacées par des jambes de force (procédé Stanford).

III.

La structure



Pour résister aux différentes forces auxquelles elle est soumise (traction, flexion et compression), la charpente doit adopter une forme idéale. Le triangle est alors la forme géométrique qui sert de base à la plupart des toitures, car il est, avec le cercle, réputé pour sa propriété indéformable : deux arbalétriers s'emboîtent ainsi sur un entrait pour former ce triangle.

Des pièces particulières sont ensuite ajoutées, jouant le rôle de contreventement, d'équilibre et de répartition des charges : entrait, poinçon, arbalétrier, faîtage, ferme, panne, échantignole, chevron, liteau, etc. À l'origine, les éléments étaient assemblés à tenons et mortaises par

des chevilles en bois. Désormais, on peut utiliser le sabot ou le connecteur de charpente qui facilite la tâche et rend sa construction plus accessible aux novices. L'utilisation ou non des combles entre en compte dans le choix des composants, de même que l'épaisseur du plancher, l'environnement extérieur (le calcul de la pente, etc.), le choix de la couverture (tuiles mécaniques ou non, ardoises, etc.) et des matériaux (charpente en bois, fermette, en béton

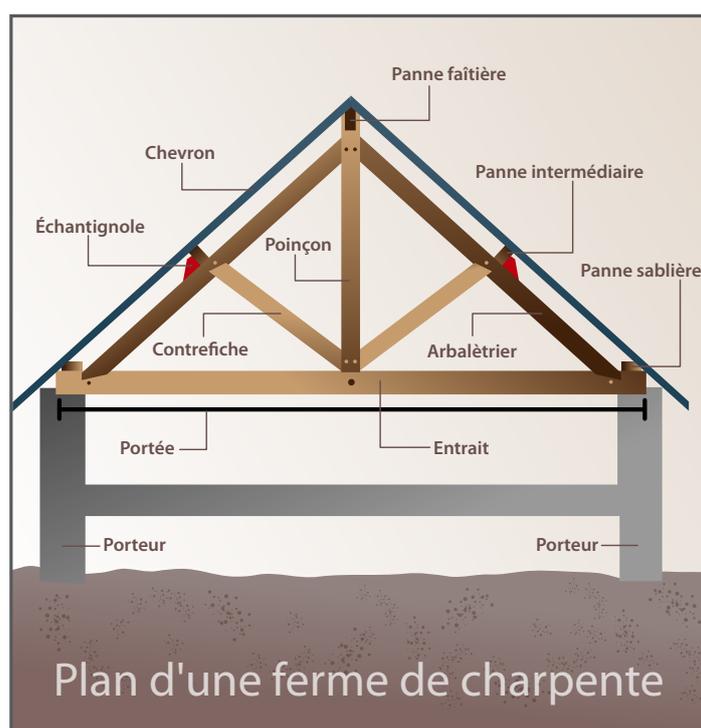
ou encore métallique). Bien connaître les caractéristiques de la charpente avant de se lancer dans la construction est donc primordial, afin de choisir les différents composants en fonction des contraintes.

La ferme

Il existe différents types de fermes que l'on peut reconnaître à leurs formes.

Présentation

La ferme de charpente est l'élément qui supporte le poids de la couverture à pentes : elle a une forme triangulaire et est placée perpendiculairement aux murs de soutien. Elle peut être en bois, en métal ou en bois et métal ; les fermes sont reliées entre elles par des pannes.



Une ferme se compose d'un ou plusieurs entrails qui reposent sur deux murs porteurs : ces derniers forment la base du triangle ; les arbalétriers forment ensuite les côtés. Un poinçon, joignant l'entrait au faîtage du toit, représente en quelque sorte la hauteur du triangle. Enfin, des contrefiches partent du poinçon vers la panne faîtière et aident au support de l'ensemble.

L'entraxe des fermes doit être compris entre 3 et 5 m pour assurer une portance efficace. La portée (distance entre les porteurs) se situe généralement entre 8 et 12 m, mais peut aller jusqu'à 18 m, comme c'est le cas de la ferme « à la Palladio ».

Types de ferme

Le choix du type de ferme s'effectue selon plusieurs critères : utilisation ou non du comble, portée, débord de la toiture, pente du toit, poids de la couverture et des plafonds. Le tableau ci-dessous propose un récapitulatif des différentes fermes de charpente ainsi que de leurs utilisations.

Ferme	Forme	Usages
Ferme « latine »	Ferme formée de plusieurs triangles	Combles non aménageables
Ferme « à entrain retourné »	Ferme avec jambes de force qui soulagent la partie inférieure des arbalétriers	<ul style="list-style-type: none"> • Combles habitables : portée de 10 et 12 m ; entrain relevé à la hauteur du plafond • Effet en pied de la jambe de force changeant selon l'inclinaison, pouvant conduire à des poussées horizontales : le maintien des pieds d'arbalétriers doit alors être assuré par un tirant en acier installé au niveau du plancher
Ferme « sur blochet »	Forme identique à la ferme à entrain retourné, mais avec des pieds d'arbalétriers qui n'exercent pas de poussées sur les murs	Combles habitables : portée de moins de 12 m
Ferme « à la Palladio »	Ferme qui ne prend pas appui sur le plancher ; les suspentes latérales soulagent l'entrain et reprennent les contrefiches	Combles habitables : portée de 17 m environ
Ferme « à la Mansart »	Ferme en forme de portique	<ul style="list-style-type: none"> • Combles habitables : portée de 8 m si utilisation de contrefiches, ou de 10 à 12 m si utilisation de poteaux moisés • Ferme permettant le plus de volume

Calcul d'alignement

À partir de la référence théorique matérialisée par les appuis de la ferme, la tolérance d'aplomb (aussi appelée « tolérance de verticalité ») admise est de $\leq 0,005$ m/m de hauteur de ferme, sans excéder 18 mm. Les autres tolérances sont définies par la norme NF P 21-203 (référence DTU 31.1).

Par rapport à la position nominale des fermes sur le plan de pose, la tolérance admise pour l'entraxe est de ± 20 mm.

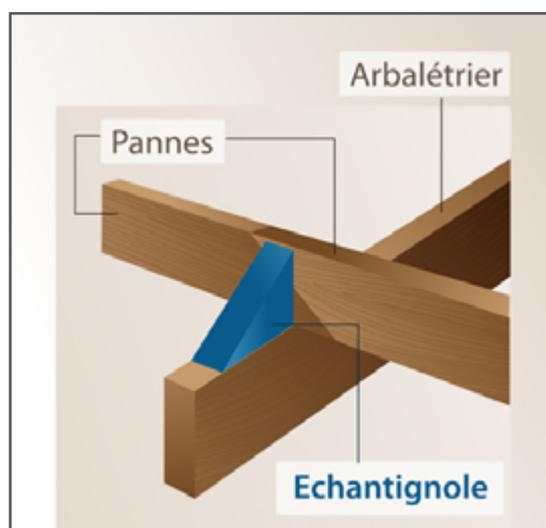
La panne

La panne est une pièce de bois horizontale posée sur les fermes ou parfois directement sur le mur porteur.

Présentation

La panne a pour fonction de supporter les chevrons et autres liteaux. Elle relie les fermes entre elles et sert de support au système de couverture.

En bois, en métal ou mixte, elle existe sous trois formes : la panne faîtière est située au sommet de la charpente ; les pannes ventrières ou intermédiaires sont situées entre la panne faîtière et la panne sablière ; et les pannes sablières se placent à l'extrémité de chacune des pentes.



L'empannage comprend donc les éléments suivants :

- ▶ les pannes ;
- ▶ les éventuelles éclisses, qui servent à la continuité des pannes ;
- ▶ les liernes, qui maintiennent latéralement les pannes ;
- ▶ les échantignoles, qui sont les pièces de bois soumises à l'effort de compression qui reprend les charges de toiture ; elles créent la liaison entre les pannes et la structure de la charpente. Il en existe deux sortes : l'échantignole pour panne à aplomb et celle pour panne à dévers. Leur forme se calcule en prenant 133 % de la hauteur de panne pour obtenir la longueur de la semelle.

Calculs pour une couverture stable



Les pannes doivent être suffisamment solides pour supporter, entre autres, le poids des chevrons et liteaux. Ainsi, elles seront choisies en fonction du poids et de la nature de la future couverture (tuiles, ardoise, bac acier, etc.), de l'enneigement possible, de la force venteuse, et de l'isolation si celle-ci est réalisée à l'intérieur de la toiture.

L'écartement sera, par exemple, de 1 m pour les plaques ondulées en fibrociment, et de 4 m pour les tôles profilées.

Bon à savoir : *il existe des sites Internet qui proposent des logiciels capables de calculer les sections de pannes. Il faut respecter ces données, indispensables à la stabilité et à la résistance de la future charpente.*

Règles de pose

La panne faîtière doit être placée horizontalement ; elle est centrée sur les pignons et parallèle aux sablières. Sa hauteur est déterminée par la pente et la longueur du rampant, tandis que le nombre de pannes dépend de la portée des

fermes. Ce calcul précis peut être effectué par logiciel. L'espace entre chaque panne peut être compris entre 1,2 et 1,8 m ; il est déterminé par la pente de la toiture, ainsi que par le type de couverture.

À noter : *la portée des pannes dépasse rarement 4,5 m.*

Pour le positionnement des pannes sur les rampants, on utilise une ficelle que l'on tend entre la panne faîtière et une des sablières : cela permet d'ajuster le niveau. Une fois les pannes correctement positionnées, on les fixe aux rampants extérieurs et intérieurs.

Il convient d'être très vigilant, car en cas de mauvais choix des pannes, que ce soit au niveau des dimensions ou du modèle, les déformations peuvent gagner toute la couverture et entraîner d'importants dégâts.

Ainsi, en cas de blocage des pannes, le déversement pourra aller jusqu'à l'effondrement de la toiture ; et si les

pannes sont mises à plat par manque de blocage, cela risque de faire glisser la toiture. De plus, si le bois employé pour la charpente est humide, les déformations du toit se verront renforcées. Enfin, en cas de déplacement des chevrons, la ligne de la gouttière pourra être modifiée.



Le faîtage

Le faîtage assure avant tout l'étanchéité de la future couverture et la solidité de la charpente.

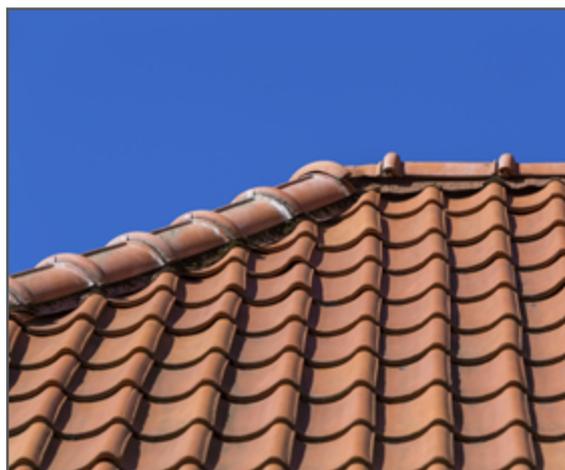
Présentation

Le faîtage correspond à l'intersection supérieure des deux pans de la charpente. Le sommet est matérialisé par une panne dite « faîtière », qui se trouve au sommet des rampants. Elle peut être en bois, en métal, ou mixte. Ce faîtage peut être constitué d'une seule pièce de bois, mais également

d'un ensemble de pièces sur lequel reposeront les chevrons. La panne faîtière travaille en flexion pure, alors que les pannes intermédiaires travaillent en « résultante ».

