



MAISONS
individuelles

Charpentes & Couvertures

Henri RENAUD

2^e édition

EYROLLES

Charpentes & Couvertures

DU MÊME AUTEUR

Construction de maisons individuelles, 3^e édition, 2009

Collection « Construire sa maison »

Choisir et réaliser les charpentes, 2003

Choisir et réaliser les couvertures en tuile, 2004

Choisir et réaliser les fondations, 2007

Du choix de terrain aux plans d'exécution, 2006

Implantation des maisons et branchements, 2006

Maisons sur vide sanitaire, 2007

Murs, poutres & planchers, 2^e édition, 2005

Plans de maisons de plain-pied et combles aménagés, 2005

Plans et perspectives (plain-pied et étage), 2005

Réussir ses plans, 2002

Collection « Maisons individuelles »

Baies & Menuiseries extérieures, 2002

Branchements : eau potable & assainissement, 2002

Eau chaude & chauffage au gaz, 2002

Charpentes & Couvertures, 2010

Fondations & Soubassements, 2002

Murs & Planchers, 2002

Ventilation & Installation électrique, 2002

Charpentes & Couvertures

Henri RENAUD

Deuxième édition 2010

ÉDITIONS EYROLLES
61, Bd Saint-Germain
75240 Paris cedex 05
www.editions-eyrolles.com



Le code de la propriété intellectuelle du 1^{er} juillet 1992 interdit en effet expressément la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit. Or, cette pratique s'est généralisée notamment dans les établissements d'enseignement, provoquant une baisse brutale des achats de livres, au point que la possibilité même pour les auteurs de créer des œuvres nouvelles et de les faire éditer correctement est aujourd'hui menacée.

En application de la loi du 11 mars 1957, il est interdit de reproduire intégralement ou partiellement le présent ouvrage, sur quelque support que ce soit, sans autorisation de l'Éditeur ou du Centre Français d'Exploitation du Droit de Copie, 20, rue des Grands-Augustins, 75006 Paris.

© Groupe Eyrolles, 2002, 2010 pour la présente édition, ISBN : 978-2-212-12756-0

Sommaire

Charpentes traditionnelles en bois	1
1. Rôles principaux	3
2. Solutions de structure porteuse de la couverture	4
3. Dimensions courantes des bois de charpentes	5
4. Fermes à entrain retroussé ou relevé	6
4.1. Utilisation et mise en œuvre	6
4.2. Éléments constitutifs	6
4.3. Vue en perspective avec la terminologie	6
5. Charpente en combles habitables et isolation	7
6. Pignons : réservations, rampants, souches	8
7. Réalisations diverses sur chantiers en construction	9
8. Fiche technique n° 1 : choix d'une panne de la charpente	10
9. Fiche technique n° 2 : effets de la neige sur les toitures	11
10. Fiche technique n° 3 : caissons chevronnés et mise en œuvre	12
11. Détails : faîtages, rives d'égout, conduit de fumée	13
12. Recommandations et règles professionnelles	14
13. Technique d'assemblage des pannes sur les arbalétriers	16
14. Fiche technique n° 4 : sabots de pannes, étriers	17
15. Composants de charpente et dispositions constructives	18
16. Conception de la charpente	19
17. Recherche du type de charpente pour un projet	20
Exemples : cas de charpentes traditionnelles	21
Charpentes avec fermettes	23
1. Définition d'une fermette	25
2. Constitution de la charpente	26
3. Types de fermes ou de fermettes	27
4. Fonctionnement d'une ferme ou d'une fermette	28
5. Dispositifs stabilisateurs	29
5.1. Dispositif anti-flambement	29
5.2. Dispositif de contreventement	29
5.3. Prescriptions de mise en œuvre	30
6. Consistance des travaux	31
7. Cas de charpentes industrialisées (fermettes)	33
8. Fiche technique n° 1 : caractéristiques de fermettes	34
9. Fiche technique n° 2 : plafonds suspendus sur ossature et isolation thermique	36
10. Dispositifs anti-flambement des fermettes	37
11. Dispositifs de stabilité par contreventement	38
12. Lot charpente : descriptif et prescriptions	39
13. Principes de réalisation des croupes	40
14. Plans d'exécution des fermettes	41
15. Dessins d'exécution des fermettes	42
16. Plan de pose avec dispositifs de stabilité	43
17. Fiche technique : toiture à croupes et combles perdus	44
Escalier en bois	45
1. Termes principaux	47
2. Escaliers préfabriqués avec palier	48

3. Escaliers préfabriqués avec marches balancées	49
4. Balancement des marches.....	50
Couverture en tuiles	53
1. Avant-projet : façades et vues en plan	55
1.1. Les façades	55
1.2. Implantation du pavillon.....	56
2. Les points essentiels d'un toit.....	57
3. Éléments de descriptif : lot couverture en tuiles.....	58
4. Prescriptions particulières	60
4.1. Écartement des liteaux, ou pureau.....	60
4.2. Rives d'égout.....	60
4.3. Rives de pignons.....	60
4.4. Noue.....	60
4.5. Arêtiers.....	60
4.6. Faîtages.....	61
4.7. Souche de cheminée	61
4.8. Sortie de ventilation : VMC et ventilation primaire EU/EV.....	61
5. Tuiles en microbéton de type « Plein Ciel ».....	62
Projet de construction	63
1. Types de documents	65
2. Exemple concret : pavillon « EXPO »	65
2.1. Plan de situation	65
2.2. Plan de masse	65
2.3. Vue en perspective	66
2.4. Façades	66
2.5. Plans d'avant-projet sommaire (APS).....	67
2.6. Plans des niveaux de construction.....	68
2.7. Coupes verticales.....	68
2.8. Dessins d'exécution	68
2.9. Descriptif partiel des travaux.....	72

Avant-propos

La collection « Maisons individuelles » présente une série de 7 ouvrages consacrés aux travaux de construction d'une maison.

Chaque fascicule se présente sous la forme de lots techniques et couvre les domaines du gros œuvre ou du second œuvre :

- les fondations : les semelles de fondations et les murs de soubassement,
- les murs et les planchers : les murs de façades, de refends et de pignons et les planchers à poutrelles,
- les baies des façades : les ouvertures et les menuiseries extérieures,
- les réseaux techniques : l'eau sanitaire et les réseaux d'assainissement (eaux pluviales et eaux vannes),
- l'eau chaude et le chauffage gaz : la production et la distribution,
- la ventilation et l'électricité intérieure : les ventilations mécaniques contrôlées et le réseau électrique intérieur,
- les charpentes et les couvertures : les charpentes traditionnelles et industrialisées, les tuiles et les ardoises.

Chaque fascicule a pour objet d'aider le lecteur à connaître :

- les composants utilisés et leurs caractéristiques : les blocs en béton, les briques, etc.,
- les termes utilisés dans les métiers du béton, du bois, des équipements techniques et dans le descriptif des travaux,
- le mode de mise en œuvre des produits ou des composants comme par exemple les planchers avec des poutrelles précontraintes, les charpentes avec des fermettes industrialisées,
- les prescriptions réglementaires dans le cas d'une chaudière à circuit étanche.

L'ensemble des ouvrages de cette collection facilite un choix individuel pour les lots du gros œuvre ou du second œuvre dans le cadre de la construction d'une maison individuelle.

Charpentes traditionnelles en bois

- Rôles principaux
- Solutions de structure porteuse de la couverture
- Dimensions courantes des bois de charpentes
- Fermes à entrain retroussé ou relevé
- Charpente en combles habitables et isolation
- Pignons : réservations, rampants, souches
- Réalisations diverses sur chantiers en construction
- Fiche technique n° 1 :
choix d'une panne de la charpente
- Fiche technique n° 2 :
effets de la neige sur les toitures
- Fiche technique n° 3 :
caissons chevronnés et mise en œuvre
- Détails : faîtages, rives d'égout, conduit de fumée
- Recommandations et règles professionnelles
- Technique d'assemblage des pannes
sur les arbalétriers
- Fiche technique n° 4 : sabots de pannes, étriers
- Composants de charpente et dispositions
constructives
- Conception de la charpente
- Recherche du type de charpente pour un projet
- Cas de charpentes traditionnelles

I. Rôles principaux

La charpente doit être stable sous l'effet des charges verticales (poids des matériaux) et des charges inclinées (action du vent). Le matériau bois utilisé doit avoir une bonne résistance mécanique de façon à résister aux sollicitations introduites par les charges (résistance à la flexion notamment). La charpente a un rôle esthétique par les formes données à la toiture à deux versants ou quatre versants (croupes d'extrémités) et suivant l'implantation de la maison en rectangle, en L, en T (fig. 1).

La charpente assure les fonctions suivantes :

- elle supporte son poids propre (masse volumique du sapin du Nord : 500 à 700 kg/m³);
- elle porte le matériau de couverture : tuiles (40 à 50 kg/m²), ardoises (20 à 22 kg/m²);
- elle résiste aux efforts dus au vent qui exercent une pression sur un versant et créent une dépression sur l'autre (87 à 157 daN/m² en pression dynamique de base suivant les régions);
- elle supporte les charges de neige (45 à 90 daN/m²) suivant la carte des régions;
- elle porte le plafond suspendu aux solivettes prenant appui sur l'entrait de la ferme.

Remarque : Des coefficients de sécurité sont appliqués pour les charges dans le calcul des sections.

La charpente transmet les effets des actions précédentes sur la structure porteuse : murs, planchers, etc. Elle assure la protection contre la pluie et doit permettre à l'ensemble de respirer (pas de condensation en sous-face). Sa conception utilise le principe de triangulation, qui assure l'indéformabilité de la structure.

La **toiture**, constituée par l'ensemble charpente + matériaux de couverture, doit s'intégrer dans l'environnement par les formes géométriques, les pentes, les finitions en rive de toit, les coloris. Elle peut aussi permettre parfois l'aménagement intérieur des volumes sous toiture pour des combles habitables avec nécessité d'éclairage par des fenêtres de toit ou des lucarnes (fig. 4).

L'isolation thermique peut être intégrée sous forme de panneaux, mais est le plus souvent rapportée en sous-face de rampant et en plafond des combles.

De par les multiples interactions avec toute l'habitation, la charpente se doit d'être stable, résistante et sécurisante, et répondre aux critères de durabilité et d'entretien minimal en permettant son accessibilité dans les combles.

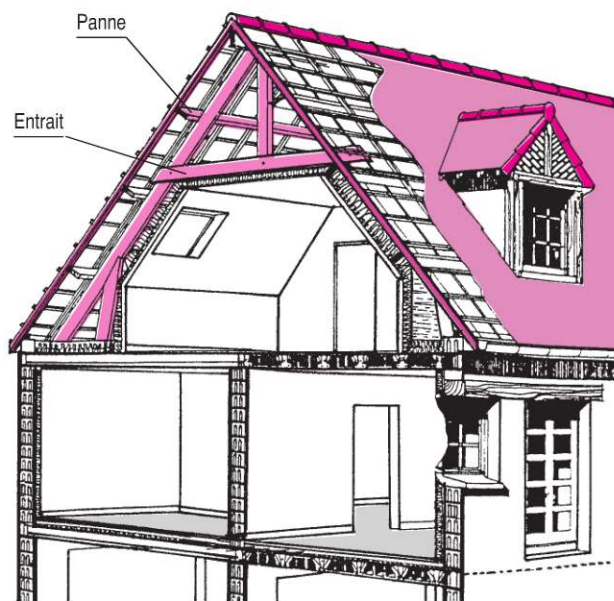
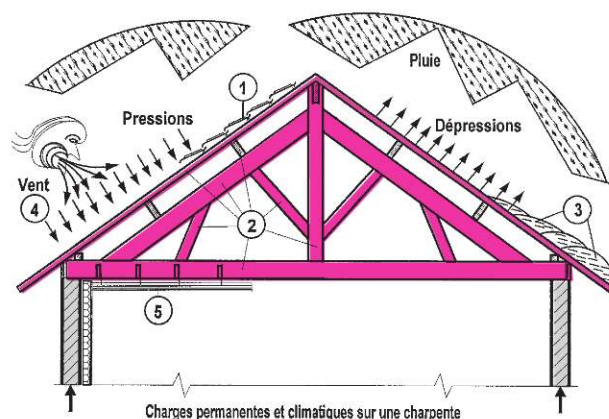


Figure 1 : charpente traditionnelle avec entrait retroussé en comble habitable



- ① Poids propre du matériau de couverture
- ② Poids propre de la charpente
- ③ Neige
- ④ Vent (pressions et dépressions)
- ⑤ Plafond suspendu

Figure 2 : ferme classique en comble perdu

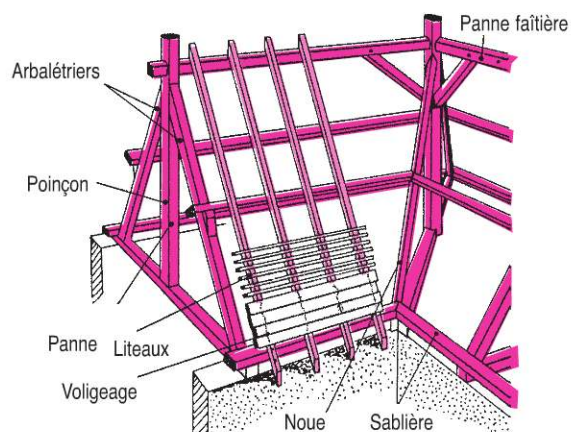


Figure 3 : principaux termes

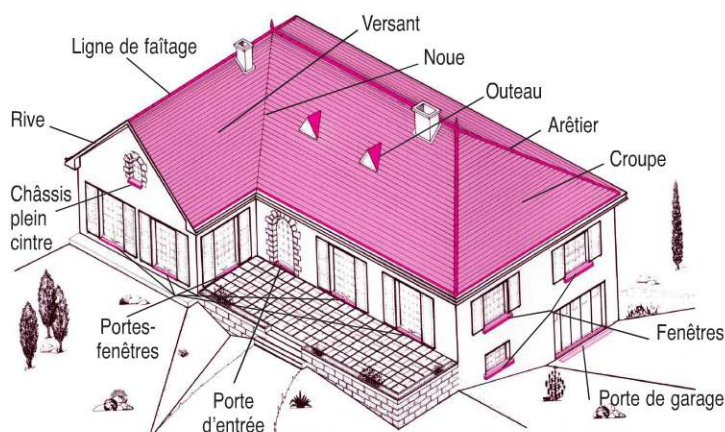


Figure 4 : maison en L avec croupe, noue, rives en pignon

2. Solutions de structure porteuse de la couverture

Schémas de visualisation

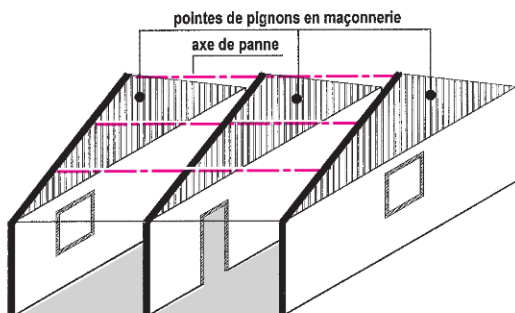


Figure 5

Pointes de pignons maçonnés. Pannes appuyées sur les pignons.

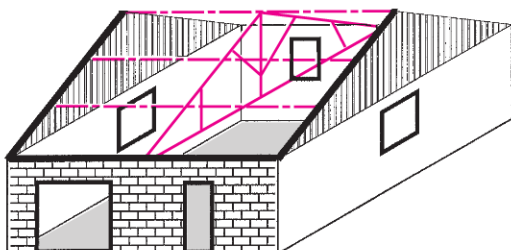


Figure 7

Pignons extérieurs en maçonnerie.
Ferme traditionnelle intermédiaire porteuse de la charpente.

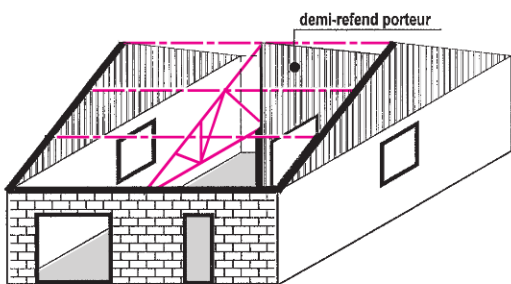


Figure 9

Demi-ferme qui s'appuie sur :
– le mur de façade,
– le mur du demi-refend.

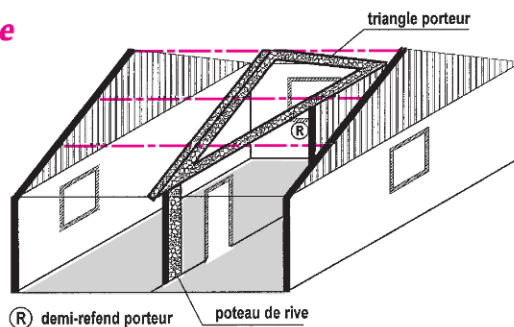


Figure 6

Pignons extérieurs en maçonnerie.
Ensemble en **triangle porteur** de la charpente réalisé en béton armé, en bois ou en métal, qui s'appuie sur :
– un demi-refend en blocs béton ou terre cuite,
– un poteau en béton armé en rive de façade.

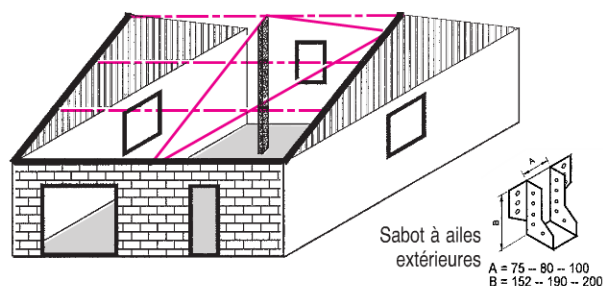


Figure 8

Même principe que la figure 6 avec un poteau en béton armé ou en bois en position centrale.
Le poteau peut s'arrêter :
– soit au-dessous de l'ensemble triangulé pour libérer l'espace en comble (portée réduite),
– soit au niveau du faîtage (on peut utiliser des sabots normalisés).

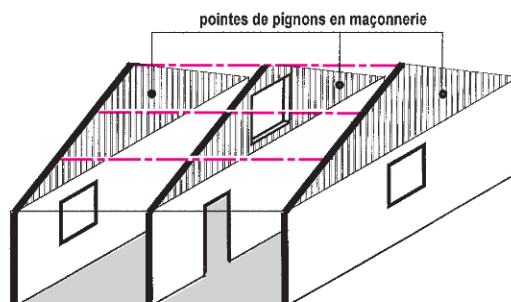


Figure 10

Solution classique du pignon intermédiaire en maçonnerie (blocs béton ou terre cuite, ou béton cellulaire), ajouré au maximum pour alléger et permettre le passage en comble perdu ou aménageable.

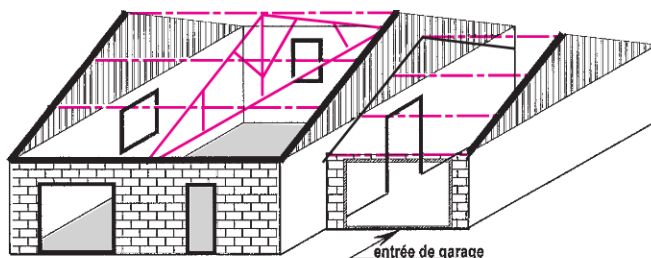


Figure 11 : ferme intermédiaire dans une zone habitable et pannes appuyées sur les pignons pour le garage (solution fréquente)
Ferme traditionnelle : cas d'une pente < 40 %.
Ferme à entrain retroussé : cas d'une pente > 40 %.
Le plancher haut du rez-de-chaussée est en béton armé pour les combles habitables.

3. Dimensions courantes des bois de charpentes

□ Appellations et dimensions

Tableau 1

Désignation	Utilisations	Sections (mm ²)	Croquis
Madriers	Pannes, solives, arêtiers, arbalétriers Portée > 3,00 m	80 × 230 80 × 205	A
Bastaings	Pannes, solives, etc. Petite portée < 3,00 m	65 × 205; 65 × 180 65 × 155	B
Chevron	Filants perpendiculaires aux pannes	65 × 80; 52 × 80 52 × 50	C
Liteaux	Filants perpendiculaires aux chevrons	32 × 32 (tuiles) 15 × 40 (ardoises)	D
Voliges	Supports de couverture (tuiles, ardoises, etc.) fixés sur chevrons	épaisseur : 12; 15; 18 largeurs : 150 à 300	E
Planches ou solivettes	Fausses solives supports de plafonds	32 × 155; 32 × 105 27 × 155	F

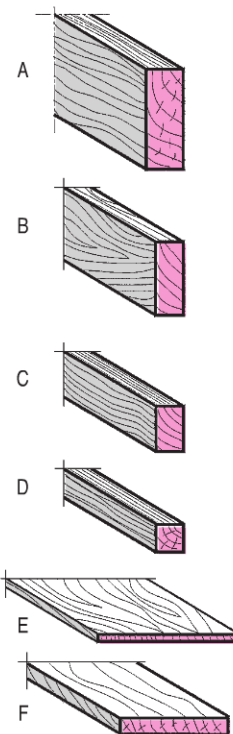


Figure 12 : bois de charpente

Terminologie des divers éléments constitutifs d'une charpente : voir figures 3, 13 et 14.

Longueurs du commerce :

- sapin du Nord : de 30 cm en 30 cm à partir de 3,00 m ;
- bois de pays du Jura : de 50 cm en 50 cm à partir de 3,00 m.

Le bois de construction doit être sec (humidité < 15 %) car il a une résistance de 40 % supérieure à un bois frais de sciage.

□ Ferme classique pour couverture en tuiles

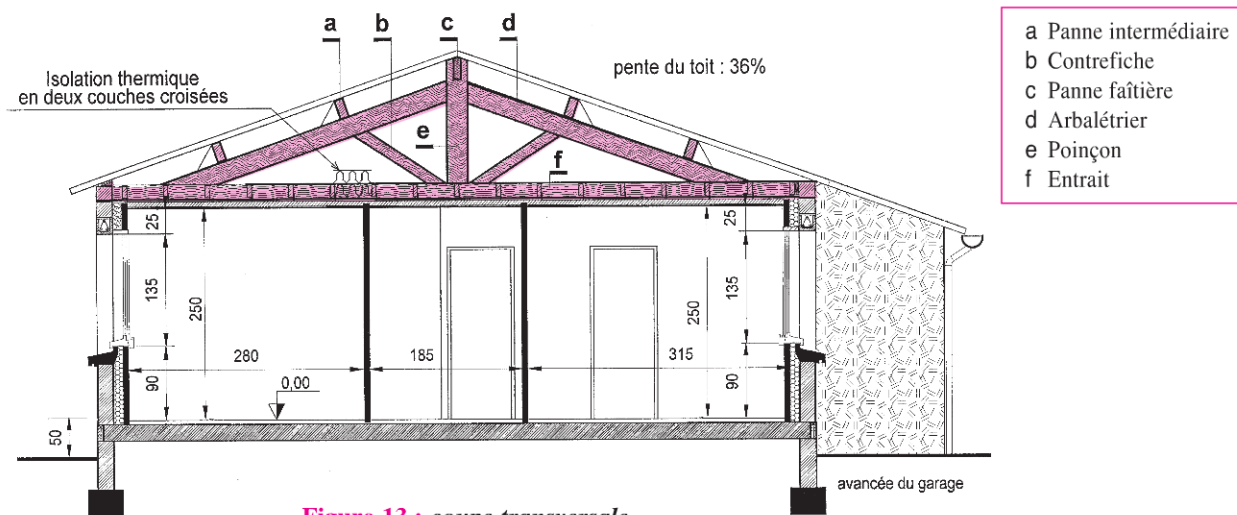


Figure 13 : coupe transversale

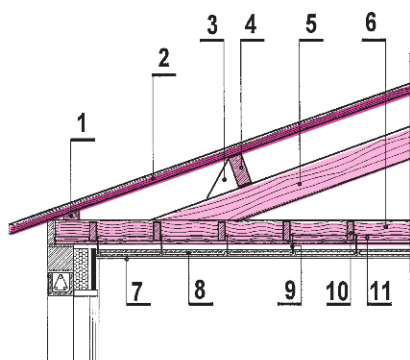


Figure 14 : détail charpente + plafond

4. Fermes à entrain retroussé ou relevé

4.1. Utilisation et mise en œuvre

Elles sont utilisées pour les combles aménagés. L'entrain retroussé, ou faux entrain, permet de libérer de la hauteur de passage.

❑ **1^{er} cas** : le blochet repose directement sur le plancher en béton armé (fig. 15).

Il exerce un effort de glissement introduit par l'arbalétrier incliné, à compenser :

- soit par butée sur le chaînage périphérique;
- soit par fixation sur le plancher, qui joue le rôle d'entrain; le plancher à poutrelles, par exemple, constitue une série de chaînage multiples de mur à mur.

❑ **2^e cas** : utilisation d'une jambe de force et d'une semelle pour surélever l'entrain retroussé (fig. 16). On prend les mêmes précautions que précédemment pour réduire la poussée exercée par les arbalétriers.

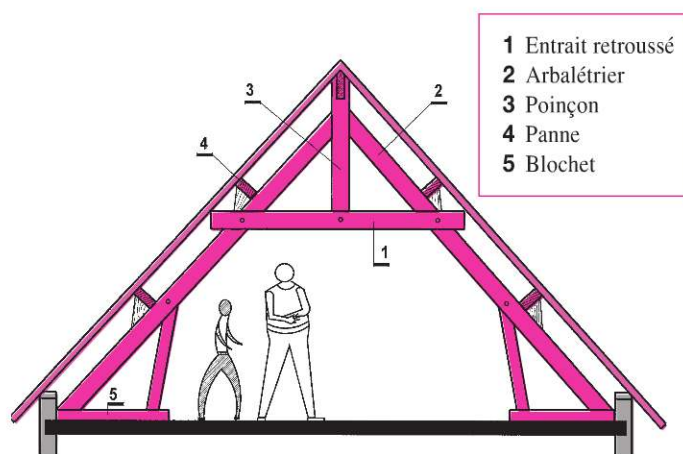


Figure 15 : plancher avec poutrelles précontraintes – 1^{er} cas

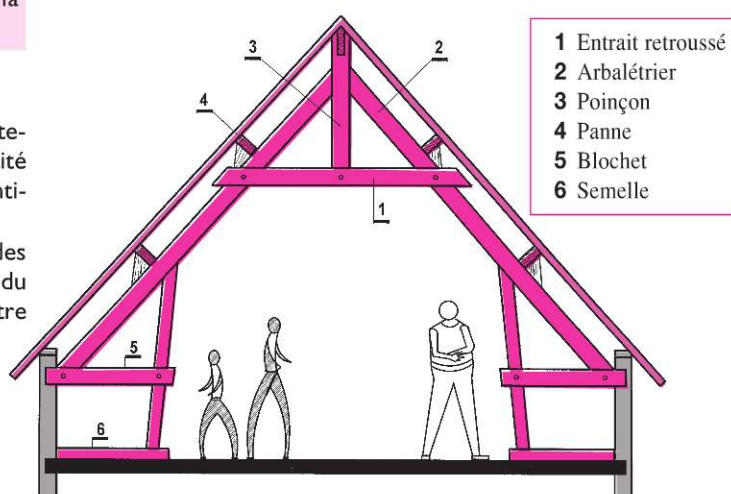


Figure 16 : plancher avec poutrelles précontraintes – 2^e cas

4.2. Éléments constitutifs

Les bois de charpente subissent un trempage comme traitement préventif comme, par exemple, le sapin du Nord, traité avec un fongicide, un insecticide, un anti-termite et un anti-bleu.

La section des éléments dépend de la pente du terrain, des conditions climatiques de la région (neige, vent), du poids du matériau de couverture, de l'espacement entre fermes, entre pannes et entre chevrons.

❑ **Espacements conseillés** :

- inférieurs ou égaux à 3,50 m pour l'entraxe des fermes,
- de 1,30 à 1,50 m pour l'entraxe des pannes,
- 0,50 m environ pour l'entraxe des chevrons.

❑ **Sections indicatives** :

- pannes intermédiaires, arbalétriers, entrain avec madriers jumelés : 80 mm × 205 mm;
- panne faîtière : 80 mm × 230 mm;
- poinçon en sapin (ou en chêne) : section carrée de 150 mm × 150 mm;
- contrefiche ou jambe de force : 80 mm × 120 mm ou 80 mm × 140 mm;
- semelle sur plancher : 80 mm × 205 mm, disposée à plat;
- blochets jumelés appuyés sur mur : 80 mm × 205 mm, disposés verticalement;
- jonction par entailles et boulonnage traversant;
- sablière pour fixer les chevrons au droit du mur extérieur : bastaing chanfreiné, 65 mm × 155 mm, ou planche de 32 mm × 105 mm.

4.3. Vue en perspective avec la terminologie

1 Panneau ou plaque sous rampant	7 Échantignole (cale de panne)
2 Contre-chevron	8 Blochet
3 Chevron	9 Arbalétrier
4 Panne faîtière	10 Sablière
5 Panne intermédiaire	11 Contrefiche
6 Entrain retroussé	12 Poinçon

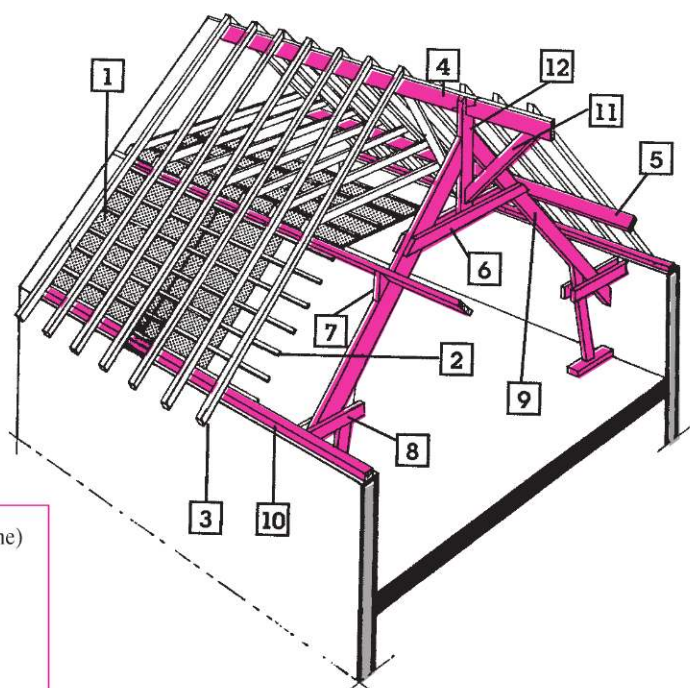


Figure 17 : terminologie (isolation thermique non représentée)

5. Charpente en combles habitables et isolation

Se reporter à la figure 18 ci-dessous.

1 – Couverture

Ardoises naturelles avec crochets galvanisés.

2 – Charpente traditionnelle

- Pannes + chevrons sur garage;
- ferme à entrain retourné + pannes + chevrons sur zone habitable;
- lucarne à croupes;
- écran d'étanchéité sous liteaux en sapin.

3 – Isolation

- Murs : panneaux isolants PSE 80 + 10 mm;

- plafonds : laine de verre d'épaisseur 260 mm;
- rampants : panneaux laine de verre 200 mm.

4 – Plancher haut du rez-de-chaussée

- Chaînage périphérique avec planelle en rive;
- poutrelles précontraintes + entrevous béton + dalle de compression;
- isolation acoustique par isolant mince + chape;
- revêtement : moquette dans les chambres et le dégagement, et carrelage dans pièces d'eau.

5 – Murs

- Blocs creux de béton et enduit monocouche teinté dans la masse;
- finition grattée.

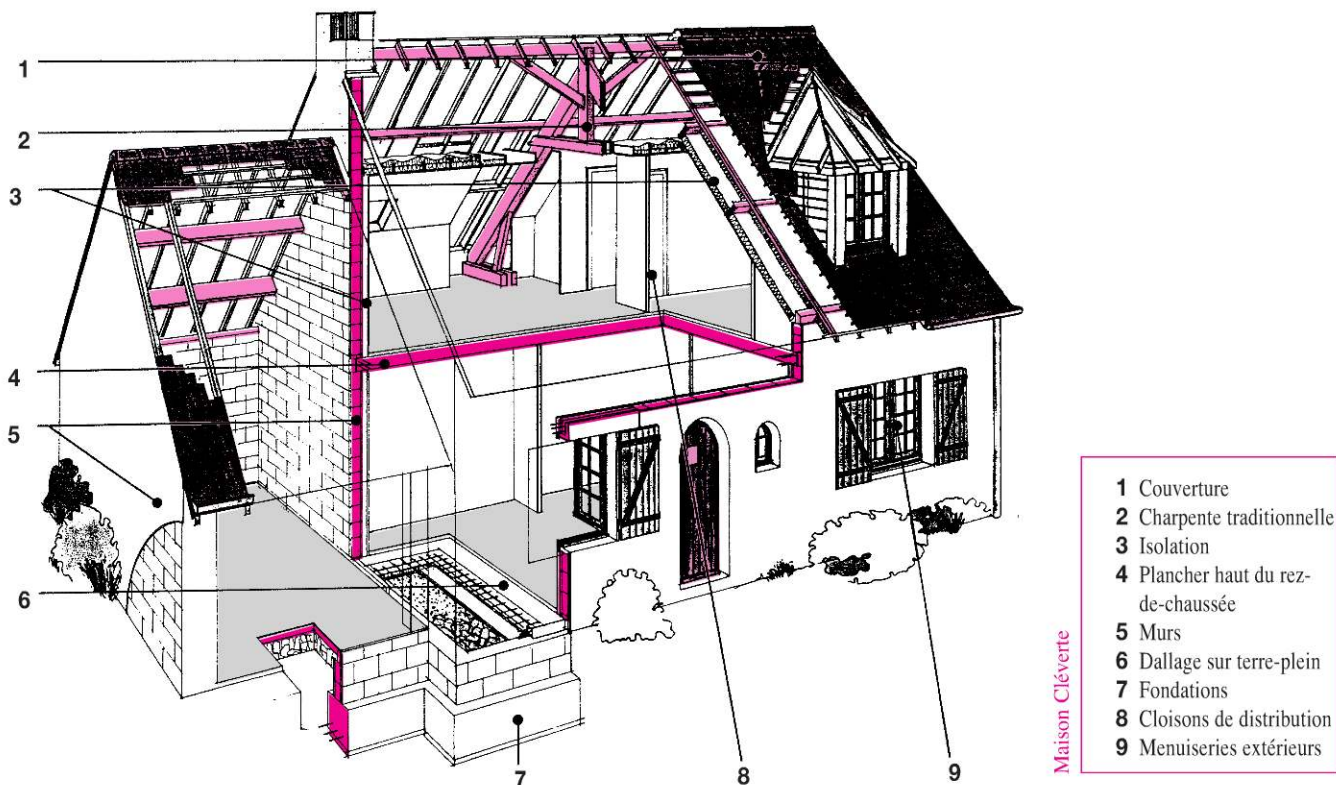


Figure 18 : combles habitables

❑ Déperditions de chaleur

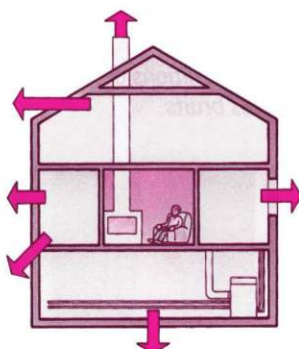


Figure 19 : cas d'une maison mal isolée

Les déperditions de chaleur

- Portes et fenêtres ≈ 13%
- Murs ≈ 16%
- Toits ≈ 30%
- Sols ≈ 16%
- Renouvellement d'air ≈ 20%
- Ponts thermiques ≈ 5%

❑ Isolation thermique

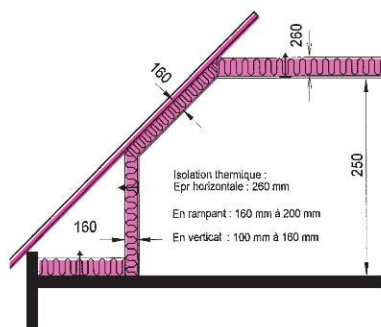


Figure 20 : matériaux isolants

C'est par les combles que s'échappe la plus grande quantité de chaleur (environ 30 %).

- Isolation thermique des combles en laine de verre :
- en rouleaux en partie horizontale,
 - en panneaux semi-rigides en vertical et en rampant.

❑ Isolation acoustique

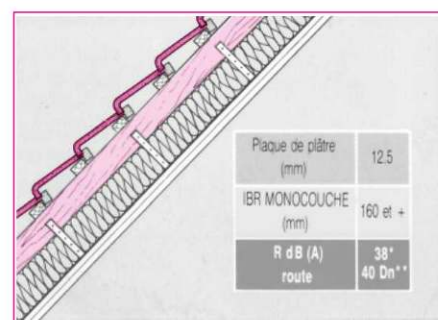


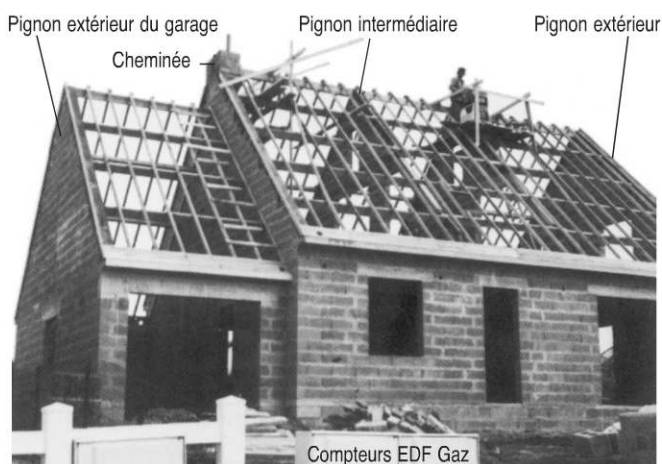
Figure 21 : isolants acoustiques

Aménager un comble, c'est le rendre confortable en se protégeant des nuisances acoustiques extérieures (bruits aériens, pluie, etc.). L'IBR Monocouche, par son pouvoir absorbant, supprime les résonances et assure l'affaiblissement acoustique suivant la réglementation en vigueur.