Il existe en outre différents types de faîtage, à choisir en fonction de la couverture de la toiture :

- ▶ Le faîtage en tuiles traditionnelles : bâties au mortier et recouvertes d'un closoir, les tuiles sont alors dites « faîtières » ; elles cachent le dispositif d'étanchéité souvent disgracieux (zinc, etc.).
- ▶ Le faîtage en tuiles industrielles : les tuiles ont des formes spécifiques destinées à faciliter la mise en place.
- ▶ Le faîtage en zinc : il s'agit d'une bande de zinc pliée en deux dans le sens de la longueur ; cette méthode est souvent utilisée en cas de toiture en ardoise.
- ▶ Le faîtage pour toit de chaume : il s'agit d'une bande de terre argileuse ; on peut y planter des iris dont les racines fixeront l'ensemble.



Pose

Le faîtage peut se poser par scellement au mortier ou à sec.

Dans le premier cas, ainsi fixée, la panne faîtière fera bloc avec l'ensemble de la couverture et supportera charge et pression. Il y aura donc risque de fissure. En cas de fissure, il faudra refixer au mortier les endroits exposés afin d'éviter les fuites.

Dans le second cas, les closoirs sont cloués ou collés. Le travail est ainsi facilité. Les closoirs, plus souples et plus rigides qu'une tuile faîtière traditionnelle, absorbent les pressions et les charges pesant sur la toiture. Les closoirs sont également étanches à la pluie, à la neige, à la poussière, au pollen, etc.

Le tableau ci-dessous offre un aperçu des coûts à prévoir pour un faîtage.

Type de faîtage	Prix
Faîtage simple galvanisé	7 € environ le mètre linéaire
Faîtage simple en zinc	11 € environ le mètre linéaire
Faîtage bitumé pour toiture ondulée	6 € environ le mètre linéaire
Faîtage au mortier posé	25 € environ le mètre linéaire
Tuile faîtière à la pièce	5 € en moyenne
Faîtage traditionnel mortier + tuile	40 € environ le mètre linéaire

Le liteau

Le liteau est une pièce de bois qui sert à supporter les tuiles ou autre couverture. À l'inverse du chevron, qui est d'une section plus importante, il a une dimension maximum de 40 × 40 mm.

À noter : *l'écartement entre les liteaux s'appelle le pureau.*

Règles de pose



Le liteau est généralement cloué ou vissé : le chevron est posé à intervalles réguliers, en général tous les 60 cm maximum. En charpente, ce sont couramment des chevrons de section 7 × 8 mm ou 8 × 10 mm qui sont utilisés. Pour gagner du temps, il est conseillé d'utiliser une cloueuse pneumatique à batterie.

Les liteaux sont fixés de manière à ce que la plus grande section soit à la verticale ; trois appuis sont en général suffisants. Ces chevrons doivent néanmoins respecter un certain espacement : 60 cm semble être l'écart idéal. Les contre-liteaux situés le long des arêtiers peuvent aussi être doublés afin de respecter le niveau.

Calculs indispensables

En fonction des charges, il sera nécessaire de prévoir un écartement précis. En règle générale, il est égal à la longueur de la tuile moins le recouvrement.

Les tableaux ci-dessous indiquent l'écartement nécessaire en fonction des charges et des sections de liteaux (ces données sont calculées avec un enneigement normal).

Écartement des liteaux pour des tuiles canal

Section de liteaux (H x L)	Écartement max. des liteaux suivant la charge équivalente (daN/m ²)				
	100	150	200	250	100 à 250
14 x 40 mm	0,35				0,35
18 x 25 mm					
15 x 38 mm					
15 x 50 mm	0,46				0,35
25 x 25 mm	0,60				0,35
18 x 50 mm	0,66		0,62	0,57	0,35
15 x 75 mm	0,69	0,65	0,59	0,55	0,35
18 x 75 mm	0,90	0,78	0,71	0,66	0,49

Écartement des liteaux pour des tuiles plates (terre cuite/béton)

Section de liteaux (H x L)	Écartement max des liteaux suivant la charge équivalente (daN/m ²)						
	100	125	150	175	200	225	250
14 x 40 mm	0,35						
18 x 25 mm							
15 x 38 mm							
15 x 50 mm	0,46						
25 x 25 mm	0,49						
18 x 50 mm	0,66					0,64	0,62
15 x 75 mm	0,69			0,66	0,63	0,61	0,59
18 x 75 mm	0,96	0,90	0,84	0,80	0,76	0,73	0,71

D'autres calculs simples doivent être entrepris avant la pose de liteaux, de façon à respecter l'effort de portée du chevron. Il est en effet nécessaire de connaître le vide entre les pannes, le poids au m² de la tuile à poser (pour les tuiles classiques, on l'estime à 65 kg/m²), le poids au m² du futur plafond, et la charge de neige en fonction de la région.

Le tableau ci-dessous présente les charges admissibles en kg (portées libres en cm) pour le choix d'un chevron.

Section	Longueur					
	100 cm	200 cm	300 cm	400 cm	500 cm	600 cm
5 × 5 cm	132 cm	34 cm	N/A	N/A	N/A	N/A
5 × 10 cm	1 036 cm	290 cm	132 cm	75 cm	48 cm	33 cm
6 × 6 cm	390 cm	102 cm	46 cm	26 cm	N/A	N/A
6 × 10 cm	1 389 cm	389 cm	177 cm	100 cm	64 cm	45 cm
6 × 15 cm	N/A	1 287 cm	601 cm	344 cm	222 cm	155 cm
6 × 20 cm	N/A	2 896 cm	1 401 cm	813 cm	528 cm	370 cm
7 × 7 cm	693 cm	185 cm	83 cm	47 cm	N/A	N/A
7 × 10 cm	1 588 cm	444 cm	202 cm	114 cm	77 cm	51 cm

À noter : *il existe sur Internet des logiciels qui calculent, en fonction des données fournies, les sections à choisir ainsi que l'écartement à privilégier.*

Coûts

Le tableau ci-dessous offre un aperçu des coûts lors de l'achat de liteaux.

Type de liteau	Prix
Liteau 27 × 27 mm	0,52 € environ le mètre linéaire
Liteau 27 × 40 mm	0,41 € environ le mètre linéaire
Liteau 38 × 40 mm	0,95 € environ le mètre linéaire
Liteau 38 × 60 mm	1,16 € environ le mètre linéaire
Arrache-liteaux	Environ 50 €

La volige

La volige est une planche de bois de forme rectangulaire et relativement fine. Ses dimensions peuvent varier entre 12 et 34 mm d'épaisseur, et entre 10 et 30 cm de largeur.

Présentation



La volige chantrée a une section biseautée : le côté le plus épais, placé vers le haut, remplace les liteaux pour accrocher des tuiles ou des crochets d'ardoises. Elle se cloue sur les chevrons et forme un plancher continu appelé « voligeage » qui supporte les matériaux de couverture de la toiture.

Dans le cas d'une couverture en zinc ou en cuivre, un voligeage jointif en bois massif constitue le support direct le plus sûr et le plus adapté. Les voliges servent également de support aux pare-pluie divers, aux panneaux photovoltaïques intégrés à la toiture, aux gouttières, etc.

Elles peuvent être réalisées dans diverses essences de bois, idéalement d'un pH compris entre 5 et 7 : peuplier, sapin, douglas, etc. La norme NF est essentielle pour le choix du bois. Ce dernier doit en effet être très résistant, notamment contre l'humidité.

Pour les bois de charpente, la classe 2 est idéale : elle équivaut à un degré d'humidité compris entre 13 et 17 %.

À noter : *les bois de pH inférieur à 5 (mélèze, etc.) sont à proscrire pour les toitures en zinc en raison de leur pouvoir corrosif sur du métal en cas d'humidité.*

Le conditionnement se fait essentiellement en colis d'environ 1 × 1 m, soit 1 m³ par mètre linéaire, et coûte environ 1 € le mètre.

Technique de pose

La première étape consiste à définir l'entraxe maximal des appuis de volige : pour la partie courante, elle est de 35 mm, tandis qu'en bout de volige, elle est de 30 mm. Le tableau ci-dessous récapitule les entraxes (distances entre deux axes) maximaux en fonction de la charge de la toiture (support + couverture + charge climatique normale).

Épaisseur	Charges (daN/m ²)					
	100	110	150	200	250	300
Entraxe maximal des appuis						
Volige 12	45	45	45	45	45	45
Volige 15	75	75	75	75	70	70

La fixation des voliges se fait ensuite différemment selon le support. Le tableau ci-dessous détaille les étapes de fixation.

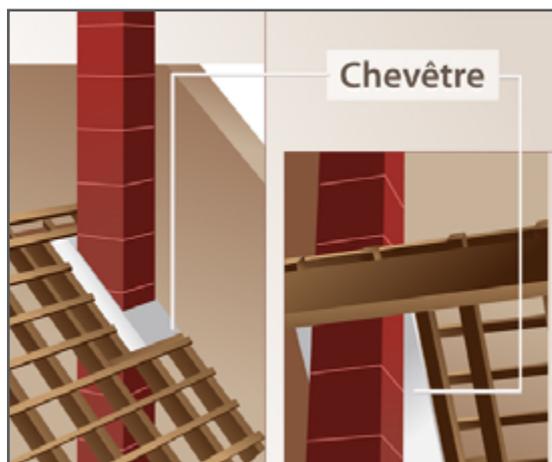
Pose de voliges	Sur chevrons ou pannes	Sur profilés métalliques
Fixation	<ul style="list-style-type: none"> Les voliges sont fixées par clouage avec des pointes lisses d'un diamètre supérieur à 2,7 mm ou avec des pointes annelées de 2,5 mm Les voliges peuvent également être fixées par vissage : vis cruciformes ou fendues d'un diamètre supérieur à 4 mm Les pointes de clous ou les vis sont disposées par deux par appui si la largeur de l'élément est inférieure à 105 mm ; ou par trois si elle est comprise entre 105 et 200 mm 	<ul style="list-style-type: none"> Les voliges sont fixées par des vis auto-taraudeuses et auto-perceuses (taraudeuses de diamètre supérieur à 6 mm) Les voliges sont disposées à raison de deux par appui pour les largeurs de plus de 200 mm ; la longueur des vis sera suffisante pour permettre un dépassement de 5 mm environ sous l'aile du profilé Les vis taraudeuses seront en acier cimenté, zingué et acier inoxydable

Les dernières étapes de réalisation consistent à clouer un côté des voliges, en laissant un jeu de 2 cm pour obtenir un plancher de travail, en partant du bas ; puis à les monter et les clouer jusqu'en haut de la charpente en « coupe perdue » (comme pour un plancher, en quinconce). La dernière planche doit être coupée dans le sens de la longueur en laissant un jeu de 1 à 2 cm avant la faîtière.

Le chevêtre

Le choix du chevêtre est fonction de l'épaisseur du plancher, de la dimension de la trémie et des charges reprises.

Présentation



Le chevêtre est une pièce de la trémie d'une charpente qui se place entre deux solives – que l'on appelle alors « solives d'enchevêtre » – pour ménager une ouverture. C'est en quelque sorte un cadre de soutien. En bois, en fer ou en béton armé, il peut être utilisé pour une trémie de plancher ou de fenêtre de toit, une lucarne, un conduit de cheminée, un puits de lumière.

Attention : *en aucun cas il ne faut couper une panne pour installer un chevêtre.*

Le tableau ci-dessous présente les prix généralement rencontrés lors de l'achat d'un chevêtre.

Type de chevêtre	Prix
Chevêtre en acier tout fait (150 × 160)	80 €
Pose d'un chevêtre pour fenêtre de toit (55 × 98, chevêtre + raccords)	470 € environ
Pose d'un chevêtre pour fenêtre de toit (114 × 118, chevêtre + raccords)	650 € environ

Mise en œuvre

Une simple déclaration de travaux suffit en général pour créer une ouverture lumineuse dans une charpente. Si la surface habitable a été créée et dépasse 40 m² ou si le logement est proche d'un site classé, un permis de construire sera en revanche nécessaire. Pour la déclaration de travaux, seront demandés les documents suivants : un plan de situation du terrain, un plan de masse des

constructions à édifier ou à modifier, les plans des façades et des toitures et une représentation de l'aspect extérieur de la construction si le projet le modifie.

Pour un éclairage optimal de la pièce située directement sous la charpente et conformément à la norme de la RT 2005, la surface vitrée doit être égale à 1/6 de la surface habitable de la pièce.

Le chevêtre doit en outre être solidement fixé. Pour cela, il est conseillé d'utiliser des fixations adaptées, soit des sabots simples et mixtes.



 **Pour aller plus loin****Astuce****Modifier sa charpente pour aménager des combles**

Certains combles sont directement habitables et aménageables, d'autres non : on dit alors qu'ils sont perdus. Mais pas perdus pour toujours : il est presque toujours possible de les transformer. Le prix du mètre carré ayant explosé, il devient en effet très utile de récupérer de précieux espaces sous le toit !

Pour que des combles soient habitables et confortables, l'idéal est d'avoir une hauteur sous plafond de 1,80 m minimum sous la charpente, une pente de toit supérieure à 30 % et une charpente qui n'encombre pas l'espace. Si les combles ne répondent pas à ces caractéristiques, ils sont dits perdus. Les combles habitables sont souvent le résultat d'une charpente traditionnelle, tandis que les combles perdus sont souvent le fait d'une charpente en « W ».

Pour transformer des combles perdus en pièce habitable, le plus simple est de modifier la charpente. Cette solution ne peut toutefois être employée que si vous disposez d'une hauteur sous plafond suffisante. Il convient aussi de vérifier la largeur des combles, car la nouvelle charpente comprendra des poteaux verticaux qui diminueront l'espace ; l'isolation va également les rétrécir. La première étape consiste ensuite à supprimer la triangulation centrale (les « W ») : en général, un entrain haut est ajouté à chaque fermette, une panne est placée dans la partie basse de chaque versant, et des jambes de force sont également mises en place. Puis, vous pourrez créer les cloisons et le plancher. À noter qu'il ne faut pas intervenir sur la toiture extérieure, hormis pour la création de fenêtres de toit. Ces travaux doivent être effectués par un spécialiste pour éviter tout risque d'écroulement du toit : en effet, des calculs précis sont nécessaires pour conserver les rapports de charge. L'étaisage est également très important.

Par ailleurs, en modifiant votre charpente, vous n'entrez pas d'extension : il n'est donc pas nécessaire de solliciter un permis de construire. Cependant, une autorisation de travaux est demandée pour la pose des fenêtres (article 678 du Code civil). Une déclaration doit également être faite auprès des impôts, puisque le comble sera désormais considéré comme habitable, donc soumis à une taxation.

Questions/réponses de pro

Place des poteaux de renforcement

Nous voudrions savoir à quelle hauteur s'arrêtent les poteaux de renforcement d'une charpente dans le cadre d'un aménagement de combles perdus et pour une charpente de 40°.

 Question de Carhau

► Réponse de Combles d'En France

La hauteur des jambettes de renfort dépend du système de construction, de l'aménagement retenu et du type de poutres porteuses. Cela peut aller de 0,90 m pour les systèmes les plus performants à 1,50 m. Cela réduit donc considérablement la largeur aménagée.

Modification de charpente

La charpente de notre maison est une charpente américaine et nous souhaitons en aménager les combles.

Est-il nécessaire d'attendre les beaux jours pour procéder à la modification de la charpente ou bien les travaux peuvent-ils démarrer en hiver ?

 Question de Catixa

► Réponse de Louvaniste

Si, pendant l'hiver, vous diminuez la résistance de la charpente au cours des travaux, elle pourrait n'être plus capable de supporter la surcharge de neige pour laquelle elle a été calculée.

Et si dans votre région il ne neige jamais, avez-vous pensé aux vents violents (autre facteur intervenant dans le calcul de la résistance d'une charpente) ? Pensez aussi qu'il va pleuvoir à l'intérieur quand vous installerez les fenêtres de toit.

À l'exception de ces quelques points à prendre en compte, et si vous travaillez à l'intérieur, vous pouvez faire les travaux pendant l'hiver. Dès qu'ils seront terminés, installez l'isolation thermique pour avoir moins froid.

Création d'une trémie : quels risques pour la charpente ?

Je souhaite installer deux fenêtres de toit (qui nécessitent de couper des chevrons) et refaire une trémie (car celle qui existe est mal placée) pour mettre un escalier. Ma charpente est une fermette industrielle autoportée (donc prévue pour être aménageable).

Est-ce que cela risque de fragiliser la charpente ?

 Question de Ksis13

► Réponse de Torpen

Si les travaux sont bien réalisés et respectent le bon cheminement, cela ne devrait pas endommager la charpente.

Mais il faut être sûr de vous et de ce que vous faites. Il faut, par exemple, utiliser des solives d'étais avant de placer les solives définitives.

IV.

La conception



La charpente est un assemblage de pièces de bois, de métal ou de béton qui composent l'ossature des combles. Leur pose est complexe et nécessite une étude préalable et des calculs très précis. Il s'agit non seulement de s'assurer que la charpente est à même de résister aux variations climatiques et aux intempéries, mais aussi de durer dans le temps. Par ailleurs, la structure même de la toiture en dépend : enlevez un seul élément et tout s'écroule !

Selon les époques ou encore les régions, les charpentes revêtent des formes différentes et répondent à des techniques de conception variables. Ainsi, la charpente à la Philibert, attribuée à Philibert de l'Orme au ^{xvi}^e siècle, repose sur des arbalétriers non pas triangulaires, mais courbés ; tandis que la charpente à la Mansart, dont François Mansart, architecte du ^{xvii}^e siècle, serait à l'origine, se dit en « comble brisé » : les fermes triangulaires ont une pente faible et reposent sur une forme trapézoïdale. Les charpentes à la chandelle sont, elles, typiques de la Savoie et souvent recouvertes de lauzes ; les pannes sont supportées par des poteaux appelés « chandelles ». Enfin, la charpente à chevalets se retrouve surtout en Alsace et Flandre.

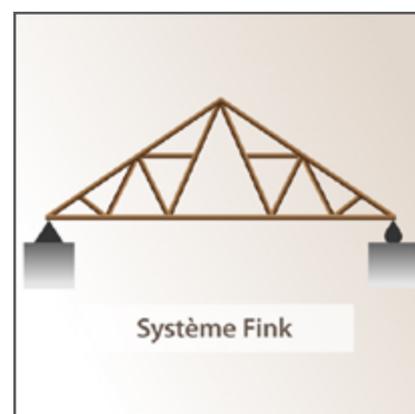
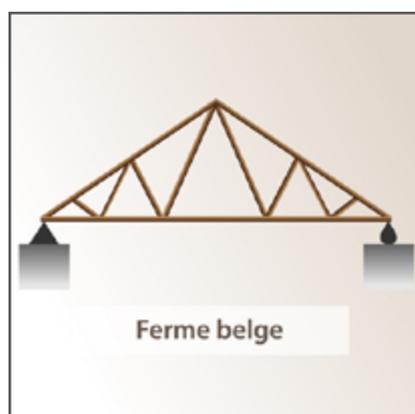
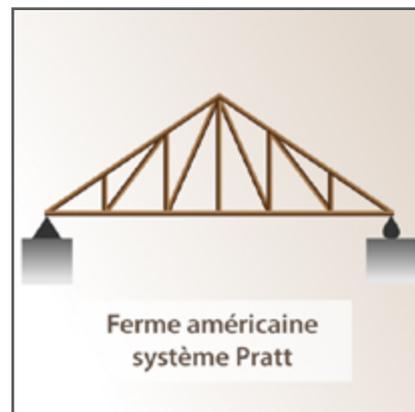
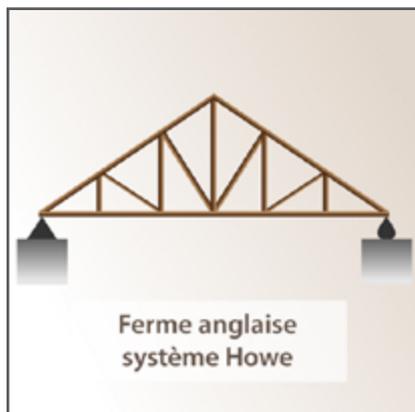
Les plans

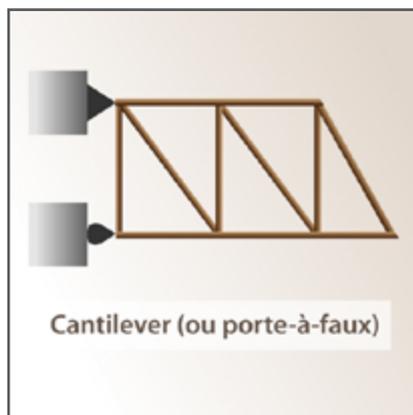
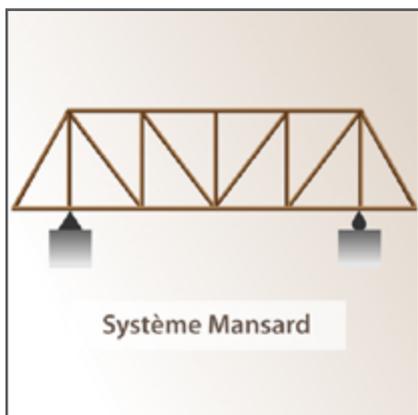
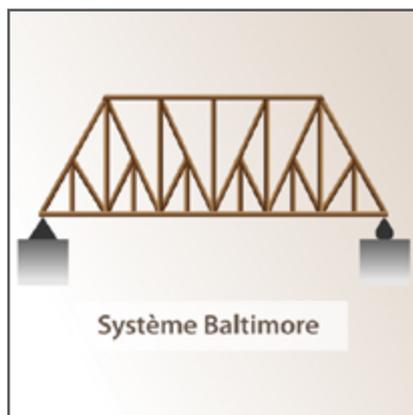
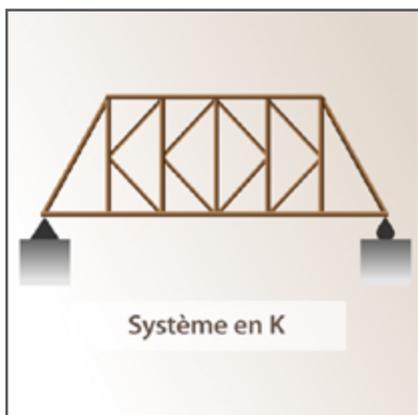
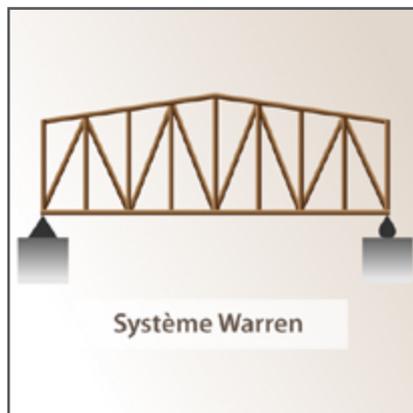
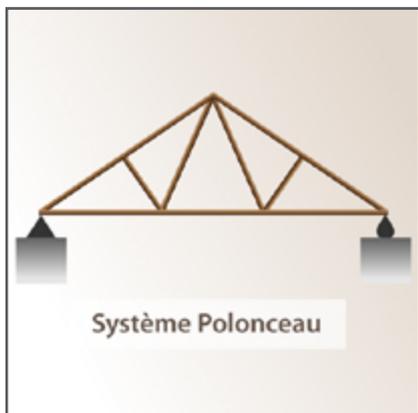
Pour construire une charpente sûre, il ne suffit pas d'utiliser un matériau de couverture de bonne qualité. La charpente doit être étudiée au niveau des forces extérieures (action, réaction et sollicitations), des effets internes (flambage, répartition des contraintes, compression et traction, etc.) et des sollicitations (charges variables, permanentes, etc.).