6. Pignons : réservations, rampants, souches



Vue n° 1 : toit à faible pente (tuiles)
Charpente : pannes + chevrons.



Vue n° 2 : toit à forte pente (tuiles ou ardoises)
Pignons pour porter les pannes. Sorties de souches.

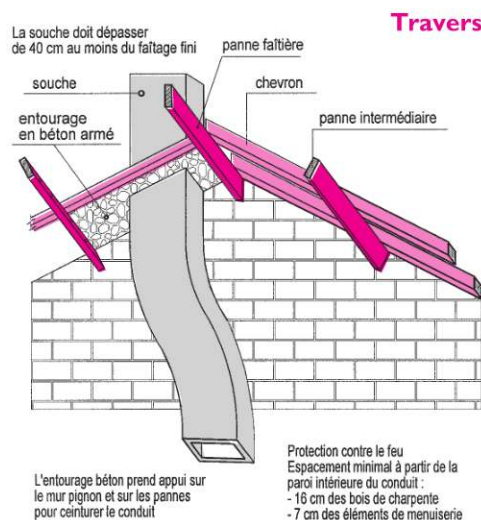


Figure 22 : traversée de toit par un conduit de cheminée

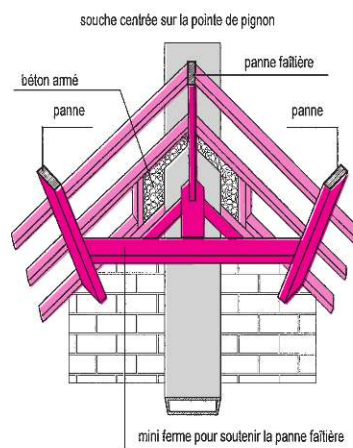


Figure 23 : ceinturage du conduit dans l'épaisseur du chevronsage

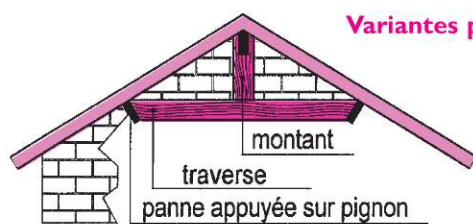


Figure 24 : montant sur une traverse

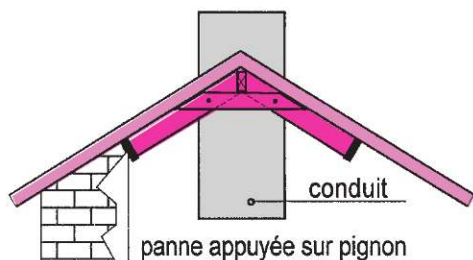


Figure 25 : deux contrefiches en butée sur les pannes

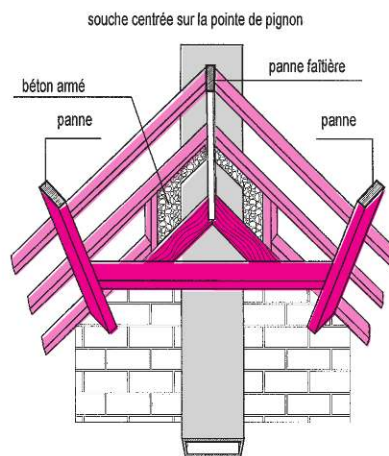


Figure 26 : un mini entrain et deux contrefiches

7. Réalisations diverses sur chantiers en construction



Vue n° 3 : pavillon à combles aménageables; charpente : pannes avec appuis sur pignons extérieurs et intermédiaires
Éclairage des combles : fenêtres en pignons extérieurs.



Vue n° 4 : charpente : pannes + chevrons
Lucarnes à croupes pour l'éclairage des combles.
Auvent sur piliers bois avec jambes de force en façade principale.



Vue n° 5 : détail d'une ferme porteuse de la charpente et du faux solivage pour le plafond
Toiture à faible pente (33 %). Combles perdus.



Vue n° 6 : charpente avec fermes à entrain retourné pour combles aménagés
Appuis des fermes sur les murs de façade et le plancher en béton armé.
Éclairage des combles : fenêtres en pignon + « vélux » éventuels.



Vue n° 7 : toiture à croupes avec fermes classiques porteuses des pannes et chevrons
À gauche, charpente avec pannes + chevrons et éclairage zénithal par vélux situé dans l'espacement de 2 pannes.

8. Fiche technique n° I : choix d'une panne de la charpente

► Hypothèses relatives aux valeurs du tableau

- Bois résineux de catégorie 2 (ST-II)
- Humidité du bois : 15 %
- Appuis libres de niveau (pas d'encastrement d'extrémités)
- Charge uniformément répartie q/m sur la longueur L de la panne ($Q = q.L$)
- Contrainte admise en flexion avec coefficient de sécurité : 9,5 MPa ou 95 daN/cm²
- Coefficient de réduction de contrainte en fonction des hauteurs > 15 cm suivant les règles de calcul et de conception des ouvrages en bois (art 3.23)
- La déformation ou flèche totale doit être < 1/300 de la portée.
- La flèche totale est égale à la somme de la flèche sous déformation instantanée et de celle due aux charges de longue durée qui varie aussi en fonction du taux d'humidité des bois.

► Formulaire

Charge sur la portée de panne	$Q = q.L$
Moment de flexion	$M = qL^2/8$ ou $M = Q.L/8$
Contrainte de flexion : Sigma	$\text{Sigma} = 0,75 Q.L/b.h^2$
Charge répartie sur la panne	$Q = \text{Sigma}.b.h^2/0.75 L$

► Exemple

- Portée de panne égale à 350 cm
- Section de panne : 7,5 cm x 20 cm
- Contrainte admissible prise : 95 daN/cm² en flexion
- Coefficient de réduction de contrainte : 0,93 pour $h = 20$ cm
- Charge répartie totale sur la longueur de la panne :
- $Q = 95 \times 0,93 \times 7,5 \times 20 \times 20 / 0,75 / 350 = 1010$ daN soit > 1 tonne
- Le tableau donne directement cette valeur et inversement pour une portée donnée et une charge donnée ; il indique la section de panne à choisir (condition de flèche exclue).

► Choix d'une panne

Exemple :

- Portée d'une panne entre appuis : 300 cm
- Espacement entre axes de pannes : 150 cm
- Pente du toit : 18° ou 32,5 cm par mètre
- Charge par mètre de panne (tuiles, liteaux, chevrons, poids propre de la panne, charge de neige suivant région) : 150 daN/m
- Charge par panne : 150 daN/m \times 3,00 m = 450 daN
- Section de panne : une section de 7,5 \times 15 cm est suffisante pour ce cas de charge permanente + neige
- Pour la même portée, une section de 7,5 \times 20 cm peut supporter 1178 daN

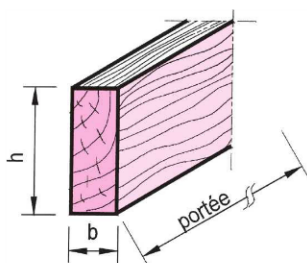


Fig. 27 : Notations de la panne

Tableau des portées, sections de pannes et charge admise en flexion simple

Portée (cm)	Section B (cm) x h (cm)	Charge / panne (daN)	Portée (cm)	Section B (cm) x h (cm)	Charge / panne (daN)
200	7,5 x 15	1069	350	7,5 x 15	611
-	7,5 x 17,5	1397	-	7,5 x 17,5	798
-	7,5 x 20	1767	-	7,5 x 20	1010
-	7,5 x 22,5	2164	-	7,5 x 22,5	1237
-	7,5 x 25	2523	-	7,5 x 25	1442
225	7,5 x 15	950	375	7,5 x 15	570
-	7,5 x 17,5	1241	-	7,5 x 17,5	745
-	7,5 x 20	1571	-	7,5 x 20	942
-	7,5 x 22,5	1924	-	7,5 x 22,5	1154
-	7,5 x 25	2243	-	7,5 x 25	1346
250	7,5 x 15	855	400	7,5 x 15	534
-	7,5 x 17,5	1117	-	7,5 x 17,5	698
-	7,5 x 20	1414	-	7,5 x 20	884
-	7,5 x 22,5	1731	-	7,5 x 22,5	1082
-	7,5 x 25	2019	-	7,5 x 25	1262
275	7,5 x 15	777	425	7,5 x 15	503
-	7,5 x 17,5	1016	-	7,5 x 17,5	657
-	7,5 x 20	1285	-	7,5 x 20	832
-	7,5 x 22,5	1574	-	7,5 x 22,5	1018
-	7,5 x 25	1835	-	7,5 x 25	1188
300	7,5 x 15	713	450	7,5 x 15	785
-	7,5 x 17,5	931	-	7,5 x 22,5	962
-	7,5 x 20	1178	-	7,5 x 25	1122
-	7,5 x 22,5	1443	475	7,5 x 15	744
-	7,5 x 25	1682	-	7,5 x 22,5	911
325	7,5 x 15	658	-	7,5 x 25	1063
-	7,5 x 17,5	859	500	7,5 x 15	707
-	7,5 x 20	1087	-	7,5 x 22,5	866
-	7,5 x 22,5	1332	-	7,5 x 25	1009
-	7,5 x 25	1553			

9. Fiche technique n° 2 : effets de la neige sur les toitures

(Extraits du règlement Neige et vent)

Les charges normales (p_{no}) et extrêmes (p'_{no}) uniformément réparties dues à la neige ont les valeurs, en projection horizontale, du tableau ci-dessous, jusqu'à 200 m d'altitude.

► Tableau des charges de neige sur le sol

Unité en daN/m ²	Zones					
	1A	1B	2A	2B	3	4
Charge normale p_{no}	35	35	45	45	55	80
Charge extrême p'_{no}	60	60	75	75	90	130
Charge accidentelle		80	80	108	108	144

► Influence de l'altitude

Au-delà de 200 m, les charges sont majorées suivant les tranches : de 200 à 500 m ; de 500 à 1 500 m et de 1 500 à 2 000 m.

Construction

Altitude A	Charge normale en daN/m ²	Charge extrême en daN/m ²
200 m " A " 500 m	$p_{no} + (A-200)/10$	$p'_{no} + (A-200)/6$
Exemple : zone 2A, dépt. n°70, altitude 300 m Charge normale : $45 + (300-200)/10 = 55$ daN/m ²		

► Influence de la pente des versants

Les charges de neige sont réduites de 2 % par degré d'inclinaison pour toute toiture dont la pente dépasse 25° lorsque rien ne s'oppose au glissement de la neige sur le versant considéré.

Exemple : cas précédent avec pente de 40°

Réduction : $2 \% \times (40 - 25) = 30 \%$

Charge à compter : $55 \times 0,70 = 38,5$ daN/m²

► Charges accidentelles

Elles sont prises en compte si la forme du toit favorise l'accumulation de la neige par endroits (cas des sheds).

► Modalité de calcul des charpentes

On doit envisager dans les calculs une charge normale et une charge extrême de direction normale au sol.

La France métropolitaine est divisée en zones définies par la carte fig. 28.

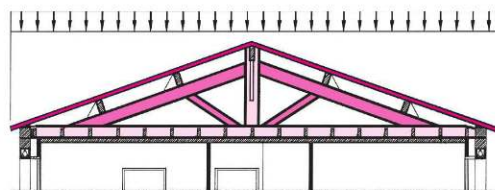


Fig. 29 : Charge de neige

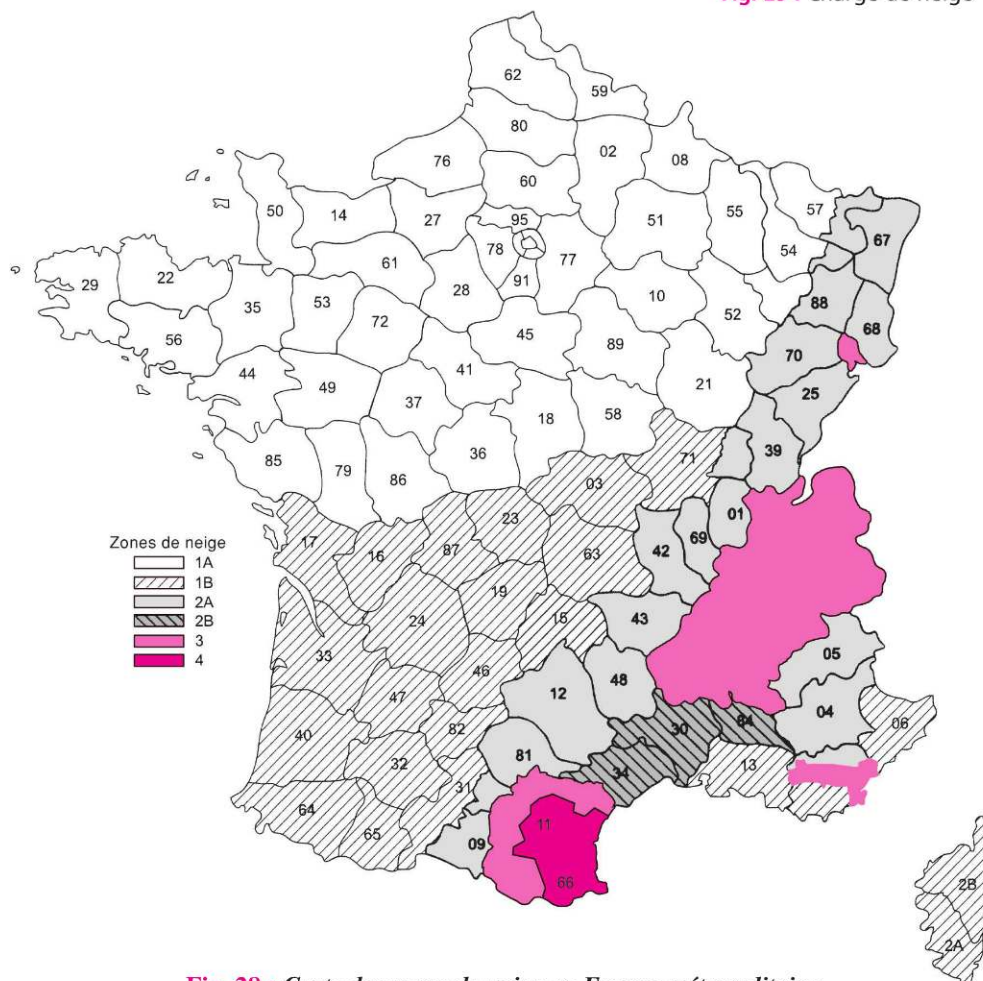


Fig. 28 : Carte des zones de neige en France métropolitaine

10. Fiche technique n° 3 : caissons chevronnés et mise en œuvre

► Destination

Éléments porteurs de la couverture de type caissons chevronnés : chevrons associés à un panneau lignocellulosique + couche isolante entre chevrons.

► Appuis des caissons

Charpente constituée de pannes en bois massif ou en lamellé-collé (LC), appuyées sur des pignons maçonnés ou des fermes classiques.

► Couvertures supportées

Ardoises naturelles ou avec fibres, tuiles de terre cuite à glissement et à emboîtement, tuiles canal, etc.

► Désignation commerciale

Exemple : **100/120** signifie épaisseur d'isolant de 100 mm / chevrons de hauteur 120 mm.

► Composants

- Chevrons en bois résineux de classe II, traités insecticide et fongicide.
- Panneau de particules de type CBT-H d'épaisseur 12 mm.
- Couche isolante en polyuréthane (PUR), moussée en usine sur les panneaux et entre les chevrons. Épaisseur suivant caissons entre 65 et 140 mm. Une lame d'air de 20 mm subsiste entre dessus de chevrons et surface de l'isolant.

► Fixation des caissons

Moyens utilisés

- pointes torsadées de diamètre 6 mm ;
- crochets spéciaux en forme de L inversé, positionnés aux flancs des chevrons et se fixer dans les pannes ou la sablière.

Conditions

- La longueur minimale d'enfoncement dans les appuis (pannes faîtières ou intermédiaires, sablières) est de 60 mm.
- Chaque caisson est au moins fixé par 4 pointes ou crochets au droit de chaque panne.
- En rive latérale ou en butée, un jeu de 5 mm est réservé et garni ensuite par de la mousse isolante.

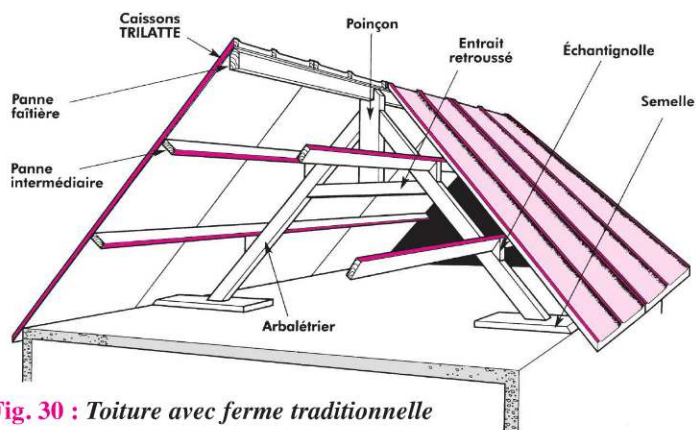
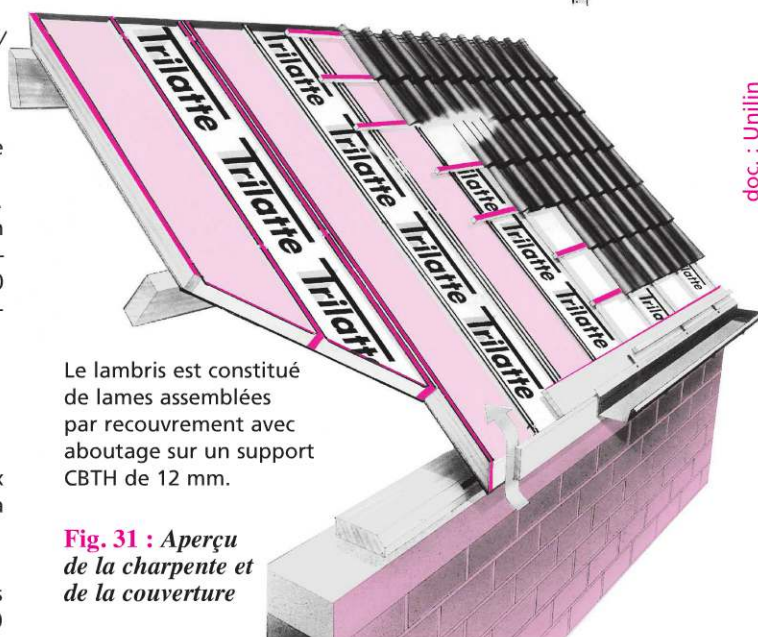


Fig. 30 : Toiture avec ferme traditionnelle



Le lambris est constitué de lames assemblées par recouvrement avec aboutage sur un support CBTH de 12 mm.