Les murs qui supportent la charpente doivent aussi être parfaitement sains et suffisamment porteurs. L'idéal avant de commencer est d'allier un plan de charpente aux différents calculs définis.

Systemes de construction

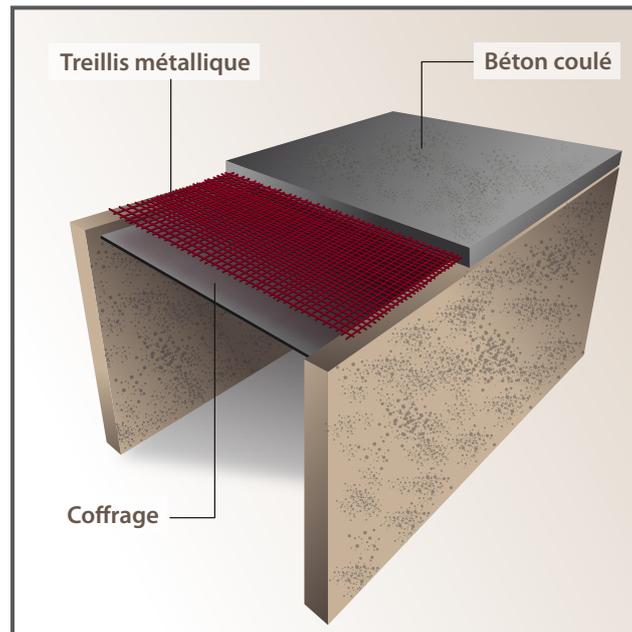
Ci-dessous, différents modèles de charpente en fonction des systèmes de construction existants.



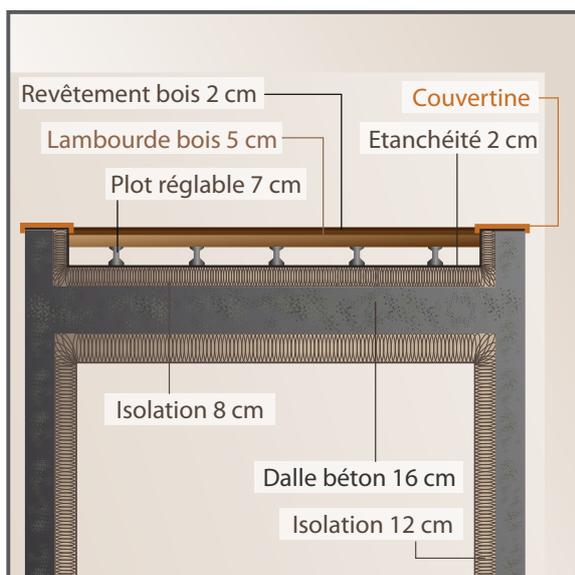


Cas de la charpente à toit plat

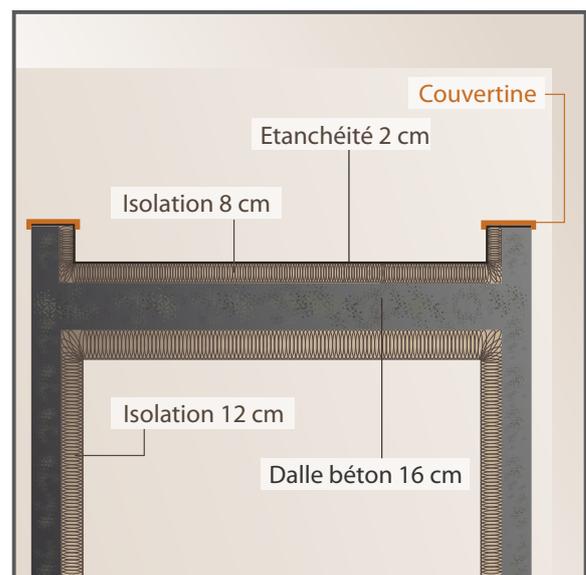
Le choix de la charpente peut se porter sur un toit plat. Il est alors possible d'opter pour une construction en béton, comme illustré ci-dessous.



Toit plat accessible



Toit plat inaccessible



Combles perdus ou habitables

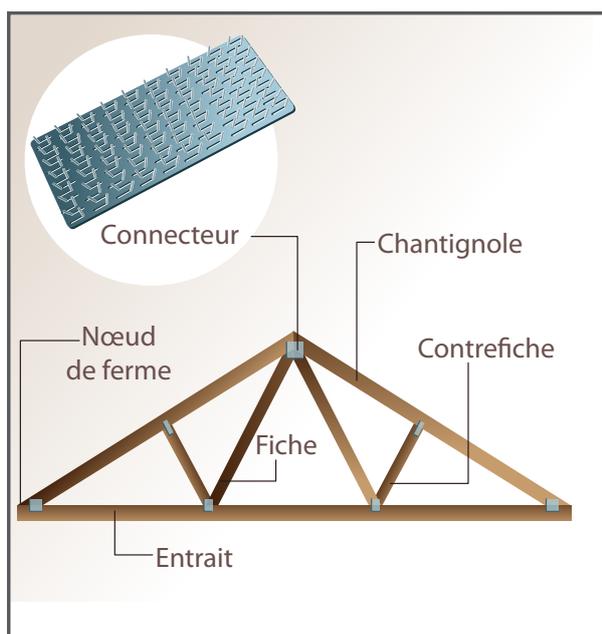
Certains combles sont habitables et aménageables, tandis que d'autres sont perdus. Les combles perdus se caractérisent par une pente de toiture inférieure à 30 %, une hauteur sous plafond inférieure à 1,80 m, et une charpente qui n'encombre pas l'espace dans les combles ; ils sont souvent le résultat d'une charpente fermette.

Dans le cas où les combles seraient perdus, il est toutefois possible de les rendre habitables grâce à une surélévation, une transformation, ou un décaissement.

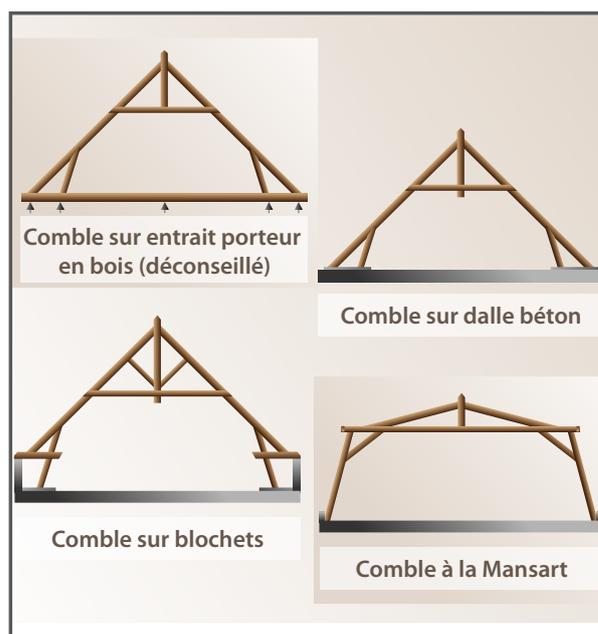
La charpente avec combles perdus a, en outre, la particularité d'être équipée de fiches et contrefiches qui soutiennent les chantignoles.

À l'inverse, les combles aménageables se présentent différemment : les fiches et contrefiches ont disparu pour laisser place à des entrails porteurs (dalle sur laquelle repose la charpente).

Fermes pour combles habitables



Fermes pour combles perdus



Les calculs

De savants calculs doivent être réalisés avant le début des travaux, que ce soit pour une construction, une rénovation ou encore une modification de la charpente.

Calcul de la pente



La pente minimale d'une charpente dépend du matériau de couverture, de l'intensité des pluies et de la direction des vents. Ainsi, pour les versants faisant face aux vents accompagnés de pluies, une pente minimale de 30 degrés est requise ; une pente de 25 degrés suffit pour les autres. En outre, dans les régions à grosses averses accompagnées de vents violents, une pente minimale de 35 degrés sur les versants faisant face aux bourrasques sera nécessaire.

Des logiciels peuvent aider à mettre en place et calculer les pentes. Il en existe différentes sortes : les logiciels de calcul de structures pour les Eurocodes (analyse et dimensionnement des structures en acier, béton, bois, aluminium ou verre selon les normes en vigueur), les logiciels de calcul pour la structure des charpentes, les logiciels pour les constructions en bois, etc.

Calcul des charges permanentes

Le calcul des fermettes est assez complexe puisque l'on est obligé de définir au préalable les contraintes et déformations possibles : poids de la couverture, du plafond, etc. Les valeurs usuelles pour une construction moyenne sont ensuite les suivantes :

- ▶ Pannes, chevrons et lattes en bois : 150 N/m² (newton par mètre carré).
- ▶ Tuiles TMV sèches (ép. 8 mm ; pente : 30 degrés) : 250 N/m².

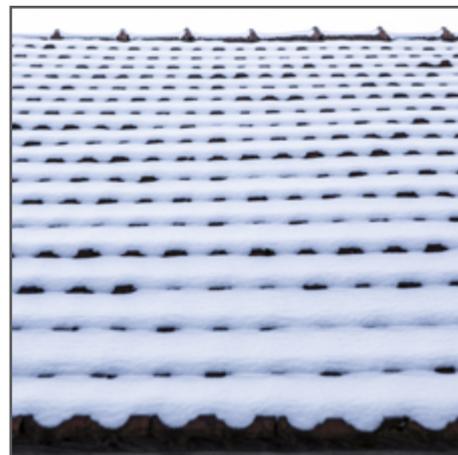
- ▶ Tuiles TMV humides (ép. 8 mm ; pente : 30 degrés) : 300 N/m².
- ▶ Demi-plaques TMV sèches (ép. 8 mm ; pente : 30 degrés) : 250 N/m².

Ces valeurs sont exprimées en m² selon la pente du versant. Pour exprimer la charge en m² selon l'horizontale, il faut les majorer d'un coefficient qui varie en fonction de l'inclinaison.

Calcul des charges temporaires

Les charges temporaires sont variables et dépendent fortement de la région d'implantation de l'habitation.

Parmi les plus courantes, on peut d'abord citer la neige, sachant qu'on estime que 1 cm de neige exerce une pression de 30 N/m². La force du vent est aussi à connaître : on peut obtenir des informations auprès des stations météorologiques ou des constructeurs. Les charges dues au vent agissent perpendiculairement aux murs et aux versants ; sur le versant exposé, on peut prendre par exemple un calcul de pression de 300 N/m². Le poids d'un homme pour d'éventuelles réparations est aussi considéré comme une charge temporaire. Une latte doit ainsi pouvoir supporter le poids d'une personne travaillant sur le toit ; on comptera environ 800 N (soit environ 80 kg). Bien sûr, il convient aussi de calculer les charges d'exploitation : bâtiment privé, public, etc.



Calcul des assemblages

En ce qui concerne les assemblages (ensemble des pièces permettant de relier et fixer les éléments de la charpente entre eux), c'est au fabricant d'effectuer les calculs. En effet, une fois le projet défini (type de charpente, matériaux, inclinaison, charges permanentes et temporaires, etc.), il doit être capable de fournir les indications sur les charges que ces derniers peuvent supporter et le nombre de clous et de boulons nécessaires.

Sur les plans fournis, le fabricant doit donc indiquer clairement tous les détails concernant les assemblages, calculés très précisément selon les règles fixées par la norme P 21-701 (notamment pour une charpente en kit).

Calcul des contreventements

Les contreventements sont calculés selon les entraxes, c'est pourquoi plusieurs calculs sont possibles. Ils sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Types de contreventements	Entraxe de moins de 0,70 m	Entraxe de 0,70 à 0,92 m	Entraxe de 0,92 à 1,10 m
Anti-flambement	25 × 100 mm	36 × 96 mm	36 × 122 mm
Contreventements	25 × 72 mm	25 × 72 mm	36 × 96 mm
Lisses filantes	25 × 60 mm	25 × 72 mm	36 × 72 mm

Calcul de résistance du bois

Le tableau ci-dessous résume les charges de ruptures spécifiques à la résistance du bois en fonction de sa classification et des portées.

Classification	Portées de 2 m	Portées de 3 m
Catégorie A	Plus de 2 560 N	Plus de 1 700 N
Catégorie B	Entre 2 070 et 2 560 N	Entre 1 380 et 1 700 N
Catégorie C	Entre 1 275 et 2 070 N	Entre 850 et 1 380 N

* Pour rappel, 1 kg = 9,81 N.

À noter : l'écart entre les lattes dépendra de la dimension des tuiles.

Les normes

La construction d'une charpente est régie par des normes, que ce soit pour l'aménagement de combles, la construction ou encore la rénovation.

Charpente en bois

La charpente en bois est soumise aux normes régissant toute structure réalisée à partir de ce matériau. Elles sont présentées dans le tableau page suivante.

Normes des charpentes en bois

Normes	Explications
NF EN 14592 (mars 2009)	Structures en bois et éléments de fixation
NF EN 14545 (mars 2009)	Structures en bois et éléments connecteurs
NF EN 1912 + A2 (juin 2008)	Classe de résistance et affectation des classes visuelles et des essences
NF P21-400	Classe de la résistance du bois
DUT B52 001	Règles sur l'utilisation du bois de construction

Travaux de bâtiment

La construction d'une charpente est également soumise aux normes régissant les travaux du bâtiment, dont vous trouverez un récapitulatif dans le tableau ci-dessous.

Normes	Explications
NF P21-205 31.3 DTU	<ul style="list-style-type: none"> Charpentes en bois assemblées par connecteurs métalliques ou goussets Conceptions et calculs Clauses des différentes étapes de réalisation : montage, assemblage, dimensions, connecteur, etc.
NF P21-204 31.2 DTU	Toutes les règles concernant la construction de bâtiments à ossature en bois et de charpentes en bois
EN 14250	Règles concernant les structures préfabriquées
Diagnostic XP P 03-200	Constat de l'état parasite

Permis de construire

Une demande de permis de construire est indispensable lorsque l'on souhaite transformer des combles perdus. Il doit être établi en quatre exemplaires, sachant qu'un exemplaire supplémentaire pourra être demandé pour les terrains situés dans le périmètre de protection d'un bâtiment historique ou soumis à l'avis de l'Architecte des Bâtiments de France.



Pour réaliser une demande de permis de construire, il convient de fournir un plan de situation du terrain, un plan de masse des constructions à créer ou à modifier, un plan en coupe du terrain et de la construction, une notice représentant le terrain et le projet, un plan des façades et des

toitures, une photographie permettant de localiser le terrain dans l'environnement proche, et une photographie permettant de localiser le terrain dans le paysage lointain.

Limites de tolérance

Les charpentes industrielles doivent respecter les normes et Documents Techniques Unifiés (DTU) suivants : 31.1 DTU – Charpente et escaliers en bois, CB71 – Règles de calcul et de conception des charpentes en bois, DTU Bois-Feu 88.

Les tolérances définies par la norme EN 14250 pour toutes les charpentes industrielles sont ensuite les suivantes :

Dimensions du bois : épaisseur $>$ ou $=$ 35 mm ; hauteur pour les éléments externes $>$ ou $=$ 68 mm (entraits, arbalétriers) ; hauteur pour les éléments internes $>$ ou $=$ 58 mm ;

- ▶ flaches tolérées, sauf dans les assemblages et sur les appuis ;
- ▶ écartement moyen entre deux membrures $\leq 1,5$ mm ;
- ▶ écart par rapport aux plans des dimensions hors tour de la ferme : ferme jusqu'à 10 m ± 20 mm ; ferme > 10 m ± 2 mm/m ;
- ▶ teneur en humidité du bois ≤ 22 % ;
- ▶ écart dimensionnel des fermes d'un même lot ± 10 mm ;
- ▶ limite de tolérance de la contreflèche définie par le calcul : 25 % ;
- ▶ déplacement du connecteur par rapport à sa position théorique ≤ 10 mm.

De plus, les fentes, les nœuds non adhérents et les trous de nœuds sont tolérés sous les connecteurs à condition que le nombre de pointes efficaces soit conforme au calcul. L'écartement entre la surface du bois et la face inférieure d'un connecteur ne doit pas non plus excéder 1 mm sur 25 % de la plaque. En outre, la plaque doit être exempte de déformations. Enfin, les connecteurs en saillie sur les bords extérieurs ne sont pas tolérés ; les connecteurs doivent être en retrait d'au moins 3 mm sur les bords inférieurs et au-dessus d'un point d'appui.

Les fixations

L'assemblage d'une charpente s'effectue le plus souvent à l'aide de connecteurs métalliques, mais depuis plusieurs années, on utilise aussi des sabots de connexion.

Sabot de charpente

Il est nécessaire de prévoir un sabot suffisamment résistant pour garantir la fiabilité de la structure. Pour cela, il suffit de vérifier si la sollicitation est bien inférieure à la capacité résistante. Les valeurs caractéristiques s'entendent au sens de l'Eurocode 5. La valeur design s'obtient par application du K_{mod} et du Y_M : le K_{mod} dépend de la classe de service et de la durée de charge, et le Y_M est le coefficient partiel du matériau. La valeur design F_d doit ensuite être calculée selon la formule suivante :

$$F_d = (F_k \times K_{mod}) / Y_M$$

Les sabots existent par ailleurs sous différentes formes, adaptées à leur fonction dans la charpente.

Sabots de charpente	Domaine d'utilisation
Sabot aile extérieure	<ul style="list-style-type: none"> • Fixation de solives • Fixation de pannes • Fixation de poutres lisses • Fixation de butée de chevrons
Sabots cantilevers renforcés	<ul style="list-style-type: none"> • Fixation de solives • Fixation de pannes filantes • Fixation de poutres lisses • Fixation de butée de chevrons

Sabots de charpente	Domaine d'utilisation
Sabot à angle pour bois	Fixation de pannes
Sabot à 45 degrés	<ul style="list-style-type: none"> • Fixation des demi-fermes arêtières • Fixation de solives
Sabot à bretelles	<ul style="list-style-type: none"> • Fixation de fermes triangulaires • Fixation de solives
Sabot de liaison empannon arêtier	<ul style="list-style-type: none"> • Fixation d'arêtier • Fixation de demi-fermes • Fixation de solives
Sabot à pente réglable	<ul style="list-style-type: none"> • Fixation de solives • Fixation de pannes • Fixation de lisse



De manière générale, la largeur du bois peut être inférieure à celle du sabot de 2 mm maximum, et le flanc du sabot doit couvrir au minimum les deux tiers de la hauteur de l'élément porté. La reprise des fermes portées est réalisée par des boîtiers adaptés et de hauteur au moins égale aux trois quarts du bois porteur en recouvrement ; la hauteur minimale du bois correspond, elle, à celle du sabot. Pour garantir les charges, les pointes et les vis utilisées doivent aussi être conformes à l'ETA-04/0013. À noter que le clouage total augmentera la charge. La fixation sur support

rigide nécessite également l'emploi de fixations marquées CE. Les préconisations du fabricant doivent par ailleurs être respectées.

Les prix des sabots de charpente varient en fonction de leur forme, mais aussi de leur qualité et de leur possibilité de résistance. Le marquage CE peut être une garantie de fiabilité.

Type de sabot	Prix
Sabot aile extérieure (110 × 40 mm)	2,60 €
Sabot aile intérieure (110 × 40 mm)	2,60 €
Sabots cantilevers renforcés (64 × 158 mm)	4,50 €
Sabot à angle	Environ 60 €
Sabot à bretelles	3 € à 70 € selon le modèle
Sabot de solive extensible	13 €

Connecteurs de charpente

L'utilisation du sabot en tant que fixation de charpente est essentielle, mais il existe de nombreux autres moyens de serrage. La charpente industrielle, notamment, exige une grande quantité de connecteurs. Ce sont des éléments métalliques qui assurent l'assemblage des pièces industrialisées d'une charpente en bois : on parle alors de charpente industrielle ou charpente à connecteurs. Le tableau ci-dessous récapitule les différents connecteurs de charpente disponibles sur le marché, ainsi que leur domaine d'utilisation.

Modèle de connecteur	Domaine d'utilisation
Plaques perforées	Liaison poteau/poutre, aboutage, réparation et assemblages nécessitant un pliage particulier sur le chantier...
Étrier pour croupe	Réalisation d'une croupe en assemblant les demi-fermes d'arêtier et d'empannon : fixation de solives, de demi-fermes, d'arêtiers.
Étrier à 45 degrés	Fixation de solives, de demi-fermes, d'arêtiers
Équerres renforcées	Fixation de fermettes, de lisses de bardage, de montant de bardages, de consoles, etc., et ancrages de chevron
Pattes de liaison	Liaison de demi-fermes
Suspentes droites	Fixation de faux plafond et de gaines
Suspentes torsadées	Fixation de gaines
Pied de fermette déporté	<ul style="list-style-type: none"> • Fixation de fermettes et de solives • Préconisé pour la reprise d'efforts appliqués en pied de fermette dans le cas d'un appui déporté : positionné sur l'arase du mur
Pied de chevrons	Fixation de chevrons

Les connecteurs sont des plaques généralement métalliques et munies de pointes, en tôle d'acier ou en alliage d'aluminium. Efficaces et simples d'utilisation, ils sont souvent agrafés sous presse hydraulique. Ils doivent néanmoins être traités contre la corrosion, avoir des dimensions calculées en fonction des efforts à transmettre, et comporter un marquage permettant d'identifier le producteur.

La norme EN-14545 précise les règles de base à respecter lors de l'assemblage d'une charpente. Ainsi, un déplacement du connecteur inférieur ou égal à 10 mm par rapport à sa position théorique est autorisé.

De plus, l'écartement entre la surface du bois et la face inférieure d'un connecteur ne doit pas excéder 1 mm sur 25 % de la plaque. Enfin, ils doivent être au moins à 3 mm des bords, et les connecteurs en saillie sur les bords extérieurs ne sont pas acceptés. La norme P21-205 (parties 2 et 3) traite également des charpentes en bois assemblées par connecteurs métalliques ou goussets.