Fig. 31 : Aperçu de la charpente et de la couverture

Trilambris (largeur lames 102,5 mm)

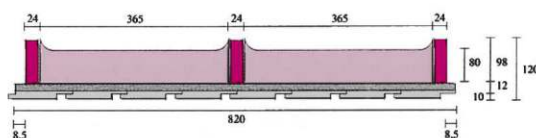


Fig. 32 : Coupe sur un caisson chevronné

Caractéristiques dimensionnelles					
• Types	65/85	80/100	100/120	120/145	140/170
Épaisseur totale (mm)	110	124	145	170	195
Épaisseur de la mousse (mm)	65	80	100	120	140
Section des chevrons (mm)	21 x 85	24 x 98	24 x 120	24 x 145	24 x 170
Épaisseur du panneau (mm)	12 + 13	12 + 13	12 + 13	12 + 13	12 + 13
Poids (kg/m ²)	22,5	23,4	24,7	26,2	27,4
Largeur (cm)	82	82	82	82	82
Longueur (cm)	de 170 à 800 maximum				
Entraxes des supports					
• Charges	Distance d'axe en axe des appuis en cm				
100 kg/m ²	260	290	310	330	360
150 kg/m ²	210	235	275	295	325
200 kg/m ²	185	205	240	270	300
Caractéristiques d'isolation thermique					
• Résistance thermique R en m ² .K/W hors chevrons	2,36	2,89	3,61	4,32	5,03

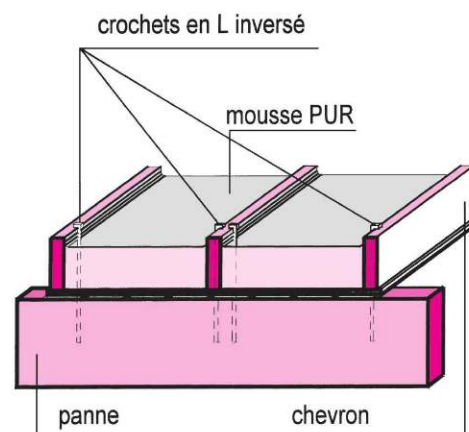


Fig. 33 : Détail de fixation sur panne

II. Détails : faîtages, rives d'égout, conduit de fumée

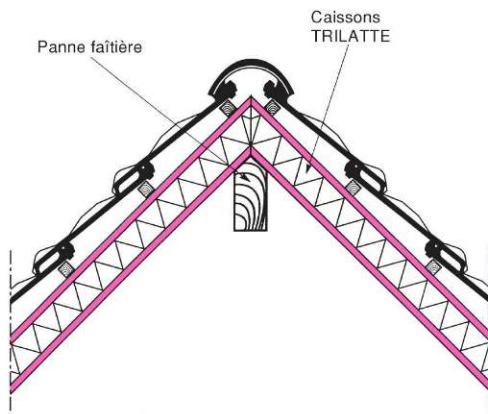


Fig. 34 : Détail de faîtage avec faîtières scellées

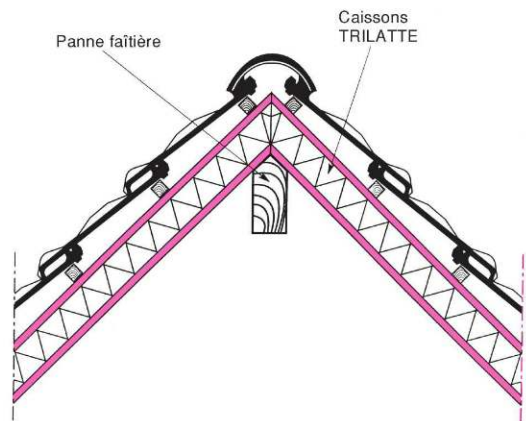


Fig. 37 : Détail de faîtage avec étanchéité par closoir

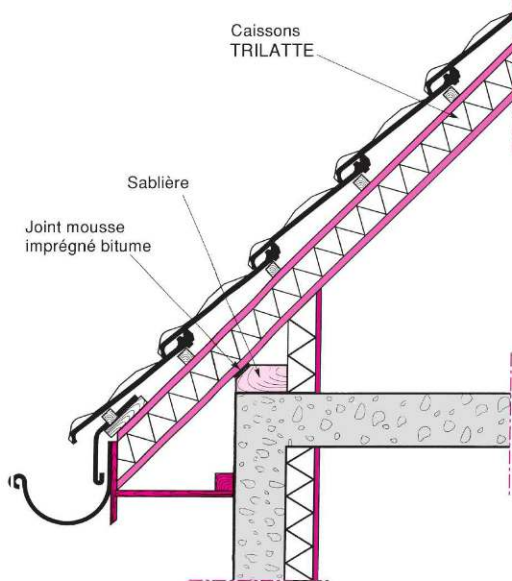


Fig. 35 : Détail de l'égout avec débord et habillage horizontal

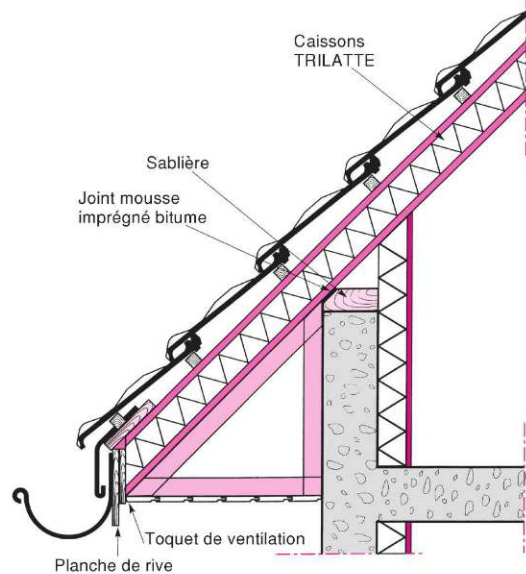


Fig. 38 : Détail de l'égout avec lambris en habillage horizontal

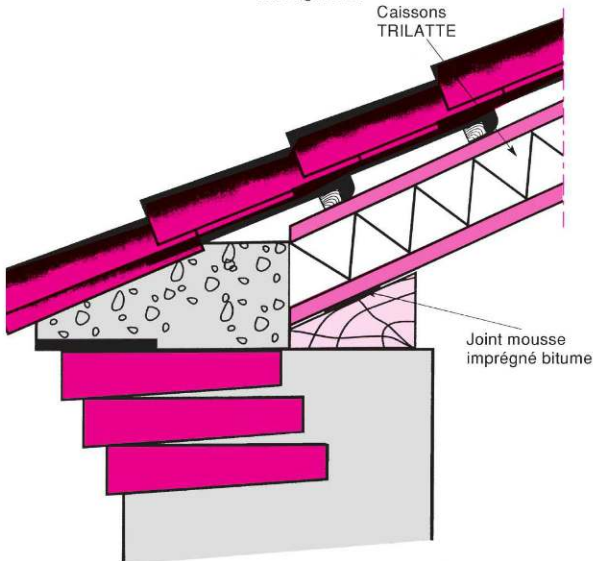


Fig. 36 : Détail de l'égout dans le cas d'une génoise

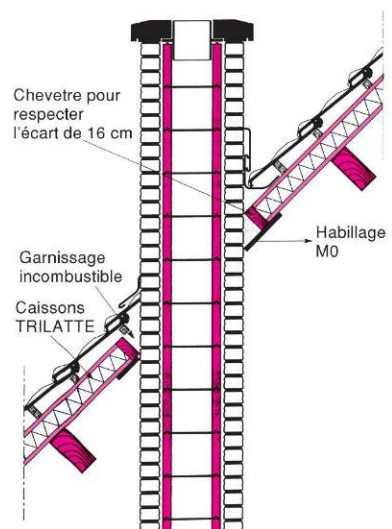


Fig. 39 : Détail de traversée de toit par un conduit de fumée

12. Recommandations et règles professionnelles

Le projet de construction

Chaque constructeur est tenu de prendre en compte pour le dossier de plans et le descriptif des ouvrages :

- l'architecture régionale et le plan local d'urbanisme sensible aux aspects, aux pentes, aux types de tuiles (plates, canal, à emboîtement, etc.) ;
- la zone de construction en France métropolitaine (zone 1, 2 ou zone 3 définies ci-dessous) ainsi que la situation locale (protégée, normale ou exposée) dans la zone considérée ;
- la conception de la maison à simple rez-de-chaussée ou en étage partiel et de son implantation en rectangle, en L, en U, en V, à toits décalés en hauteur, etc. La présence d'ouvertures ou de fenêtres de toit influence les volumes et lignes du toit et les solutions prises pour les lucarnes ;
- la pente minimale ou maximale prescrite selon le matériau de couverture (tuile et son type ou ardoise) et le règlement local d'urbanisme ou le règlement du lotissement ;
- la géométrie de la toiture à deux ou plusieurs versants ;
- la présence ou non d'un écran étanche sous toiture.

Il sert contre les risques de pénétration de neige poudreuse et de l'eau de pluie sous l'effet du vent.

Il influence la pente minimale requise suivant le choix de la tuile mécanique :

- à petit moule ou à grand moule ;
- à double emboîtement et double recouvrement ;
- à emboîtement longitudinal et glissement, faiblement ou fortement galbée, etc. ;
- à grand moule d'aspect plat ou à côte ;
- la réalisation d'une isolation thermique éventuelle sous rampant.

Localisation : combles habitables, par exemple.

Zones d'application et situations

► Zones climatiques

La France est divisée en trois zones climatiques qui prennent en compte la concomitance vent-pluie.

Ces zones ne sont pas à confondre avec celles déterminées dans le règlement définissant les effets de la neige et du vent sur les constructions.

Zones	Caractéristiques
1	<ul style="list-style-type: none"> • Tout l'intérieur du pays ainsi que la côte méditerranéenne, pour les altitudes en dessous de 200 m
2	<ul style="list-style-type: none"> • Côte atlantique sur 20 km de profondeur, de Lorient à la frontière espagnole • Bande située entre 20 et 40 km, de Lorient à la frontière belge • Altitudes comprises entre 200 m et 500 m
3	<ul style="list-style-type: none"> • Côtes de l'Atlantique, de la Manche et de la mer du Nord sur une profondeur de 20 km de Lorient à la frontière belge • Altitudes supérieures à 500 m

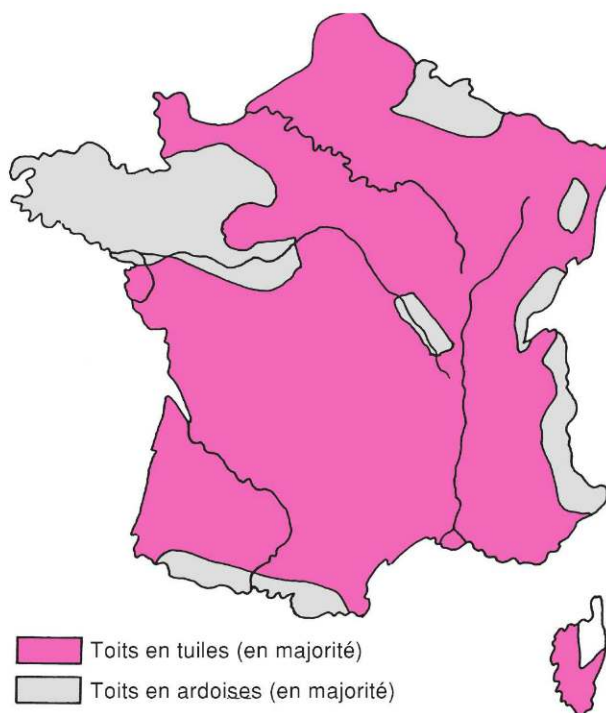


Fig. 40 : Utilisation des matériaux prédominants des toits

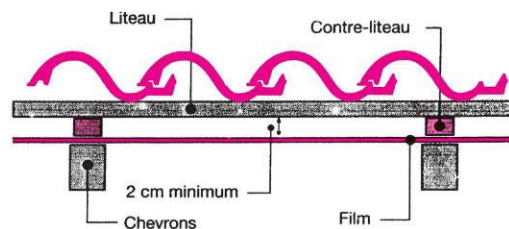


Fig. 41 : Écran étanche sous-toiture avec ventilation sous les tuiles par lame d'air d'épaisseur minimale de 2

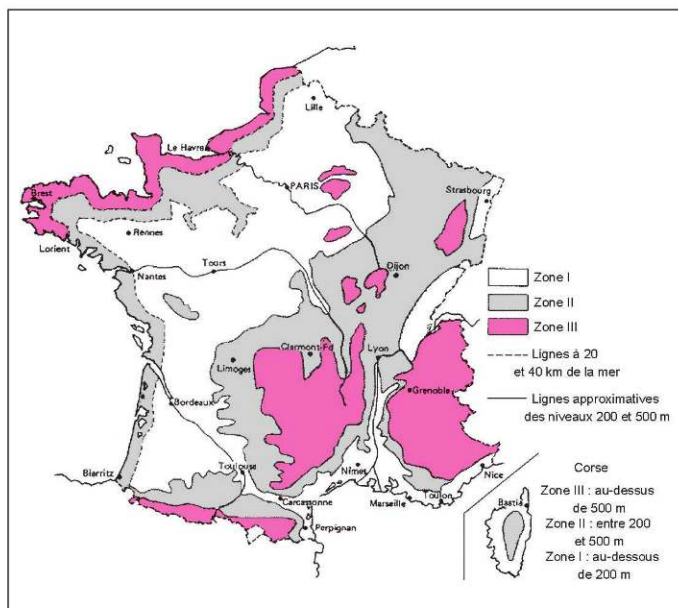


Fig. 42 : Zones établies sur la base des concomitances vent-pluie

► Situation en fonction du site

Aux zones précédentes, il convient de superposer les effets résultant de la situation locale.

Elle sert à fixer des pentes minimales et des conditions contre le soulèvement du matériau de couverture utilisé (modèle de tuile ou ardoise).

• Situation protégée

Fond de cuvette entourée de collines sur tout son pourtour et ainsi protégée de toutes les directions du vent.

• Situation normale

Plaine ou plateau pouvant présenter de faibles dénivellations ou ondulations.

Charpente et couverture associée : choix des pentes

► Pentes minimales des toits avec tuiles à emboîtement

Les pentes du tableau sont données en cm/m (Source Terreal).

Zones d'application (*)	Situations	Petits moules d'aspect plat (1)	Petits moules à côte (2)	Grands moules d'aspect plat (3)	Grands moules à côte (4)	Catégorie B avec constat de traditionnalité faible pente (NF P 31-202) Pentes suivant longueur L_h en projection horizontale du rampant (5)		
						$L_h < 6,50$ m	$6,50 < L_h < 9,50$ m	$9,50 < L_h < 12$ m
Zone 1	Protégée	55	40	45	35	22	26	27
	Normale	60	50	50	40	25	28	32
	Exposée	80	70	65	60	33	35	42
Zone 2	Protégée	60	50	50	35	24	28	30
	Normale	70	60	55	50	27	32	33
	Exposée	90	80	75	70	37	39	45
Zone 3	Protégée	70	60	55	50	27	30	35
	Normale	80	70	65	60	30	36	40
	Exposée	100	90	85	80	40	43	50

(*) Toiture sans écran souple disposé tendu sur les chevrons et fixé par contre-latte clouée sur les chevrons

(1) Type de tuile : Giverny Lambert

(2) Côte Fleurie Lambert

(3) La Gauloise de TBF

(4) DC 12 - Vallon - Méridionale - Méridiane - Côtes de Nuits - Losangée et tuiles - Montchanin - Jura - La Flamande - Mercurey - Résidence - Renaissance

(5) Romane-Canal - Romane - DC 10 - Romanée - Santenay - Côte de Beaune

Ce classement de type de produits est important au moment de la lecture du descriptif et pour fixer la pente minimale admise pour réaliser les charpentes

En cas de litige d'étanchéité, les experts des compagnies d'assurance exploitent ces données

• Situation exposée

- le littoral sur une profondeur de 5 km au voisinage de la mer ;
- le sommet des falaises ;
- les estuaires encaissés ;
- les vallées étroites où s'engouffre le vent ;
- les montagnes isolées et élevées et certains cols.

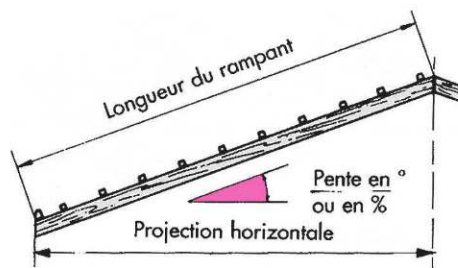


Fig. 43 : Pentes en degrés ou en pourcentage

► Couverture en ardoises : pentes des toits et recouvrement minimal

Extrait du tableau des valeurs de recouvrement minimal suivant la pente

Valeur du recouvrement minimal en cm pour une pose au crochet galvanisé

Pente en %	Zone 1		Zone 2		Zone 3	
	$L_h < 5,5$	$5,5 < L_h < 11$	$L_h < 5,5$	$5,5 < L_h < 11$	$L_h < 5,5$	$5,5 < L_h < 11$
40	11,5	12,5	13	14	14,5	15,3
50	10,5	11	11,5	12,5	13	13,5
60	9,5	10	10,5	11	11,5	12
70	9	9,5	9,5	10	10,5	11
80	8	9	9	9,5	10	10,5
90	8	8,5	8,5	9	9,5	10
100	7,5	8	8	8,5	9	9,5

(*) Projection horizontale du rampant (m) : L_h

Exemple : Toiture à réaliser à Angers (dépt : 49), zone 1 ; projection horizontale de rampant 6 m.

Une pente à 90 % ou 42° nécessite un recouvrement d'au moins 8,5 cm.

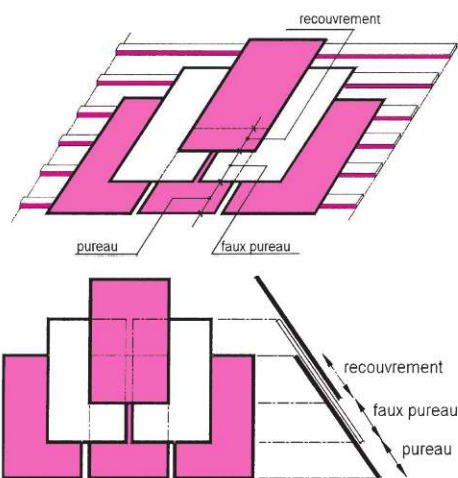


Fig. 44 et 45 : Notion de pureau et de recouvrement

13. Technique d'assemblage des pannes sur les arbalétriers

Appuis des pannes par utilisation de sabots ou étriers métalliques galvanisés de dimensions et capacités portantes requises.