À noter : *les assemblages mécaniques par pointes, boulons et connecteurs sont supposés, pour les calculs de stabilité, avoir une limite élastique conventionnelle déduite de l'effort admissible par le coefficient multiplicateur 1,75 (la limite d'élasticité d'un assemblage étant la valeur de l'effort au-delà duquel les déformations instantanées ne sont plus exactement réversibles).*

 **Pour aller plus loin**

Astuce

Comment s'assurer du sérieux d'un artisan ?

Quand on lance un appel d'offres pour construire une maison, on se retrouve vite submergé par des devis d'artisans. Si le prix est important, le sérieux et la qualité du professionnel feront la différence. Voici les points à vérifier pour trouver un artisan sérieux et éviter les mauvaises surprises !

Le premier point concerne l'assurance professionnelle. Toute entreprise, tout auto-entrepreneur ou artisan du bâtiment a l'obligation de souscrire une assurance de responsabilité professionnelle. Cette garantie permet aux clients de percevoir une indemnisation en cas de malfaçons, et ce, jusqu'à 10 ans après la fin des travaux. Elle concerne les dommages de type effondrement et vice de construction, qui empêchent l'habitation ou le bon usage des lieux. Il est possible de demander une preuve d'assurance aux professionnels soit avant le commencement des travaux pour s'assurer que tout est en règle, soit avant le paiement en posant comme condition la remise de l'attestation, soit après le paiement en envoyant une LRAR précisant à l'artisan les risques encourus en cas de non-assurance.

Par ailleurs, il est rare d'obtenir des devis de personnes non enregistrées, mais cela peut arriver. Pour éviter ce désagrément, demandez à tous les artisans sollicités qu'ils fassent figurer leur numéro SIREN sur leur devis. Puis, rendez-vous sur le site de l'INSEE pour contrôler à qui appartient ce numéro.

Il convient ensuite de vérifier la formation du professionnel sollicité. En plus d'une formation de base, l'artisan a la possibilité d'augmenter son savoir en obtenant des qualifications d'organismes spécialisés tels que :

- ▶ *QualibaT, entreprise spécialisée dans la qualification et certification des entreprises de construction ;*
- ▶ *QualiFELEC, organisme français de qualification des entreprises du génie électrique et énergétique ;*
- ▶ *QualibOIS, marque qui garantit une qualité des travaux d'ébénisterie.*

Demandez aux artisans la copie des certifications délivrées par ces organismes, afin qu'ils mettent en valeur leurs compétences et se démarquent de la concurrence. En outre, certains grands fabricants de matériel de construction proposent également des formations aux artisans, spécifiques à leurs produits. Bien qu'on ne puisse parler de certification, il est clair qu'un artisan suivant ces stages montre son intention de se tenir à jour.

Mais le meilleur moyen de trouver un bon artisan reste le bouche-à-oreille. Les prestataires les plus sérieux vivent uniquement des recommandations envoyées par des clients satisfaits. Demandez donc autour de vous qui est content de son prestataire concernant des travaux identiques aux vôtres et prenez contact avec lui. Vous pouvez aussi jeter un œil aux photos des réalisations de votre artisan, s'il en a, pour évaluer son savoir-faire, ou encore lui demander une liste de ses anciens clients pour les contacter. Il est courant d'avoir recours à cette pratique ; à l'inverse, s'il refuse de vous transmettre des recommandations clients, méfiez-vous.

Questions/réponses de pro

Renforcement d'une charpente

Quel budget prévoir pour le renforcement d'une charpente de 50 m² au sol avec 11 chevrons ?

 Question de Rvp1978

 Réponse de Technic Habitat

Si c'est une charpente en « W », il faudra créer une nouvelle charpente de l'intérieur afin de pouvoir libérer le volume existant.

Prévoyez un budget entre 10 000 et 14 000 € TTC pour le poste charpente et plancher. Il restera alors l'aménagement de votre nouvelle charpente.

Normes des charpentes

Quelles sont les normes requises au niveau de la charpente pour aménager des combles ? Des solives de 33 mm de largeur, espacées de 66 cm, sont-elles suffisantes pour assurer la stabilité du plancher ?

 Question de Starsk

► Réponse d'El Che

Pour les charpentes, elles sont censées supporter 150 kg/m^2 , voilà la principale norme. Et pour les solives, l'épaisseur est bonne, même supérieure à ce qui se fait le plus souvent (14 à 20 mm), mais je ne suis pas sûr de l'espacement. Cela va parfois jusqu'à 80 cm, mais le plancher est alors très souple et ne résiste pas bien aux charges.

V.

Les chantiers



Que l'on souhaite construire ou faire construire, modifier, rénover ou traiter une charpente, il convient de bien se renseigner avant d'entreprendre les travaux.

Pour ceux qui ne font pas appel à un professionnel, il est nécessaire, dans un premier temps, de choisir le type

de charpente. Pour cela, outre le critère esthétique, il faut prendre en compte le choix du matériau de base (charpente en bois, métallique, à fermette, en béton, etc.). Il convient ensuite de s'équiper de l'outillage nécessaire en fonction du type de travaux entrepris.

Il faudra enfin appréhender les différentes étapes de construction, de modification ou de rénovation. Connaître les calculs pour réaliser un plan détaillé est, de ce fait, primordial, puisque celui-ci est indispensable pour l'assemblage des différents composants.

La construction

En auto-construction ou pour limiter le coût des travaux, on peut choisir de construire soi-même sa charpente, soit à l'aide d'une structure en kit, soit en se faisant livrer une charpente industrielle.

Préalables

Avant de se lancer dans la construction d'une charpente, il est nécessaire de se procurer l'outillage de base : scie égoïne et circulaire, mortaiseuse, fraiseuse de charpente, rabots, perceuse, visseuse, mètre, niveau, marteau de charpentier. Pour la réalisation de la couverture, il faudra également des cisailles, une hachette et un marteau de couvreur, ainsi que des tenailles pour tuiles.



Il faudra aussi choisir le style de charpente à installer, sachant que les charpentes traditionnelles sont souvent réalisées par des professionnels du fait des assemblages complexes et du poids des éléments. La charpente industrielle peut, elle, être livrée en pièces, mais la lecture et la compréhension du plan seront primordiales. Quant à la charpente de toit plat, elle implique le respect des normes de construction et du principe d'étanchéité.

Faire un plan

Avant de commencer les travaux de construction, il convient de dessiner un plan sur mesure très détaillé de la charpente. Des calculs sont également nécessaires pour que cette dernière soit à la fois solide et harmonieuse.

Il faut d'abord définir les sections de bois et calculer les charges avant de dessiner le plan. Définir le type de couverture (plates, canal, ardoise, doubles, romanes, tôle, etc.) est aussi indispensable, car son poids est à prendre en compte lors du calcul des charges.

Le plan comprend en outre l'emplacement des différents éléments de la charpente et leurs sections, ainsi que l'emplacement exact des contreventements et de l'entretoisement, les dispositifs anti-flambement, la pente de la toiture, le type de bois, etc.

D'autres détails doivent être prévus avant la construction. C'est le cas des conduites de ventilation, des chevêtres, des trémies pour la lucarne et l'escalier. Ces ouvertures impliquent en effet des modifications au niveau des liteaux et des chevrons, ainsi qu'au niveau des pièces de contreventements.

Charpente en kit



Par souci d'économie, de gain de temps ou de praticité, les charpentes se déclinent désormais sous forme de kit à monter soi-même en auto-construction, grâce au plan de charpente proposé ou à l'aide de professionnels.

Économique, cette charpente permet un gain allant jusqu'à 30 % par rapport à une structure traditionnelle. De plus en plus de propriétaires apprécient aussi le fait de s'investir dans la construction de leur maison. Enfin, c'est une charpente de qualité. Le bois est déjà traité, les découpes sont faites sur des machines à commande numérique. En revanche, elle nécessite beaucoup de temps pour sa mise en œuvre, et ce travail peut être dangereux puisqu'il s'effectue en hauteur. Il nécessite également quelques connaissances en bricolage et un outillage de base.

La charpente en kit est livrée avec un dossier complet de plan de montage. Chaque élément a été découpé et a subi un traitement réalisé par des professionnels : les côtes sont précises, de façon à ce qu'aucune recoupe ne soit nécessaire. C'est la solution idéale pour les propriétaires qui souhaitent faire le maximum de travaux en auto-construction. Cependant, certains

fournisseurs proposent le montage en plus de la livraison. Cette dernière se réalise par camion-grue, mais le client peut également préférer un enlèvement directement en atelier, de façon à économiser sur le prix de la livraison. Plusieurs essences de bois peuvent en outre être utilisées : épicéa, sapin du nord, mélèze, douglas, pin sylvestre, cèdre, etc. Un kit de charpente métallique est également proposé aux particuliers souhaitant se diriger vers ce type de construction économique, saine et écologique.

On trouve différents modèles de charpente en kit dans les commerces spécialisés, que ce soit pour une terrasse couverte (se fixe sur un mur porteur de l'habitation principale, avec une pente de toiture comprise entre 1 et 5 %), un auvent de porte d'entrée, un kiosque (charpente indépendante posée sur quatre poteaux), une charpente métallique en kit pour les bâtiments agricoles, ou encore pour une habitation.

Avant de commander ce type de charpente pré-découpée, il convient de s'assurer du marquage CE et de la certification de qualité produit FCBA.

Il est difficile d'estimer le prix d'une charpente, car celui-ci dépend de nombreux aspects : essence de bois utilisée, matériau de la charpente, style (toiture à pans multiples, etc.), mètres carrés.

Nous pouvons cependant dresser un tableau estimatif des prix trouvés sur le marché.

Type de charpente	Estimation de prix
Charpente en kit pour garage, une pente	<ul style="list-style-type: none"> • 2 700 € sur 20 m² • 4 100 € sur 35 m²
Charpente en kit pour garage deux pentes	<ul style="list-style-type: none"> • 3 000 € sur 20 m² • 4500 € sur 35 m²
Charpente en kit pour kiosque	<ul style="list-style-type: none"> • 3 200 € sur 10 m² • 3 800 € sur 16 m² • 4 500 € sur 25 m²
Charpente métallique en kit agricole	<ul style="list-style-type: none"> • 7 800 € en 24 × 12 m • 15 800 € en 24 × 20 m • Comptez 32 €/m² pour une couverture fibro

La modification

Pour surélever la toiture, créer des combles aménageables ou tout simplement la moderniser, des travaux peuvent être entrepris sur la charpente. Rénover ou modifier la structure est parfois la solution la moins onéreuse.



Plusieurs modifications peuvent être réalisées : aménagement de combles, rehaussement de la toiture (une hauteur sous plafond de 1,80 m est un minimum pour aménager des combles, l'idéal étant de 2,20 à 2,50 m), renforcement après traitement, création d'un chevêtre ou d'une trémie, modification de la pente, allégement, etc.

Un professionnel est souvent requis pour effectuer ces travaux, car ils demandent une grande maîtrise de la réalisation : c'est une intervention lourde qui comporte de nombreux risques.

Charpente traditionnelle

Pour aménager les combles d'une charpente traditionnelle, il convient de modifier les fermes. Pour cela, on crée un entrain haut boulonné et on ajoute des jambes de force.

À noter : *en cas de forte pente, le simple rehaussement des entrains suffit. En cas de pente moyenne, il est nécessaire de renforcer les fermettes au milieu par des poteaux verticaux ou inclinés.*

Une fois ces changements réalisés, on peut alors couper l'ancien entrain et le poinçon afin de libérer l'espace. Les charpentes, ressemblant à des « W », deviennent ainsi des charpentes de type « diamant » en forme de « M ».