Condition : la hauteur de l'étrier doit être égale aux 3/4 de la hauteur du bois porteur.

Avantage :

- gain de hauteur dans les combles ;
- rapidité et facilité de fixation par tire-fond zingués.

Vue 8 : Ferme à entrain retroussé

- ① Arbalétrier
- ② Contrefiche
- ③ Entrain
- ④ Lien
- ⑤ Jambe de force
- ⑥ Panne faitière
- ⑦ Panne intermédiaire
- ⑧ Poinçon
- ⑨ Chevron
- ⑩ Sablière
- ⑪ Sabot métal
- ⑫ Lieau

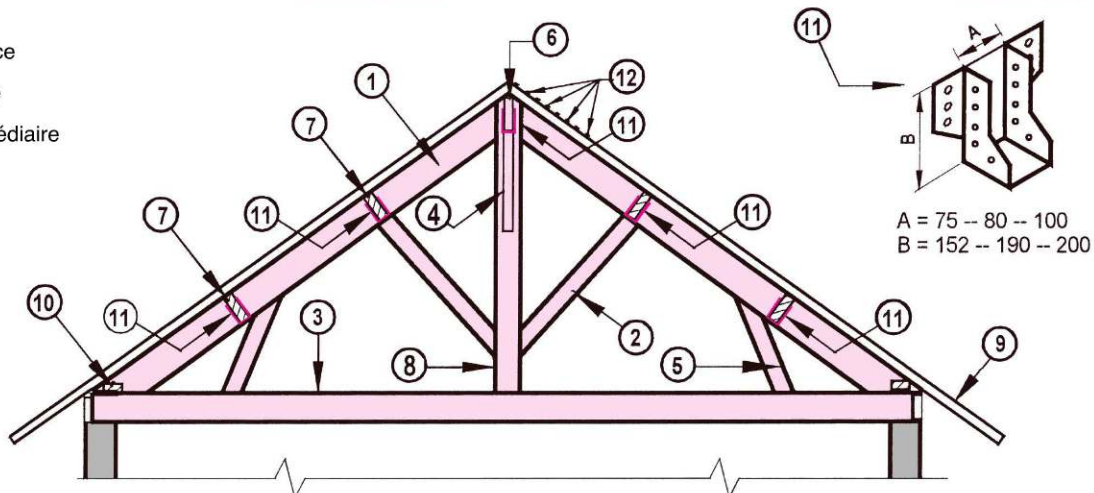
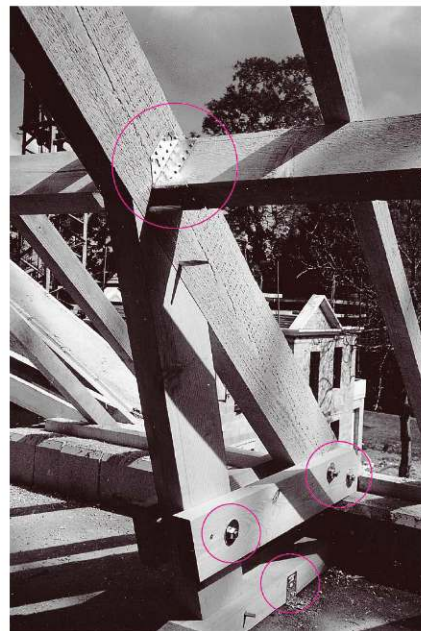


Fig. 46 : Ferme de charpente classique avec pannes positionnées par des sabots fixés sur les arbalétriers



Vue 9 : Fixation des pannes sur l'arbalétrier par sabots



Vue 10 : Détails d'assemblages (sabots pour les pannes et boulonnage blochet-jambe de force)

14. Fiche technique n° 4 : sabots de pannes, étriers

► Sabots à ailes extérieures

Descriptif

- Sabot métallique d'assemblage à ailes extérieures.
- Matière : acier galvanisé.
- Épaisseur : existe en 1,5 ; 2 ; 3 mm.
- Fixations : pointes crantées \varnothing 4 mm, boulons, tire-fond, chevilles techniques.
- Dimensions et charges admises en vue de leur utilisation en fonction des sections des bois et des charges à reprendre.

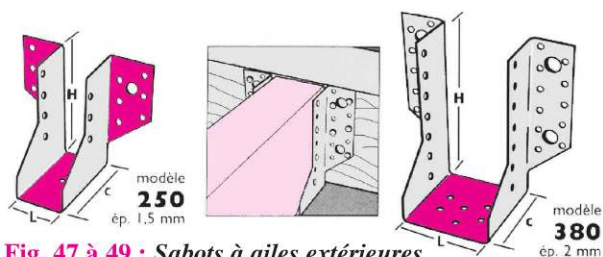


Fig. 47 à 49 : Sabots à ailes extérieures

Caractéristiques pour sabots de 2 mm d'épaisseur

Type	L	Sabots de 2 mm d'épaisseur, dimensions H, L et C = 84 mm										Fixations			Charge admise (daN)	
		38	50	60	64	70	76	80	100	120	140	Boulons ailes	Pointes crantées ailes	Pointes crantées flancs	Mini. desc.	Mini. asc.
200	Hauteurs H	81										2 \varnothing 10	8	5	590	490
250		106	100	95	93	90	87					2 \varnothing 10	12	7	630	630
300		131	125	120	118	115	112	110	100			4 \varnothing 12	18	10	630	630
340		-	145	140	138	135	132	130	120			4 \varnothing 12	22	12	820	820
380					158	155	152	150	140	130		4 \varnothing 12	22	12	1480	1480
440							182	180	170	160		4 \varnothing 12	28	15	1750	1750
500								210	200	190	180	6 \varnothing 12	34	18	1840	1840

► Sabots de 3 mm d'épaisseur à ailes extérieures (SAE)

Types et caractéristiques (fig. 50, 51, 53)

- Hauteurs H : 220 à 340 mm.
- Largeurs L : 100 à 160 mm.
- Profondeur C : 80 et 110 mm.
- Charges descendantes admises > 2000 daN.

► Sabots à ailes intérieures (SAI)

Ils sont surtout utilisés pour la fixation des solives, de fermettes, de lisses ou de traverses sur poteaux de porche d'entrée ou autre (fig. 52 et 54).

- Épaisseur de l'acier galvanisé : 2 mm.
- Hauteurs H de 68 mm à 190 mm.
- Largeurs L de 64 mm à 120 mm.
- Fixations par pointes crantées de \varnothing 4 mm.

► Étriers à âme intérieure invisible (fig. 55)

Conditions de leur utilisation

- Bois de qualité de masse volumique > 450 kg/m³.
- Bois stabilisé à l'humidité.
- Hauteur minimale de la pièce assemblée en fonction du diamètre de la broche, de la distance au bord du perçage.

Caractéristiques

- Épaisseur d'acier galvanisé : 3,5 mm.
- Hauteurs A de 96 à 254 mm.
- Profondeur C de 100 mm.
- Charges jusqu'à 1500 daN.

► Sabots à bretelles (fig. 56 et 57)

Ils sont avec des bretelles de plus de 300 mm et utilisables soit par :

- Montage à plat à l'identique des sabots SAE.
- Montage plié ou retourné sur la pièce porteuse.

Exemple de dimensions en mm :

A = 75 ; B = 315 ; C = 50 et charge admise 500 daN

► Étriers pour croupe ainsi que des sabots cantilevers complètent la gamme d'accessoires métalliques pour les assemblages en bois de charpente (fig. 58 à 60).

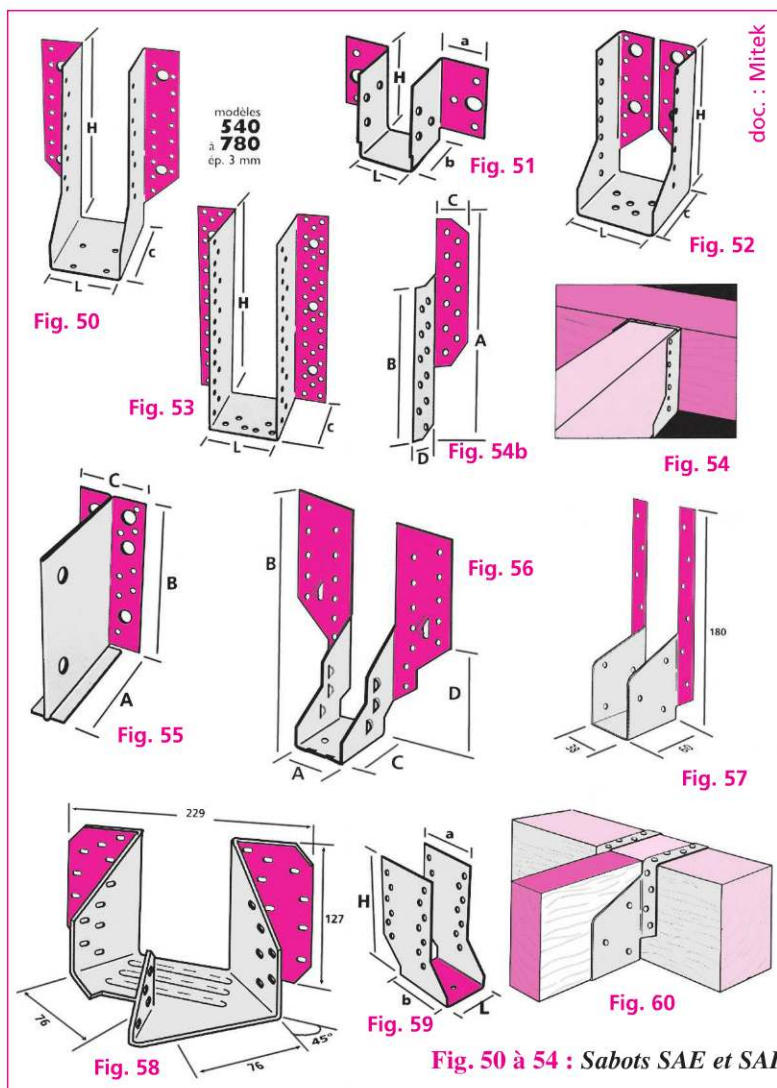


Fig. 50 à 54 : Sabots SAE et SAI

15. Composants de charpente et dispositions constructives

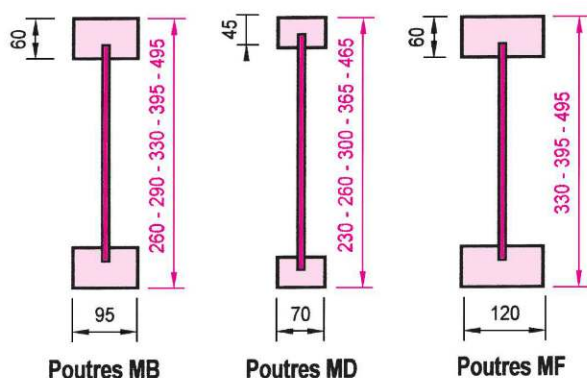


Fig. 61 : Coupes transversales « mégapoutre »

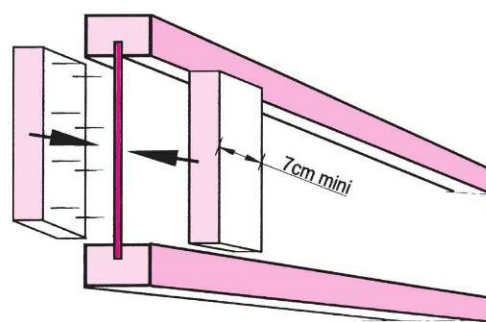


Fig. 65 : Renforts d'appui, latéraux à l'âme, fixés par clouage

Profondeur d'appui de la panne :
5 cm mini

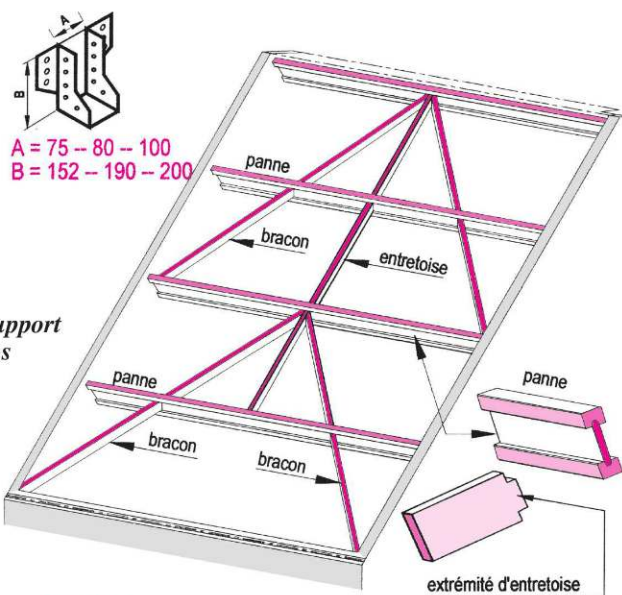


Fig. 62 :
Sabots support
de pannes

Fig. 63 : Principe de disposition
des bracons et entretoises

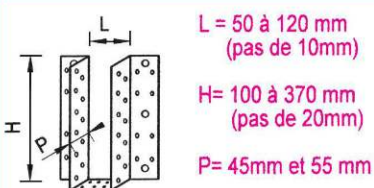


Fig. 66 : Sabot à ailes extérieures

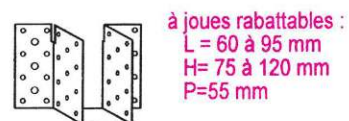


Fig. 67 : Sabot pour poutre en I

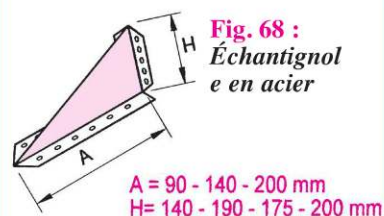


Fig. 68 :
Échantignolle
en acier

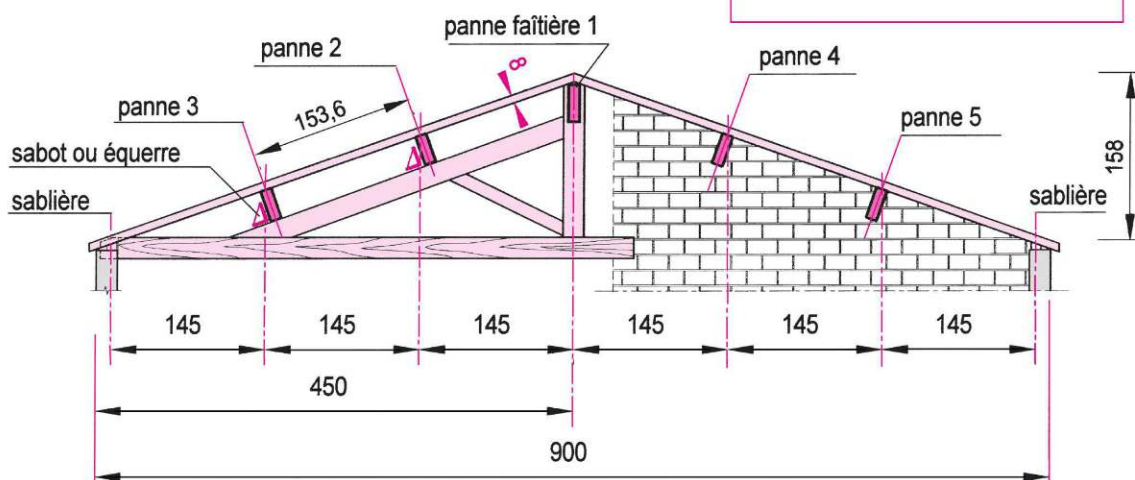


Fig. 64 : Appui des pannes sur la demi-ferme et le demi-pignon maçonné

16. Conception de la charpente

Elle utilise la structure porteuse des murs pignons en maçonnerie de blocs de 20 cm d'épaisseur.

Deux demi-fermes complètent les appuis intermédiaires.

Les pannes sont disposées en ligne avec les portées indiquées sur la **figure 69**.

Les composants pour pannes sont précisés dans les variantes (cf. page 8).

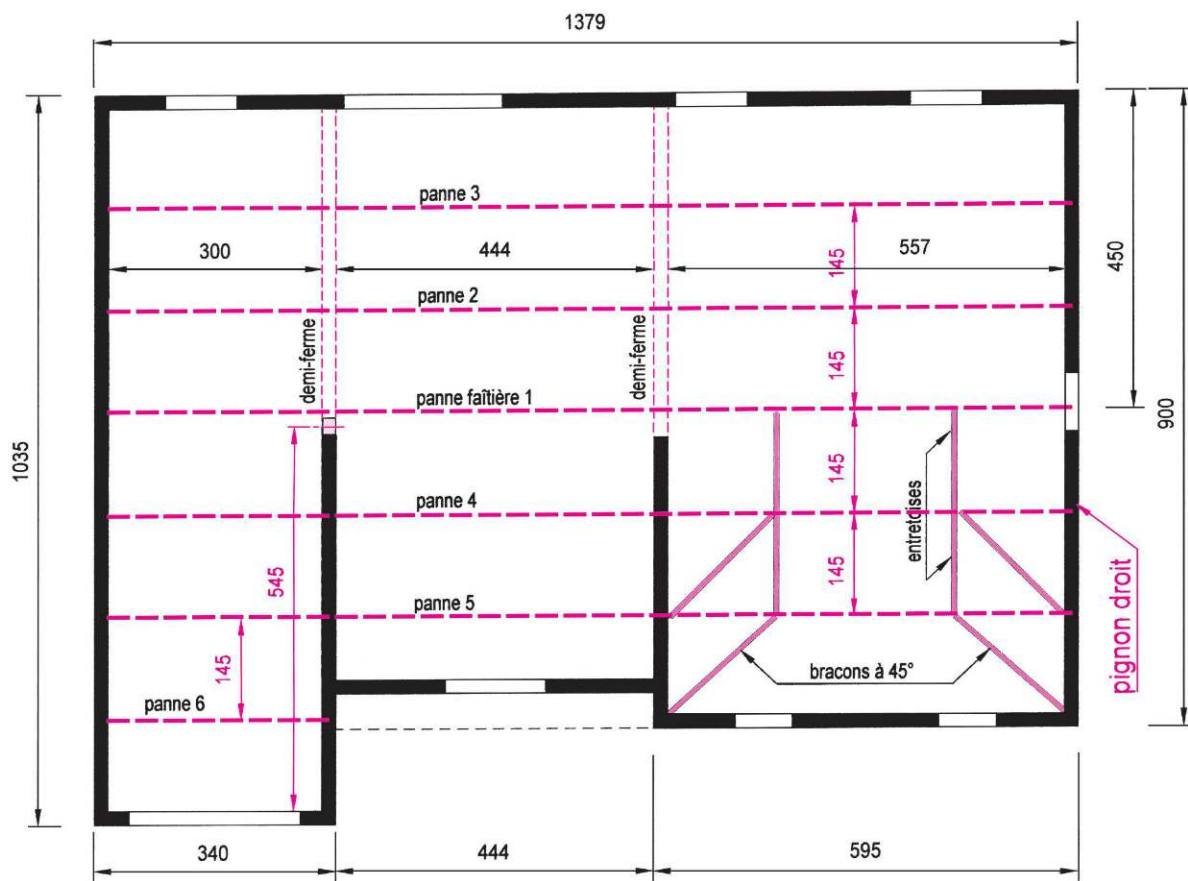


Fig. 69 : Disposition des éléments de la charpente à deux versants

- Répartition et implantation des pannes
- Position des bracons et des entretoises sur un versant (symétrie sur l'autre)

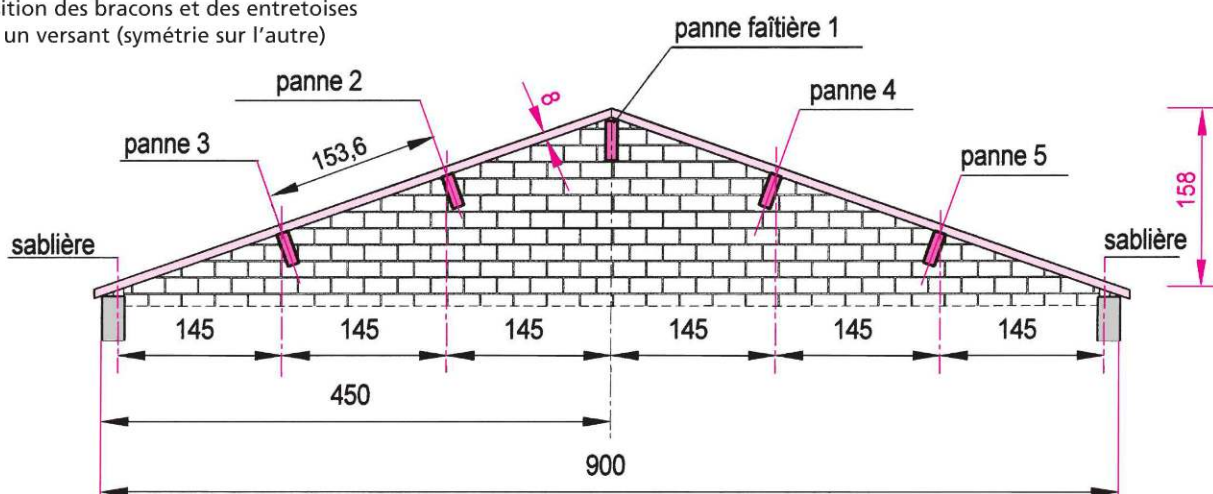


Fig. 70 : Position des pannes appuyées sur le pignon droit en maçonnerie de blocs

17. Recherche du type de charpente pour un projet

► Choix nécessaire au départ de la conception du projet

La charpente fait l'objet d'une décision de choix pour chaque projet suivant ses caractéristiques : le lieu et l'environnement, l'implantation en rectangle, en L en V, les cotes en plan et en altitude, les options personnelles, le critère économique, l'enveloppe financière globale, etc.

Le type de charpente est associé techniquement à celui de la structure porteuse. La charpente peut s'appuyer sur les murs de façade pour les fermes ou les fermettes, les pignons extérieurs ou intermédiaires pour porter les pannes, les poutres ou les poteaux qui font partie de l'ossature.

Les charges de la toiture cheminent par le circuit porteur des murs ou poteaux jusqu'aux fondations.

Le maître d'œuvre prévoit d'emblée la structure nécessaire : fondations, murs, planchers, toiture, en tenant compte aussi de la distribution des locaux tant en rez-de-chaussée qu'en étage. La toiture n'est pas traitée de façon séparée mais imbriquée dans le contexte constructif pour envisager des solutions, les comparer, les évaluer rapidement au plan technique et financier, choisir la plus adaptée et préciser la mise en œuvre.

Exemples

- **L'utilisation du bois résineux massif** (sapin du Nord), en pannes de 75×200 mm, est tributaire de portées limites courantes de 4 à 5 m suivant la catégorie et les caractéristiques du bois.
Les appuis d'extrémités peuvent nécessiter des murs de refend à prévoir et des fondations.
- **La distribution des locaux en étage** peut s'organiser en fonction de l'implantation de fermes traditionnelles à entrain retourné et de leurs appuis sur le plancher haut du rez-de-chaussée ainsi que de la trémie d'escalier.
- **Les diverses contraintes de conception** soit du côté technique (pentes, charges, espacements, portées, présence d'une trémie, passage d'un conduit, etc.) ou du côté utilisateur pour les locaux (emplacement, distribution, préférences d'implantation) qui conduisent à un choix.
- **Le mode d'éclairage naturel des combles**

Il peut se prévoir soit par :

- des lucarnes à fronton ou à croupes qui donnent du relief au toit ;
- des fenêtres de toit avec incidence sur le chevronnage ou les fermettes doublées ;
- des baies vitrées dans le cas de pointes de pignons extérieurs.

► Le critère économique

- Il prévaut dans tous les cas à condition de bien cerner les sous-détails de prix relatifs à la main-d'œuvre et aux matériaux qui peuvent être variables pour les temps élémentaires d'exécution propres à chaque entreprise. Un prix unitaire en bordereau n'est jamais significatif car il s'applique sans discernement du chantier à traiter.
- L'entreprise est tenue d'évaluer son prix de vente dans les devis avant de connaître avec précision son prix de revient.
- La conception d'une charpente avec gain de surface habitable de combles par exemple constitue un autre critère pour faire le choix.



Fig. 71 : Vue aérienne d'une construction avec

La charpente : un problème et des solutions

La charpente dépend de la structure de l'ensemble :

- les murs pignons extérieurs ;
- le plancher pour l'appui de fermettes ;
- les trémies d'escalier et de conduit de cheminée ;
- les mansardes à fronton et à deux versants de toiture ;
- les fenêtres de toit pour l'éclairage de pièces à l'étage ;
- le matériau de couverture pour les charges.

► La stabilité et la durabilité des ouvrages

- Le maître d'œuvre et surtout l'entreprise engagent leur responsabilité pour la tenue des ouvrages en bois par le cahier des clauses techniques particulières et la consistance des travaux.
- L'accent est mis pour les ouvrages en bois sur les modalités de traitement préventif des bois par des produits spécifiques contre les insectes (termite, capricornes), antimoississures, acaricides, etc., avec une classe d'efficacité et de durabilité à faire préciser dans les descriptifs.

► Présentation d'études de cas classiques en charpente de pavillon

Les exemples indicatifs qui suivent présentent quelques situations avec des indications succinctes pour permettre un choix.

- **L'analyse rapide d'un projet** et la justification d'un choix de charpente par des questions clés.

Exemples : Quelles sont les données ? Quelles sont les principales contraintes ou préférences ? Quels sont les critères d'un choix (l'esthétique de la toiture, l'utilisation des combles, le coût) ?

- **Le mode de réalisation** avec les prescriptions de mise en œuvre.

Exemples : les sections des pannes en bois massif ou pannes composites en I, les ancrages ou les assemblages, les espacements, l'ossature des rampants de toiture pour l'isolation thermique de combles, l'ossature des plafonds suspendus.

- **La charpente est aussi décidée en fonction des combles :**

- perdus, pour servir de matelas d'air ;
- habitables protégés thermiquement ;
- utilisables en grenier.

Exemples : cas de charpentes traditionnelles

► **Moyen 1 : Placer les pannes à grande portée entre pignons extérieurs** (cf. fig. 72)

- **Préconisations** : utilisations de pannes composites (bois massif et âme en OSB) en forme de I ou de poutres en lamellé-collé (LC).
- **Condition** : sections déterminées par logiciel, tableaux ou abaques avec application du règlement neige et vent.
- **Intérêt** : ce système très économique sert pour :
 - les toits à faible ou à forte pente ;
 - les combles perdus ou habitables ;
 - éviter une ferme à mi-portée ;
 - s'affranchir des contraintes pour distribuer les locaux à l'étage.

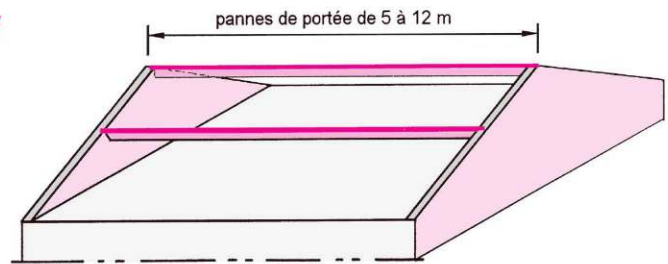


Fig. 72 : Portée de pignon à pignon

► **Moyen 2 : Maçonner un pignon intermédiaire** (1 ou plusieurs si nécessaires), cf. fig. 73

- **Préconisation** : prévoir la structure porteuse dès le début de la conception du projet pour les fondations, poteaux ou poutres.
- **Conditions** :
 - les sections en bois massif doivent être conformes aux charges et portées ;
 - les pannes doivent porter sur une profondeur d'appui d'au moins les 2/3 de l'épaisseur du mur.
- Exemple** : mur de 20 cm, profondeur d'appui de 13,5 cm.

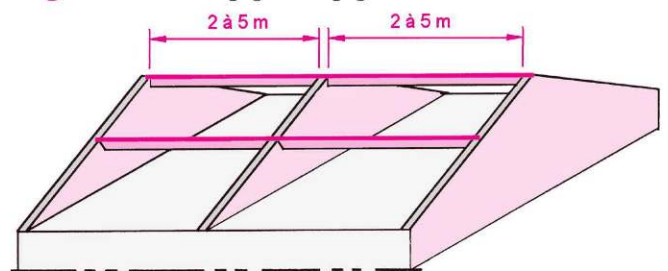


Fig. 73 : Portée de pignon à refend intermédiaire

- **Intérêt** : charpente économique, simple et rapide à exécuter, très stable et très sûre.

► **Moyen 3 : Positionner une ferme intermédiaire** (une ou plusieurs si nécessaire) cf. fig. 74

- **Préconisations** : L'espacement entre fermes dépend des caractéristiques des pannes en bois massif ou des poutres composites en I.
- **Condition** : prévoir les réservations des appuis tout en assurant la continuité mécanique des chaînages obligatoires en couronnement de mur.
- **Intérêt** : une ferme à double entrain permet de franchir facilement 10 m de portée entre murs de façade par exemple. Les entrains facilitent la mise en place des solivettes pour les plafonds suspendus.

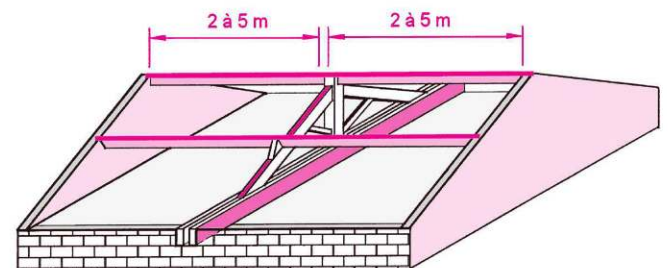


Fig. 74 : Portée de pignon à ferme classique

► **Moyen 4 : Opter pour une toiture avec croupes** (à 1 ou aux 2 extrémités du toit) cf. fig. 75

- **Préconisations** :
 - assurer la butée en pied des arêtiers pour équilibrer les poussées ;
 - prévoir une demi-ferme greffée sur la ferme.
- **Condition** : ancrages par sabots métalliques avec des tire-fond zingués ou chevilles expansives dans le béton suivant prescriptions du fournisseur
- **Intérêt** : il est d'ordre esthétique pour le toit.

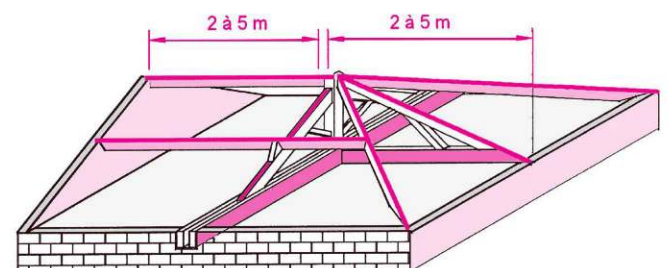


Fig. 75 : Ferme et croupe en combles perdus

► **Moyen 5 : Réaliser une ferme à entrain retroussé** (une ou plusieurs selon le cas) cf. fig. 76

- **Préconisation** : réduire la poussée horizontale exercée et empêcher le soulèvement par des ancrages dans le plancher en béton armé. La ferme fonctionne à la manière d'un arc qui exerce des poussées au niveau des appuis. Le plancher en béton armé sert d'entrain au niveau des appuis.
- **Condition** : stabiliser les actions aux appuis par des ancrages (équerres métal) ou établir une butée solidement fixée au plancher BA.
- **Intérêt** : utilisation de combles habitables par les volumes libérés dans l'enveloppe de la toiture.

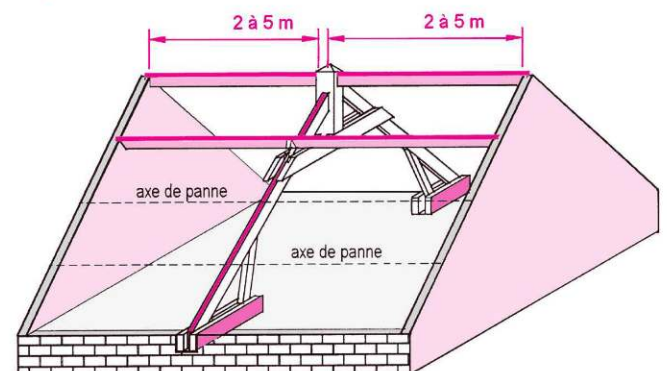


Fig. 76 : Combles habitables et ferme à entrain retroussé

Charpentes avec fermettes

- Définition d'une fermette
- Constitution de la charpente
- Types de fermes ou de fermettes
- Fonctionnement d'une ferme ou d'une fermette
- Dispositifs stabilisateurs
- Consistance des travaux
- Cas de charpentes industrialisées (fermettes)
- Fiche technique n° 1 : caractéristiques de fermettes
- Fiche technique n° 2 : plafonds suspendus sur ossature et isolation thermique
- Dispositif antiflambement des fermettes
- Dispositif de stabilité par contreventement
- Lot charpente : descriptif et prescriptions
- Principes de réalisation des croupes
- Plans d'exécution des fermettes
- Dessins d'exécution des fermettes
- Plan de pose avec dispositifs de stabilité
- Fiche technique n° 3 : toiture à croupes et combles perdus

1. Définition d'une fermette

Une fermette est une petite ferme triangulée à faible section de bois, composée d'un ensemble de pièces de bois assemblées par des connecteurs métalliques inoxydables à dents, de façon à former une structure porteuse destinée à supporter :

- le matériau de couverture (tuiles ou ardoises) par des liteaux ;
- les actions du vent et de la neige ;
- les ossatures de plafonds suspendus à sa partie inférieure dans le cas de combles perdus.

La terminologie d'une fermette classique, symétrique par rapport à l'axe vertical, est indiquée sur la figure 2 ci-contre.

Les fermettes sont fabriquées en usine avec un excellent rapport qualité/prix et avec garantie de solidité et de durée.

Elles sont calculées en partant de l'analyse du toit de la construction : localisation pour les actions climatiques du vent et neige, pente, matériau de couverture, charges permanentes appliquées, répartition de l'espace intérieur, prise en compte des particularités (lucarnes, fenêtres de toit, passage de conduits, etc.).

Remarques :

- Les charpentes traditionnelles ne sont généralement pas calculées : on procède par empirisme pour les sections utilisées qui ont prouvé leur stabilité et leur durabilité.
- Les charpentes par fermettes résultent d'un calcul informatisé optimisé, qui tient compte des règlements en vigueur. La qualité et la technicité des fermettes exigent le suivi des prescriptions de mise en œuvre ou les impératifs de pose pour éviter les déformations et les désordres dans les ouvrages (couvertures et plafonds).

- A Fondation par semelles
B Plancher sur vide sanitaire
C Vide sanitaire
D Paroi extérieure isolée
E Couverture
F Fermettes
G Porte-fenêtre à vitrage isolant
H Isolation (200 mm de laine de verre)
I Plafond
J Dormant menuiserie intérieure
K Revêtement de sol
L Cloison

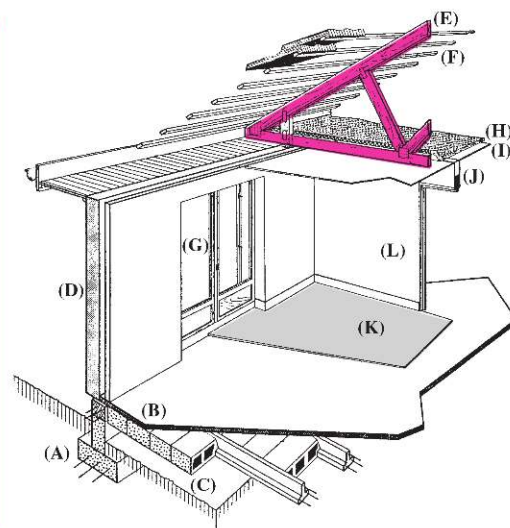


Figure 1 : schéma perspectif du contexte

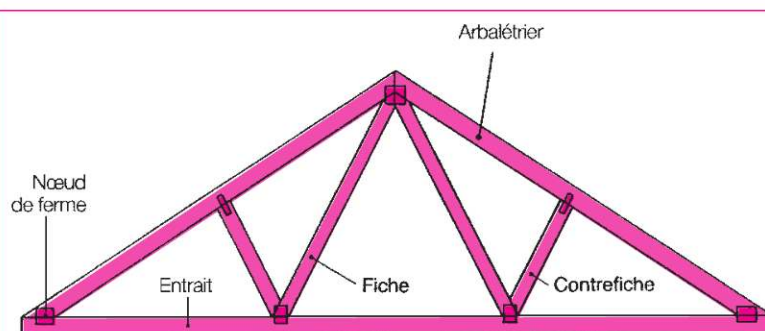


Figure 2 : terminologie des éléments d'une fermette

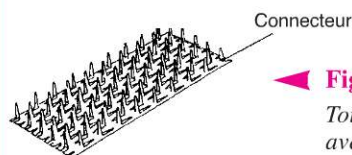


Figure 3 : connecteur métallique à dents

Tous les assemblages doivent être symétriques avec une plaque sur chaque face.