Les fermes en lamellé-collé offrent une portée supérieure, ce qui permet de se passer des jambes de force : on libère donc encore plus d'espace. D'autres possibilités existent, comme les poutres « techniques » : le Parallam qui a une

portée 15 m, les poutres Kerto, les poutres TJI, ou encore la poutre Nail web. Cette dernière est composée d'une âme en acier galvanisé traité époxy, et pressée entre deux membrures de bois résineux raboté et traité. Elle offre une souplesse d'aménagement puisqu'elle est construite par le dessus et n'amène pas de poussée horizontale. De plus, les chevrons ne sont pas porteurs, et la poutre ne pèse que 1 à 2 kg au mètre linéaire.

On trouve parfois un mur de refend au milieu du comble : celui-ci est destiné à supporter la charpente en son centre. Il peut être démoli une fois les modifications effectuées, mais peut également être conservé dans un but esthétique.

Charpente industrielle



Pour rappel, la charpente dite « industrielle » est constituée uniquement de fermettes qui reçoivent les linéaux ou les voliges. Les fermettes industrielles sont reliées entre elles par des entretoises, des contreventements et des barres anti-flambement qui assurent la stabilité de la charpente. Les assemblages au niveau des articulations sont faits par des connecteurs métalliques.

Les modifications sont donc entreprises différemment, puisqu'il convient dans ce cas d'utiliser des poutres autoportuses. Les arbalétriers des fermettes sont renforcés, et un entrain est installé. Ces poutres autoportuses sont obligatoires pour supporter le poids de la charpente. Elles soutiennent le plafond ainsi que le plancher créé.

Déclaration ou permis ?

Avant de commencer les travaux, certaines formalités sont à respecter auprès de l'administration et du professionnel. Pour refaire une toiture existante sans changement de pente ni de matériau d'origine, une déclaration de travaux

suffit. Celle-ci est à faire auprès de sa mairie. En revanche, en cas de modifications (pente, matériaux), un permis de construire est obligatoire. Ce dernier se demande également à la mairie du lieu des travaux sous pli recommandé avec accusé de réception. Il sera ensuite délivré un récépissé notifiant la date et le numéro d'enregistrement de la demande, ainsi que le délai d'instruction, qui est de 2 mois. En l'absence de courrier dans ce délai, l'acceptation du permis devient tacite.

D'autre part, en faisant appel à un spécialiste, même pour un simple devis, plusieurs informations seront réclamées : le nombre de fermettes, l'épaisseur et l'entraxe de celles-ci, la hauteur maximale entre le faîtage et le plancher, la longueur et la largeur entre les fermettes par rapport au sol, le modèle et l'épaisseur des murs porteurs, la largeur extérieure de la maison, éventuellement quelques photos.

Réduire les risques

Faire modifier sa charpente par un professionnel est nécessaire si l'on souhaite éviter les malfaçons. Retrouvez dans le tableau ci-dessous les problèmes rencontrés lors de modifications hasardeuses.

Problèmes rencontrés	Conséquences	Explications
Déformation de la charpente	Fuite du toit, déformation ou rupture de la cheminée, déformations des fermettes mal posées, etc.	<ul style="list-style-type: none"> • Défaillance d'une pièce ou des fixations • Suppression d'une pièce essentielle • Mauvais contreventement
Effondrement de la charpente	Arrachement de la couverture (suite au vent, etc.) ou écroulement des pièces de soutien	<ul style="list-style-type: none"> • Défaillance d'une pièce, notamment les arbalétriers • Barre anti-flambage mal répartie • Barre anti-versement
Problèmes au niveau des cloisons et planchers	Déformation ou fissuration	<ul style="list-style-type: none"> • Défaillance d'une pièce ou des fixations (clous et vis en nombre insuffisant, trop courts ou implantés trop près du bord) • Solives sous-dimensionnées ou non entretoisées

Pour éviter ces problèmes, il convient de respecter les charges, les normes sur la qualité des bois, les modalités de calcul et les déformations acceptables, les dispositifs permettant d'assurer la stabilité (contreventement, anti-flambement, etc.), et d'assurer la fixation des fermettes par sabot ou connecteur.

Il faut noter que la charpente peut être atteinte de pathologies dues à son vieillissement ou à l'altération de certaines parties d'ouvrage par des champignons ou des parasites. Les mêmes précautions (respect des charges, normes sur la qualité du bois, respect des calculs, fixation, etc.) doivent également être prises lors de la création des trémies nécessaires à l'escalier d'accès aux combles et de la création des trémies et du chevêtre des lucarnes ou des fenêtres de toit.



Coût

Afin de vous aider dans votre projet de modification de charpente, nous vous proposons une fourchette de prix des différents aménagements.

Travaux	Prix
Modification d'une charpente industrielle en charpente traditionnelle (12 × 8 m)	<ul style="list-style-type: none"> • Entre 25 000 et 30 000 € tout compris : reprise de la charpente, plancher, isolation, électricité et chauffage • Isolation : 4 000 à 6 000 €, selon la surface • Placoplatre (création de murs et cloisons) : 500 à 1 000 €, selon la surface
Surélévation d'une charpente (12 × 8 m, soit une pièce de 40 m² loi Carrez)	<ul style="list-style-type: none"> • Environ 35 000 € tout compris : reprise de la charpente, plancher, isolation, électricité et chauffage • Maçonnerie seule : 9 000 € • Dépose et repose de la charpente : 6 000 € • Menuiserie et escalier : 4 500 € • Électricité : 1 500 €

La rénovation

De nombreuses raisons peuvent amener à devoir entreprendre la rénovation d'une charpente, notamment le vieillissement du bois, une attaque de parasites (champignons, insectes, etc.), des dégradations dues aux intempéries, etc.

Charpente ancienne



Lorsque l'on entreprend de rénover sa charpente, il convient d'abord de se renseigner sur son âge. En effet, les techniques de construction diffèrent selon les époques et il faudra respecter certaines spécificités pour préserver la qualité et la beauté de la structure.

La rénovation d'une charpente ancienne doit être réalisée en conservant son aspect d'origine. On ne peut donc la rénover avec les méthodes modernes. Un artisan spécialisé sera équipé des outils d'autrefois. On respectera également les types de fixations, comme les chevilles ou les tenons et mortaises, etc. Il conviendra ensuite de décider si la charpente doit être rénovée dans son intégralité ou partiellement.

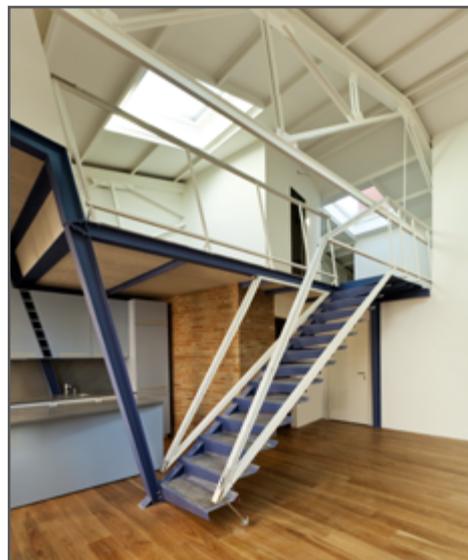
Charpente en bois

En fonction des dégradations constatées, plusieurs actions peuvent être entreprises. Ainsi, si les poutres de la charpente paraissent sans éclat et sans charme, il est possible de les sabler pour leur redonner un aspect naturel. On peut aussi les blanchir à l'aide d'une peinture microporeuse.

Si, en revanche, les pièces en bois sont rongées et affaiblies, il est nécessaire de procéder à un cerclage métallique ou de remplacer les éléments : décapage et bûchage du bois pour éliminer les parties vermoulues, mise à nu du bois sain et renforcement des parties atteintes.

Charpente métallique

Les charpentes métalliques ne nécessitent pas d'entretien particulier, car l'acier est un matériau résistant et durable. Cependant, avec le temps, certaines nécessitent quelques actions : brossage à la brosse métallique, nettoyage complet, ponçage si nécessaire, et peinture de protection à reposer. En cas de déformation, la pose de contreventements assurera une bonne stabilité à l'ensemble de l'ouvrage. Il est également possible d'installer des entretoisements afin de maintenir l'écartement des entrants.



Quand rénover sa charpente ?

En règle générale, une charpente doit être vérifiée et renouvelée au besoin tous les 20 ou 30 ans. Pour cela, il est recommandé de demander une vérification à un charpentier de métier ou à un artisan. Cependant, les bons bricoleurs pourront entreprendre ces vérifications eux-mêmes si aucune grosse modification n'est envisagée. Toutefois, si une usure ou des défauts importants sont constatés, il est conseillé de contacter un charpentier qui établira un diagnostic précis.

En fonction des vérifications, il conviendra de réaliser divers travaux de rénovation : traitement hydrofuge si les poutres paraissent humides, traitement fongicide contre les termites et autres insectes xylophages, traitement contre les champignons éventuels, remplacement de pièces en cas de défauts d'usure, de pourrissement, etc.

Coût d'une rénovation

Le coût total d'une rénovation de toiture est estimé en moyenne entre 10 000 et 20 000 € selon les travaux entrepris. Ce prix comprend la pose des éléments de réfection et le coût des matériaux (couverture + zinguerie).

Le changement de quelques pièces de la charpente peut ne pas excéder les 500 € (par exemple, remplacement de quelques arbalétriers). Il est évident que le prix diffère selon le matériau utilisé.

Pour bien choisir son charpentier, il est recommandé de comparer plusieurs devis, afin d'intégrer dans son budget le prix des matériaux et celui de la main-d'œuvre.

Le charpentier

Le travail du charpentier nécessite un savoir-faire et une formation basée à la fois sur les coutumes et les progrès liés à la technologie.

Critères de sélection



Le charpentier est chargé de la construction, de la mise en place, de la rénovation et de la modification des charpentes. Son métier étant réglementé, il doit être qualifié et habilité. Avec le développement des charpentes en métal, la profession a également évolué ; l'artisan responsable de ce type de charpente est appelé « charpentier en fer ».

Bon à savoir : *pour vérifier l'habilitation d'un charpentier, il est possible de consulter le registre du commerce et des sociétés sur Internet ou dans sa commune.*

Un bon charpentier est capable de prendre en compte la complexité de la structure et les contraintes de mise en œuvre ; il doit aussi avoir le matériel approprié aux travaux et respecter les règles de sécurité sur le chantier, ainsi que celles liées à l'environnement. Par ailleurs, il est toujours utile de connaître quelques exemples de chantiers déjà terminés : l'avis des clients sera le meilleur test d'efficacité.

Il convient aussi de bien étudier le devis, qui doit contenir les nom et adresse de l'entreprise et du client, la date, le lieu et le délai du chantier, le détail des prestations proposées (calcul du temps passé, prix par prestation), ainsi que la mention « devis reçu avant exécution des travaux » à dater et signer. Un devis bien monté montre le sérieux du professionnel.

En outre, le charpentier a l'obligation de fournir différents plans qui préciseront les dimensions et les axes des trous de scellement, les descentes de charges et de poussées à reprendre, le niveau des faîtages, les dimensions des pignons, la répartition des fermes, les contreventements, les fixations et renforts, les détails concernant l'habillage, etc.



Trouver un charpentier

On peut consulter la mairie de sa ville pour connaître les artisans installés à proximité : les tarifs de déplacements peuvent ainsi être réduits. Les Pages Jaunes ou les moteurs de recherche offrent aussi les noms des différents charpentiers exerçant dans la région. Les tarifs varient en fonction de la région, de la nature de la charpente à monter (en kit, en bois, fermette, métallique, en béton, à un ou plusieurs pans, etc.), et des frais de déplacement.