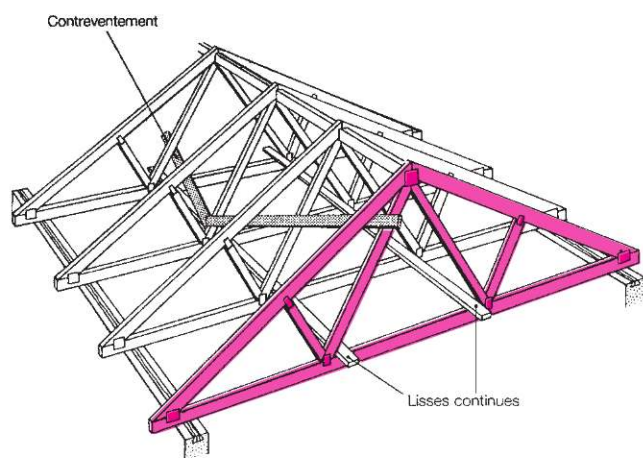


Figure 4 : vue d'ensemble avec combles perdus

Les éléments stabilisateurs (contreventements, anti-flambement, lisses) sont indispensables.

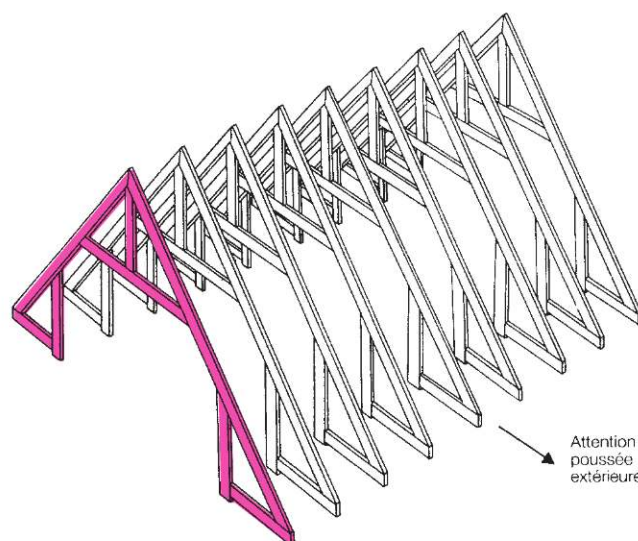


Figure 5 : fermettes à entrain retroussé pour combles habitables

Les éléments stabilisateurs ne sont pas représentés.

2. Constitution de la charpente

Se reporter aux figures 7 et 8.

Une **charpente industrialisée** est composée :

- de **fermettes** constituées de pièces de bois d'épaisseur 36 mm jusqu'à 15 mètres de portée (47 mm au-delà), à espacement entre axe de fermettes de 60 cm à 90 cm. Les sections utilisées dépendent de l'étude informatisée qui prend en compte tous les paramètres.

À titre indicatif, on trouve les sections suivantes :

36 mm × 60 mm; 36 mm × 72 mm;
36 mm × 97 mm; 36 mm × 112 mm;
36 mm × 122 mm; 36 mm × 147 mm;
36 mm × 172 mm; 36 mm × 197 mm;

- d'**éléments d'ancrage** et de fixation sur appui;
- d'**éléments transversaux** tels que lisses, entretoises destinés à assurer l'écartement régulier entre les fermettes;
- d'**éléments stabilisateurs** (fig. 6 et 7), c'est-à-dire de dispositifs d'anti-flambement des pièces comprimées des fermettes et de contreventement, permettant d'éviter le déversement de l'ensemble des fermettes sous les actions du vent.

La charpente est dite **industrialisée** en raison de son mode de « fabrication en série » en usine. Cela permet de livrer les fermettes comme des composants sur le site de construction.

La charpente par fermettes est très utilisée dans les pavillons pour obtenir des toitures simples à deux versants, des croupes, des noues, des débords de toit, en raison :

- de son prix de revient attractif dû à de faibles sections et du mode d'assemblage en usine,
- de la répartition régulière des charges puisque chaque fermette supporte directement une fraction de la couverture et souvent des plafonds suspendus en plaques de plâtre ou du lambris.

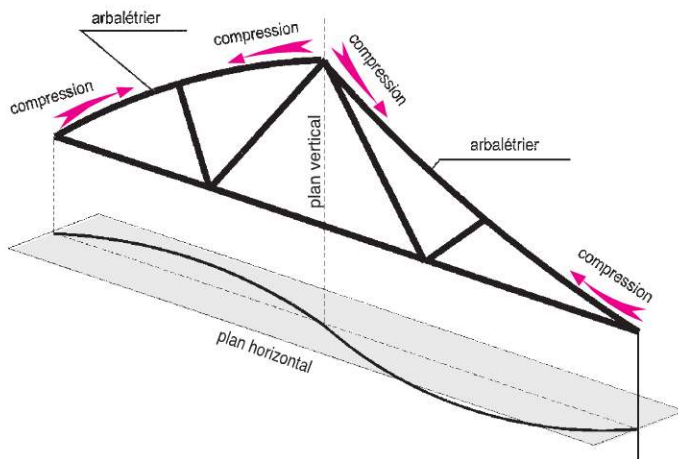


Figure 6 : risque de déformation des arbalétriers comprimés → flambement

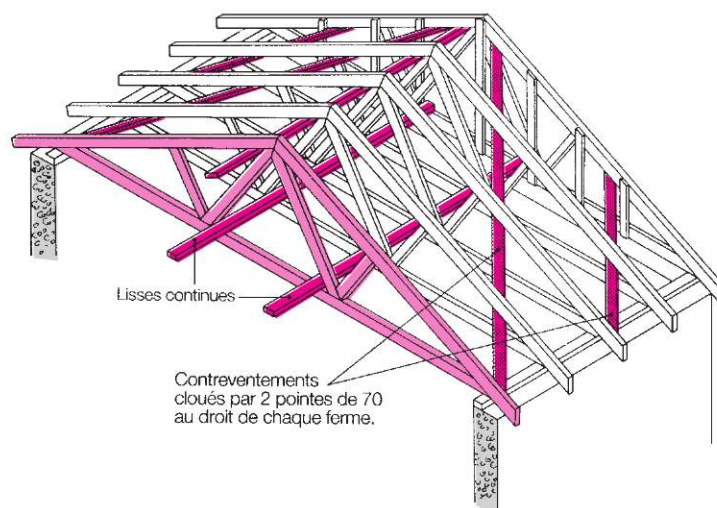


Figure 7 : fermettes avec contreventements

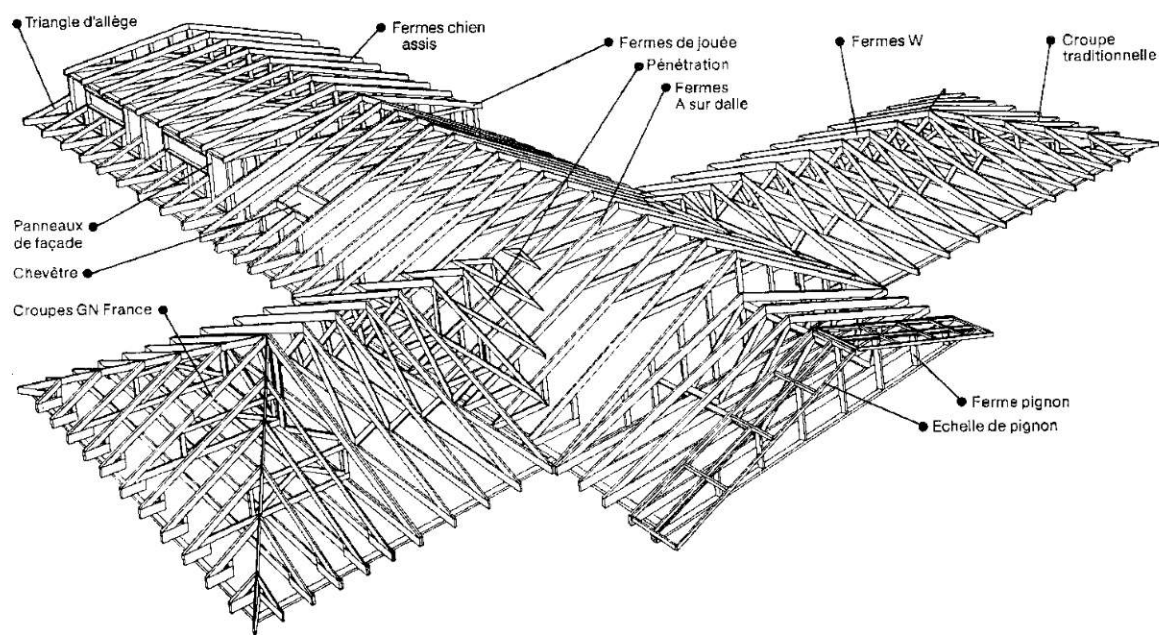


Figure 8 : vue d'ensemble des possibilités de réalisations offertes par les fermettes

3. Types de fermes ou de fermettes

- La **ferme en W** est le type le plus courant (fig. 9 et 10). Elle s'adapte à tous les pavillons ayant une portée entre les murs inférieure à 12 m.
- La **ferme en double éventail** (double W) convient aux grandes portées et aux charges importantes (fig. 11).
- La **ferme en M** convient aux plafonds lourds et aux couvertures légères (ardoises) (fig. 12).
- La **ferme sans entrant** en combles habitables est très utilisée pour rentabiliser les combles (fig. 13). Elle nécessite d'équilibrer la poussée horizontale au niveau du plancher.
- La **ferme monopente** s'utilise pour des toits décalés en hauteur ou pour des aspects architecturaux des toits (fig. 14).
- La **ferme à entrant porteur** pour comble aménageable (fig. 15) nécessite une adaptation des sections en fonction des charges permanentes et des charges d'exploitation.

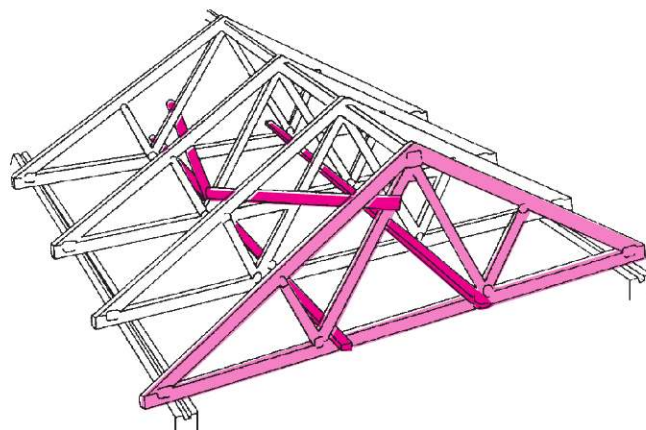


Figure 9 : vue en perspective d'une charpente avec fermes en W

Figure 10 : ferme en W

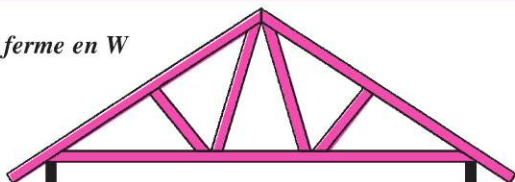


Figure 11 : ferme en double éventail

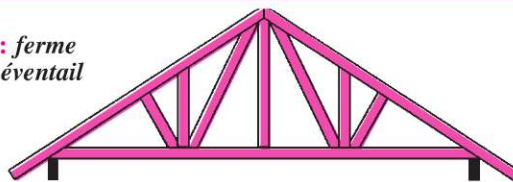


Figure 12 : ferme en M

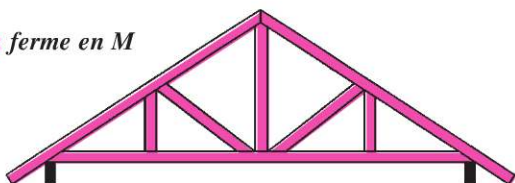


Figure 13 : ferme à appuis sur plancher

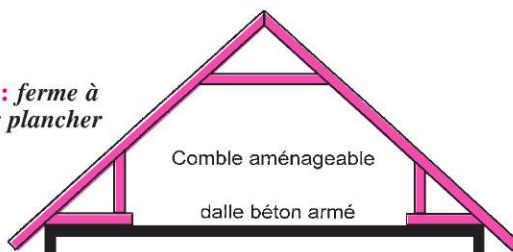


Figure 14 : ferme monopente

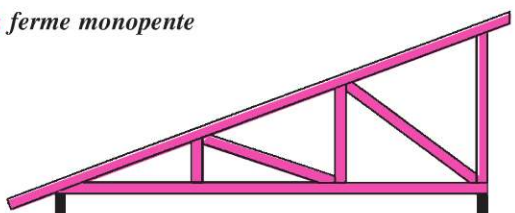
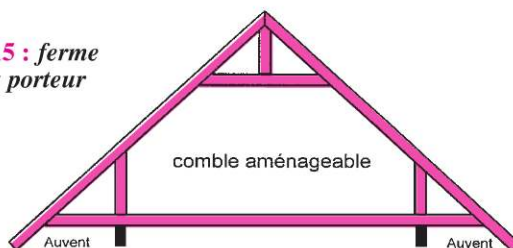


Figure 15 : ferme à entrant porteur



Les saillies de toiture et d'auvent permettent de personnaliser la toiture en bas de versant.

Exemples de réalisation

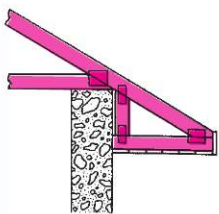


Figure 16 : retour d'auvent

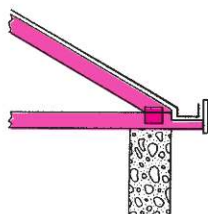


Figure 17 : chéneau encastré

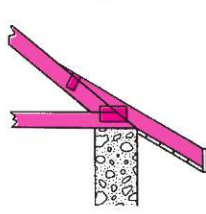


Figure 18 : queue de vache à coyaux

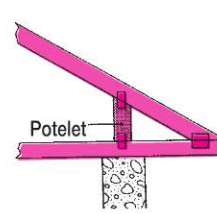


Figure 19 : ferme avec porte-à-faux
Les fermes en porte à faux doivent comporter soit un écoinçon, soit un potelet ou même une fiche supplémentaires de même section que celle de l'arbalétrier.

4. Fonctionnement d'une ferme ou d'une fermette

Les éléments constitutifs d'une fermette sont soumis soit à des efforts de traction, soit à des efforts de compression suivant leur position et leur fonction dans la structure triangulée de la fermette.

Les efforts normaux de traction ou de compression dépendent :

- du type de fermette et de l'agencement en M, en W, etc.;
- des charges permanentes, du vent et de la neige.

En général (fig. 21 à 23) :

- l'entrait est tendu, c'est-à-dire soumis à un effort de traction;
- les arbalétriers sont comprimés, soumis à un effort de compression;

– certaines diagonales peuvent être comprimées.

Les déformations des éléments comprimés peuvent entraîner un risque de **flambement** (fig. 6). Le flambement est le mécanisme physique qui provoque, avec des déformations sans cesse croissantes, des augmentations sensibles (traction ou compression) jusqu'à un état limite de rupture.

Les dispositifs spécifiques d'anti-flambement et de contreventement sont prescrits et indiqués par le plan de pose. Ils sont nécessaires à la stabilité mécanique de l'ensemble de la structure par fermettes.

Le flambement

Le flambement d'un élément est en rapport avec :

- sa longueur;
- sa section;
- l'effort normal de compression appliqué ou subi;
- le mode de fixations aux extrémités (libres, encastrées, etc.);
- l'excentricité, ou distance par rapport au centre de gravité de la section (flèche dans l'exemple ci-contre : f_1 qui augmente vers f_2 , puis f_3 , puis f_4 ...);
- le module d'élasticité qui caractérise chaque matériau et chaque essence de bois.

Notations de la figure

Effort normal de compression : N.

Déformation initiale ou provoquée : f_1 , f_2 , etc.

Série d'accroissement du moment (de M_1 à M_4) consécutif à l'augmentation de la flèche : moment = effort normal \times flèche.

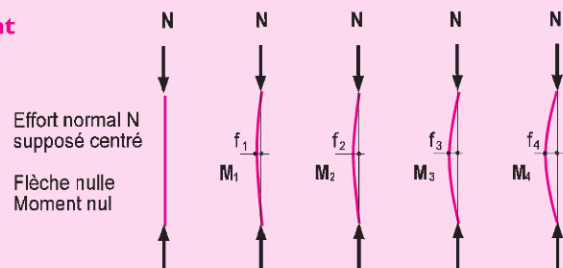


Figure 20

Remarque : Une déformation initiale est à l'origine d'un moment de flexion qui provoque une nouvelle flèche. Le cycle continue sans cesse en cas d'instabilité sous l'effort appliqué jusqu'à la « rupture par flambement ».

Exemple : $f_2 > f_1$ entraîne $M_2 > M_1$.

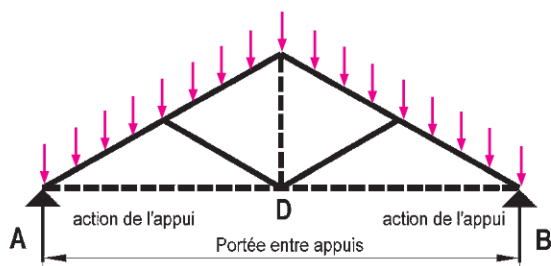


Figure 21 : schéma de principe ; ferme simple soumise à des charges verticales

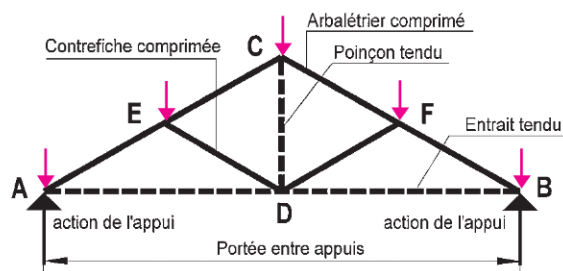


Figure 22 : action des charges verticales concentrées aux nœuds

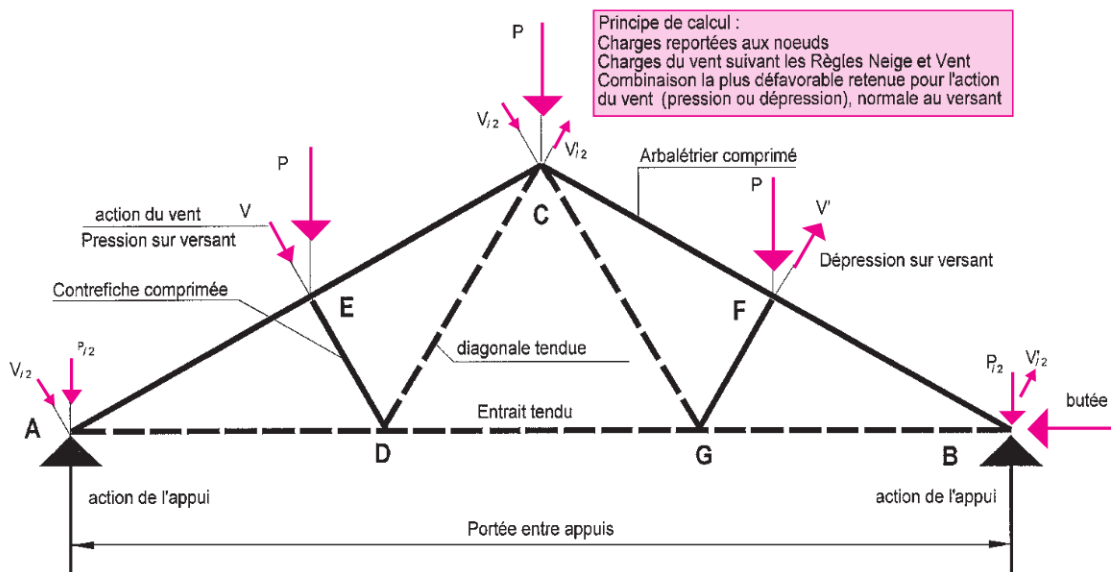


Figure 23 : les sollicitations dans les éléments dépendent des actions retenues sur chaque versant

5. Dispositifs stabilisateurs

Se reporter aux figures 24 et 25.