Les prix

Selon le type de charpente, sa conception et ses matériaux, le budget à prévoir pour s'équiper d'une toiture efficace et pour l'entretenir est très variable.

Coûts

Le prix d'une charpente varie beaucoup selon sa technique de pose. La structure métallique est en effet 10 % moins chère qu'une charpente en bois, mais le coût de la main-d'œuvre est plus élevé. Une charpente dont les plans et les

coupoles sont complexes coûte aussi plus cher qu'un toit simple à deux versants. Le tableau ci-dessous récapitule la fourchette des prix moyens selon le type de charpente.

Type de charpente	Prix
Charpente traditionnelle	Entre 70 et 90 €/m ²
Charpente en béton	Environ 100 €/m ² avec l'isolation et l'étanchéité pour un toit plat
Charpente en kit	Environ 50 €/m ² pour la version en bois
Charpente en bois	Entre 70 et 90 €/m ²
Charpente industrielle ou charpente à ferme	Environ 60 €/m ²
Charpente de toit plat	Entre 50 et 100 €/m ² selon l'étanchéité
Charpente métallique	Prix uniquement sur devis

Il est conseillé de demander l'avis de plusieurs prestataires avant de commencer les travaux, afin de comparer les devis et réaliser des économies. Ces derniers doivent comprendre la prévision de durée des travaux, les conditions de révision du prix et la durée de validité du devis.

TVA réduite

Faire appel à une entreprise spécialisée pour ses travaux d'amélioration ou de transformation de la charpente permet de bénéficier d'un taux de TVA réduit à 10 %, à condition toutefois que l'habitation ait plus de 2 ans.



En revanche, la TVA demeure à 20 % en cas de construction neuve.

 **Pour aller plus loin**

Questions/réponses de pro

Rénovation d'une charpente

Je dois refaire la charpente d'un bâtiment à la campagne. Puis-je recourir à la technique industrielle (fermette), soit une toiture en deux pans d'une hauteur de 3,50 m ?

 Question de H de La Tour

► Réponse d'Atlantique nature habitat

Oui, vous pouvez le faire. Le charpentier viendra effectuer les prises de cotes et fera les calculs de charges en fonction de la région. Attention cependant, si vous optez pour ce genre de charpente, il ne sera plus possible d'aménager les combles.

Humidité de la charpente

En quoi l'isolation du toit (intérieure) par la laine de roche empêche-t-elle l'humidité de la charpente ?

 Question de Ferrari

► Réponse de Daniel Guihard, conseil en rénovation énergétique

Ce n'est pas la laine de roche, mais son pare-vapeur qui fait écran à l'humidité intérieure et l'empêche de condenser sur la charpente. Attention, il ne faut pas enfermer la charpente entre deux films étanches qui empêcheraient toute circulation d'air et d'humidité.

► Réponse d'Isover

Au-delà de la mise en œuvre de l'isolation, qui doit être conforme aux constats de traditionnalité et/ou aux avis techniques des produits posés afin d'éviter une humidité trop importante en toiture, il convient de prévoir une ventilation suffisante et nécessaire pour conserver une charpente saine et sèche. Dans le respect du DTU « Couverture série 40 », la ventilation doit tenir compte de la nature de la couverture (ardoises, tuiles, zinc, etc.), de l'aménagement ou non des combles, du volume des combles, de la longueur des rampants, etc.

Si vous avez en projet un aménagement de combles, une lame d'air ventilée de 20 mm minimum est à conserver sous les liteaux, lame d'air continue depuis l'égout jusqu'au faîtage. Vous pouvez vous aider des cahiers de prescriptions techniques du CSTB pour la réalisation de votre isolation : CPT n° 3560 pour les combles aménagés isolés en laine minérale ou CPT n° 3647 pour les combles perdus.

Rénovation : faut-il garder le pare-feuille ?

Je viens d'acquérir une vieille maison de village avec une charpente plus ou moins en bon état, mais des tuiles, vieilles et abîmées, provoquent des infiltrations lorsqu'il pleut. Ces tuiles sont fixées sur des chevrons séparés de la charpente par un pare-feuille en terre cuite. J'ai demandé des devis et, selon que je choisis ou non d'ôter le pare-feuille, le coût va du simple au triple. Que dois-je faire ? Excepté le fait d'alourdir la charpente, quels sont les inconvénients d'un pare-feuille ?

 Question de Jule

► Réponse d'Isover

Il s'agit d'un écran rigide de sous-toiture que l'on trouve dans certaines régions, associé à des couvertures en tuiles, et qui a pour fonction d'arrêter le passage de l'eau, du vent, de la lumière, etc., ou de masquer un élément (écran antibruit ou pare-feu). Il peut aussi éviter les pénétrations de neige poudreuse. L'isolation de ce type de toiture est complexe, car il est difficile d'évaluer la perméabilité à la vapeur d'eau d'un tel écran.

Si vous conservez cet écran, il faudra poser un pare-vapeur intégral indépendant sous l'isolant (S_d supérieur ou égal à 90 m), parfaitement jointoyé, rebordé et étanché afin d'éviter toute pénétration de vapeur d'eau dans l'isolant. La qualité de pose du pare-vapeur devra être de qualité afin de garantir la pérennité de la toiture (toute pénétration de vapeur d'eau pourrait conduire à une condensation stagnante entre l'isolant et l'écran avec, à terme, des désordres sur les bois de charpente).

Sinon, vous pouvez déposer cet écran et isoler la charpente de manière traditionnelle avec la pose d'un écran à haute perméabilité à la vapeur d'eau, requis lors d'une rénovation lourde de la toiture avec dépose de la couverture (cf. CPT 3560). On retrouve alors un montage classique de l'isolation entre et sous chevrons avec la pose d'un parement sur l'ossature sous les chevrons.

Index des questions et des astuces

I. Les types de charpente	10
Bien choisir sa charpente	22
Charpente de garage	23
Charpente sur blochet ou à la Mansart ?	23
Connaître la solidité d'une charpente	24
Gouttière intégrée sur une charpente	24
II. Les matériaux	25
Traiter des poutres de combles contre les nuisibles	38
Isolant pour une charpente métallique	38
Choix d'un matériau naturel	39
Charpente sur voûte en pierre	39
III. La structure	40
Modifier sa charpente pour aménager des combles	54
Place des poteaux de renforcement	55
Modification de charpente	55
Création d'une trémie : quels risques pour la charpente ?	56
IV. La conception	57
Comment s'assurer du sérieux d'un artisan ?	71
Renforcement d'une charpente	72
Normes des charpentes	72
V. Les chantiers	74
Rénovation d'une charpente	87
Humidité de la charpente	87
Rénovation : faut-il garder le pare-feuille ?	88

Les professionnels et experts cités dans cet ouvrage

Nos sites permettent aux professionnels et spécialistes de publier et partager leur savoir-faire (réponses aux questions des internautes, astuces, articles...). Une sélection de leurs meilleures contributions a été incluse dans cet ouvrage. Tous les jours, de nouveaux professionnels s'inscrivent et publient sur nos sites. Faites appel à eux : ces pros savent de quoi ils parlent !

Atlantique nature habitat – Membre pro

Construction et montage de maisons à ossature en bois : charpente, isolation, aménagement extérieur, menuiserie, etc.

Départements d'intervention : 29 | 35 | 44 | 56 | 72 | 85

Adresse : 12 PA de l'Estuaire, 56 190 Arzal

Téléphone fixe : 02 97 41 05 54

Téléphone mobile : 06 12 37 21 92

BBC Bois – Membre Pro

Spécialiste de la maison en bois basse énergie (BBC, passive) : construction, extension, surélévation, rénovation thermique, etc.

Départements d'intervention : 22

Adresse : 27 bis rue du Chemin Noé, 22 360 Langueux

Téléphone fixe : 09 53 80 27 20

Téléphone mobile : 06 86 21 68 05

Bruel Diags – Membre pro

Cabinet spécialisé dans les diagnostics immobiliers : réalisation de tous les états des lieux techniques pour les prêts à taux zéro, loi S.R.U., loi Scellier, etc.

Départements d'intervention : 44 | 85

Adresse : 10 bis rue de la Borderie, 85 170 Beaufou

Téléphone fixe : 02 72 71 14 41

Téléphone mobile : 06 06 49 46 45

Combles d'En France – Membre pro

Réseau de charpentiers spécialisés dans l'aménagement de combles, la surélévation des toitures et de l'extension latérale.

Départements d'intervention : 01 | 02 | 08 | 10 | 11 | 14 | 15 | 16 | 17 | 21 | 22 | 25 | 27 | 28 | 30 | 31 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 44 | 49 | 50 | 51 | 54 | 55 | 56 | 57 | 59 | 61 | 62 | 67 | 68 | 70 | 73 | 74 | 76 | 77 | 78 | 79 | 80 | 81 | 85 | 86 | 87 | 88 | 90 | 91 | 92 | 93 | 94 | 95

Adresse : 235 avenue Paul Doumer, 75 166 Paris

Téléphone fixe : 06 08 57 12 75

Daniel Guihard – Membre pro

Audit et conseil en rénovation énergétique dans le logement individuel ou en petit collectif : thermographie infrarouge, contrôle après travaux, repérage de réseaux.

Départements d'intervention : 24 | 32 | 33 | 40 | 46 | 47 | 82

Adresse : 11 avenue du 11 Novembre, 47 190 Aiguillon

Téléphone fixe : 05 53 88 25 11

Téléphone mobile : 06 67 07 55 30

Expert Construction – Membre pro, expert

Expertises dans le domaine de la construction et du bâtiment : dommages ouvrage, garantie décennale, sinistres, malfaçons, litiges, recours devant les tribunaux.

Départements d'intervention : France

Adresse : 109 rue Haxo, 75 020 Paris

Téléphone mobile : 06 68 93 20 56

HCI Tech'Isol – Membre pro

Entreprise spécialisée dans l'isolation par mousse polyuréthane projetée, dans le cadre d'une construction neuve ou de travaux de rénovation.

Départements d'intervention : 02 | 59 | 62 | 80

Adresse : 1 bis rue Desmazières, 59 113 Seclin

Téléphone fixe : 03 61 76 18 91

Isover – Membre pro

Développement de solutions d'isolation thermique et acoustique pour une meilleure efficacité énergétique des bâtiments, un confort optimal et un plus grand respect de l'environnement.

Départements d'intervention : France
Adresse : 1 rue Gardénat Lapostol, 92 150 Suresnes
Téléphone fixe : 01 40 99 24 00

Les Toitures Champenois – Membre pro

Entreprise de couverture, bardage, zinguerie, charpente, isolation, étanchéité et pose de panneaux photovoltaïques.

Départements d'intervention : 10 | 21 | 51 | 52 | 55 | 59 | 62 | 75 | 77 | 78 | 91 | 92 | 93 | 94 | 95
Adresse : BP 5005, Viélaines, 10 430 Rosières-près-Troyes
Téléphone mobile : 06 31 24 59 32

Technic Habitat – Membre pro

Spécialiste de la transformation, de l'aménagement des combles et des extensions à ossature en bois.

Départements d'intervention : 59 | 62
Adresse : Hôtel d'entreprises, rue Francisco Ferrer, 59 286 Roost-Warendin
Téléphone fixe : 03 27 71 02 29

Trouver des professionnels près de chez vous

Si vous le souhaitez, nous pouvons vous mettre en relation avec un ou plusieurs professionnels près de chez vous. Vous recevrez jusqu'à **3 devis gratuits et sans engagement.**

[Demande de devis](#)

<http://charpente.ooreka.fr/devis/devis-charpente>



FIN