5.1. Dispositif anti-flambement

❑ But

Il s'oppose à la déformation préjudiciable des pièces comprimées, arbalétriers et grandes diagonales, sous l'effet des charges permanentes et climatiques (vent et neige).

❑ Position

Les pièces anti-flambement sont clouées sous les arbalétriers selon un angle voisin de 45°. Elles partent du faitage pour aboutir le plus près possible des appuis de fermes.

Sur un versant, toute travée entre fermes doit être traversée par au moins une pièce anti-flambement.

Les diagonales comprimées sont également munies d'un dispositif anti-flambement par une lisse filante centrale stabilisée par triangulation.

❑ Prescriptions

➤ Caractéristiques : elles sont définies par le plan de pose fourni par le fabricant (section, position, etc.).

➤ Section minimale des pièces en bois : voir tableau I.

Dispositifs anti-flambements autres que les pièces en bois massif :

- feuilards en acier galvanisé disposés en croix sur les deux versants avec retournement des extrémités en contreface. Ils ne fonctionnent qu'en traction et nécessitent donc une mise en tension lors de la pose;
- poutres triangulées, parallèles au versant, disposées entre deux fermes à intervalles réguliers sur les deux versants;

Tableau 1 : sections minimales pour ➤
lisses filantes, anti-flambement,
contreventement

Remarque : Les pièces anti-flambement nécessitent toujours des sections plus fortes.

	Valeur d'entraxe des fermes (cm)		
Désignation	70 cm maxi.	70 à 92 cm	93 à 110 cm
Lisses filantes Anti-flambement Contreventement	25 × 60 mm	25 × 72 mm	36 × 72 mm
	25 × 100 mm	36 × 96 mm	36 × 122 mm
	25 × 72 mm	25 × 72 mm	36 × 96 mm

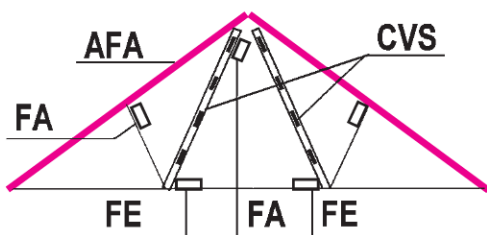
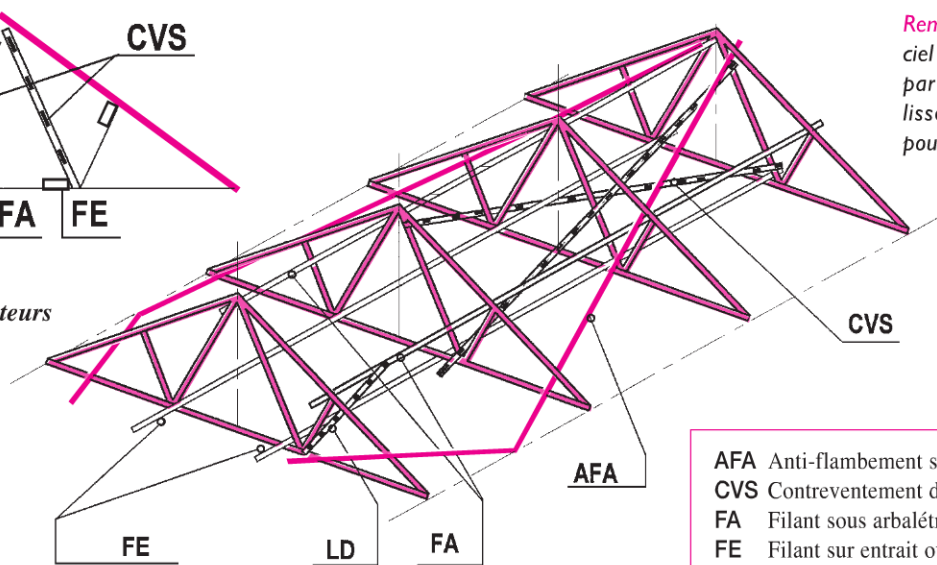


Figure 24 : schéma
des dispositifs stabilisateurs



Remarque : Chaque logiciel utilise ses notations, par exemple LA pour lisse arbalétriers, LD pour lisse diagonale.

AFA Anti-flambement sous arbalétriers
CVS Contreventement de stabilité
FA Filant sous arbalétriers
FE Filant sur entrain ou lisse entrain

Figure 25 : repérage des dispositifs stabilisateurs dans le volume du comble

- supports de couverture (voliges ou panneaux de contre-plaqué ou de particules) dont les raccords sont fixés sur les arbalétriers.

❑ Fixations

On utilise deux pointes torsadées, annelées ou crantées à chaque intersection de ferme :

- de 70 mm pour les bois de 25 mm d'épaisseur,
- de 90 mm pour les bois de 36 mm d'épaisseur.

5.2. Dispositif de contreventement

❑ But

Le dispositif de contreventement s'oppose au déversement, à la déviation et à la translation des fermettes sous l'effet du vent et d'autres sollicitations.

Il a pour but de maintenir les fermettes en position verticale, sans déviation préjudiciable à l'équilibre statique et à la tenue des ouvrages (plafonds et couverture).

Rappel : tolérance d'aplomb < 5 mm/mètre de hauteur de ferme et < 18 mm au haut de la ferme.

❑ Moyens

- lisses filantes reliant les arbalétriers ainsi que les entrails le plus près possible des nœuds d'assemblage;
- diagonales de contreventement assurant la triangulation et empêchant toute translation. Elles partent du haut d'une ferme pour aboutir au voisinage d'un nœud avec une inclinaison de 45° environ en treillis continu.

❑ Prescriptions

➤ Sections minimales : voir tableau I.

➤ Fixations : pointes de 70 mm et 90 mm comme ci-dessus.

Remarque : Le système de contreventement ne peut en aucun cas remplacer le dispositif d'anti-flambement.

5.3. Prescriptions de mise en œuvre

Dispositifs anti-flambement

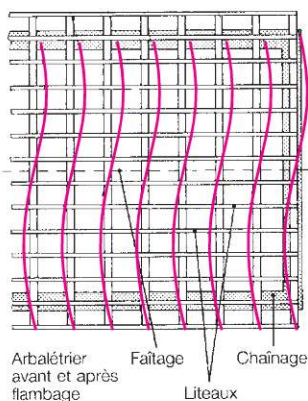


Figure 26 :
effet du flambage

Les arbalétriers sont des pièces de bois qui soutiennent la couverture. De par leur position dans la ferme, ils se trouvent comprimés d'autant plus que la charge est importante, d'où risque de flambage dans le plan du rampant de la toiture.

Un dispositif anti-flambage doit donc être mis en place pour éviter que les fermes ne se mettent « en S » après un flambage général de l'arbalétrier.

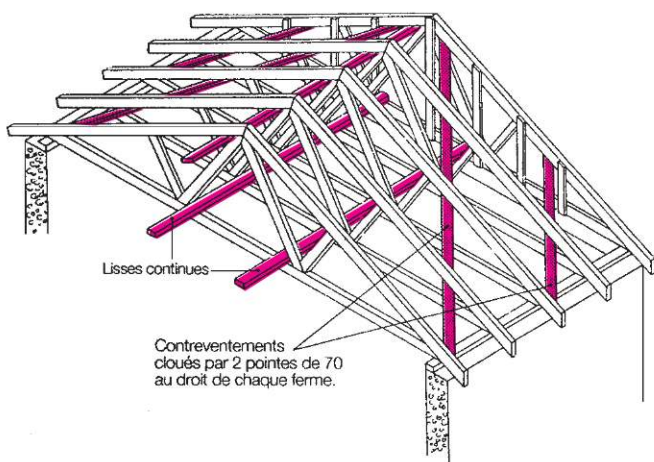


Figure 27 : dispositif anti-flambement

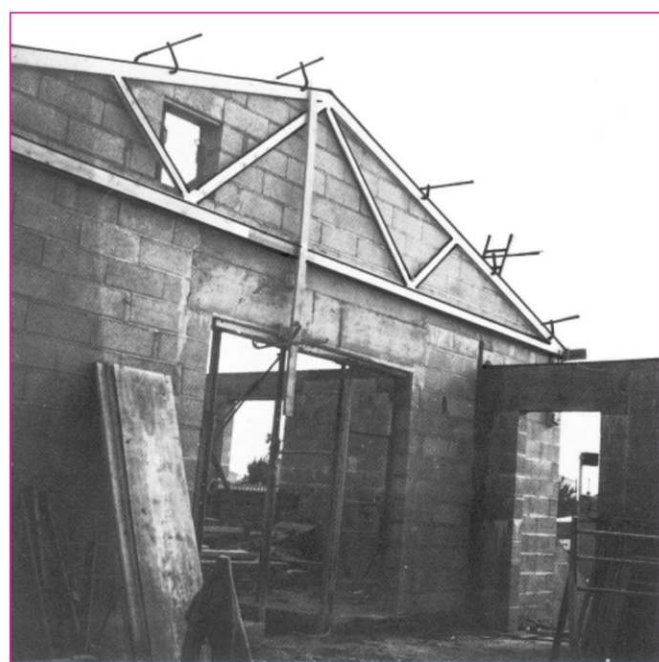


Figure 28 : la ferme sert de guide pour maçonner le pignon

Contreventements

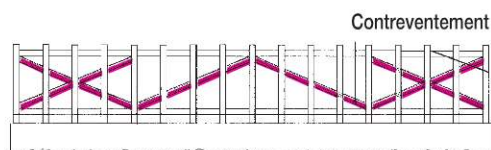


Figure 29 : vue en élévation

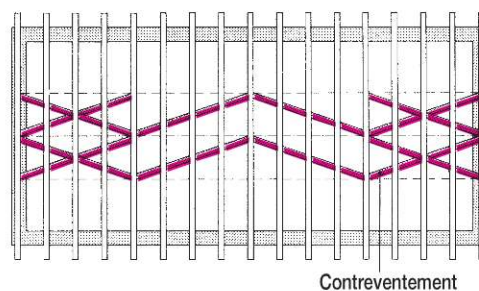


Figure 30 : vue du dessus

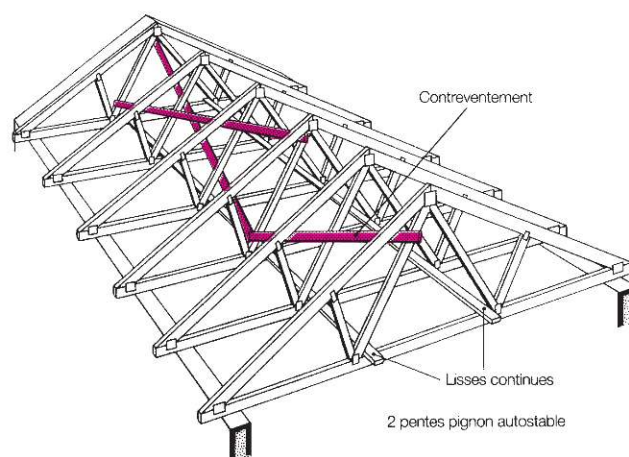


Figure 31 : contreventement par triangulation

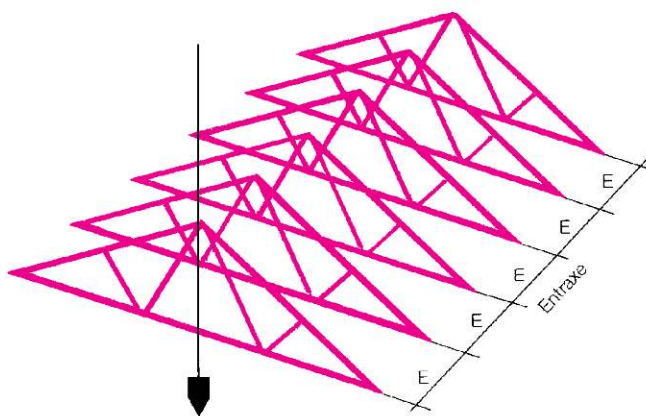


Figure 32 : règles impératives : verticalité et espacement

Les fermes doivent être d'aplomb (tolérance 5 mm/m de hauteur sans excéder 18 mm en haut de ferme). Elles doivent être à écartement régulier (tolérance : écart de position suivant prescriptions du CCTP et < 20 mm).

6. Consistance des travaux

Elle comprend :

- les études, justifications techniques, dessins, plans nécessaires à l'exécution et à la pose des charpentes en bois,
- la fabrication en atelier ou en usine,
- la mise en œuvre sur le chantier.

□ Obligations du maître d'œuvre

Outre les plans et coupes habituelles, les plans architecturaux doivent être plus explicites. Ils doivent indiquer :

- Pour déterminer les sections des fermettes et leurs types d'assemblage (connecteurs) :
 - le type de couverture, de plafond, de plancher, de cloisons pour les combles à entrain porteur,
 - l'altitude du chantier et son site de vent.
- Pour permettre la détermination des chevêtres (fig. 33) :
 - les positions exactes des conduits de fumée,
 - le positionnement des ouvertures de toit (vélux) avec cotation par rapport au pignon.

□ Obligations du fabricant

Le fabricant effectue le dimensionnement et la conception de l'ouvrage puis réalise les éléments de charpente. Le calcul informatique est de mise pour envisager les différentes combinaisons d'actions et les vérifications de stabilité nécessaires, suivant les « Règles de conception et de calcul » de charpentes en bois assemblées par des connecteurs métalliques.

Le fabricant doit fournir un plan correspondant au chantier avec les indications ci-après :

- affichage des hypothèses de calcul : poids des matériaux, charges vent et neige;
- position des fermettes : mode d'implantation et espacements;
- détails éventuels prévus pour le bas de pente;
- position des plans de contreventement (CVS) et section de bois;
- position des anti-flambements sous arbalétriers (AFA) et section de bois;
- position et section des diverses lisses (lisses entrain, lisses arbalétrier, lisses diagonales);

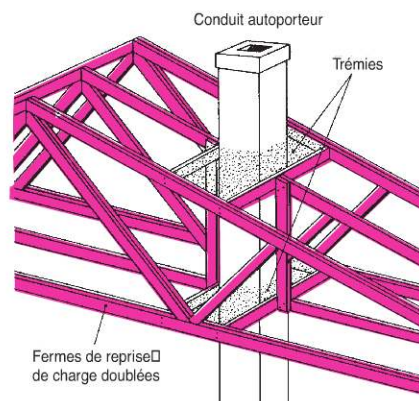


Figure 33 : passage d'un conduit et chevêtres

- disposition aux appuis : équerres métalliques aux extrémités de ferme;
- indications spécifiques pour chevêtres ou renforts.

□ Obligations de l'entreprise de pose

Se reporter à la légende de la figure 35.

L'entreprise de pose doit respecter le plan de pose et les règles de mise en œuvre :

- La section des contreventements et des dispositifs anti-flambement doit être respectée.
- La fixation doit être réalisée par pointes torsadées et non par pointes lisses.
- La position des éléments stabilisateurs (AFA, CVS, etc.) doit figurer sur le plan de pose.
- La continuité des lisses filantes et les contreventements de stabilité doivent être conformes au plan.
- Le blocage des anti-flambements sous arbalétriers (AFA) est indispensable pour la stabilité et le non déversement sous les effets du vent.
- La fixation conforme des équerres est pratiquée soit chevillée dans le béton du chaînage périphérique, soit tirefoncée dans un tasseau filant noyé dans le chaînage de rive, soit sur sablière filante.

Exemple : étude d'une charpente à deux pans

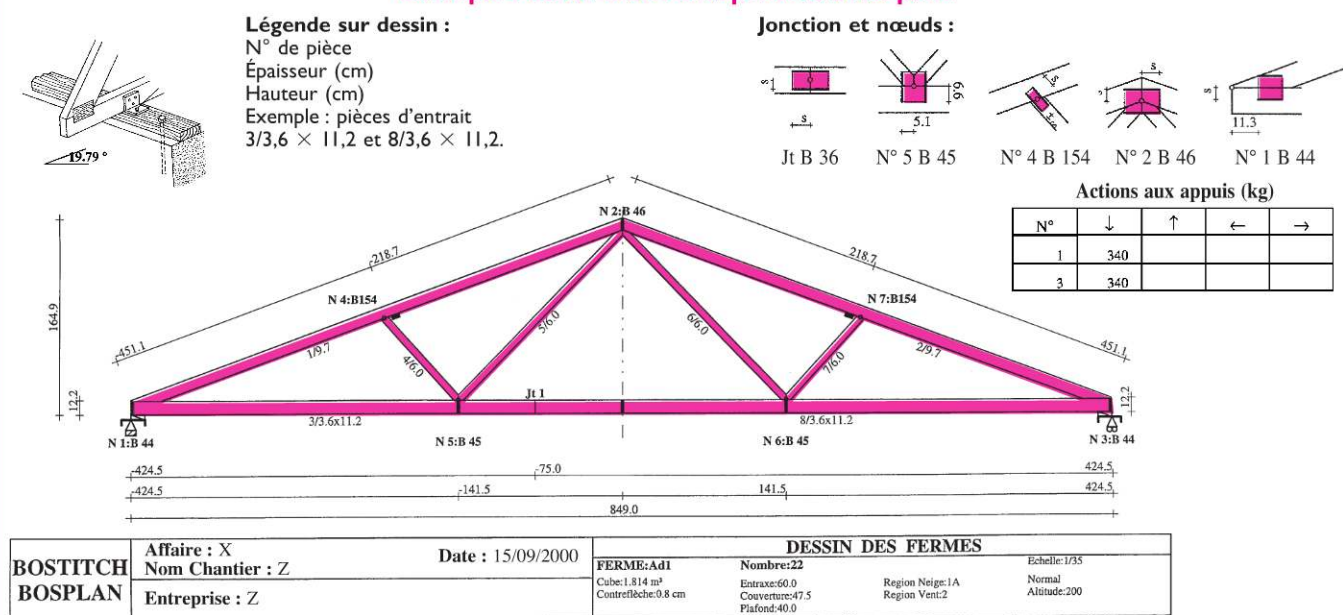


Figure 34 : dessin des fermes ; hypothèses de l'étude ; dimensionnement des pièces et connecteurs

Plan de pose des fermettes

Dimensions du pavillon :

Longueur : 13,00 m.

Largeur : 8,65 m.

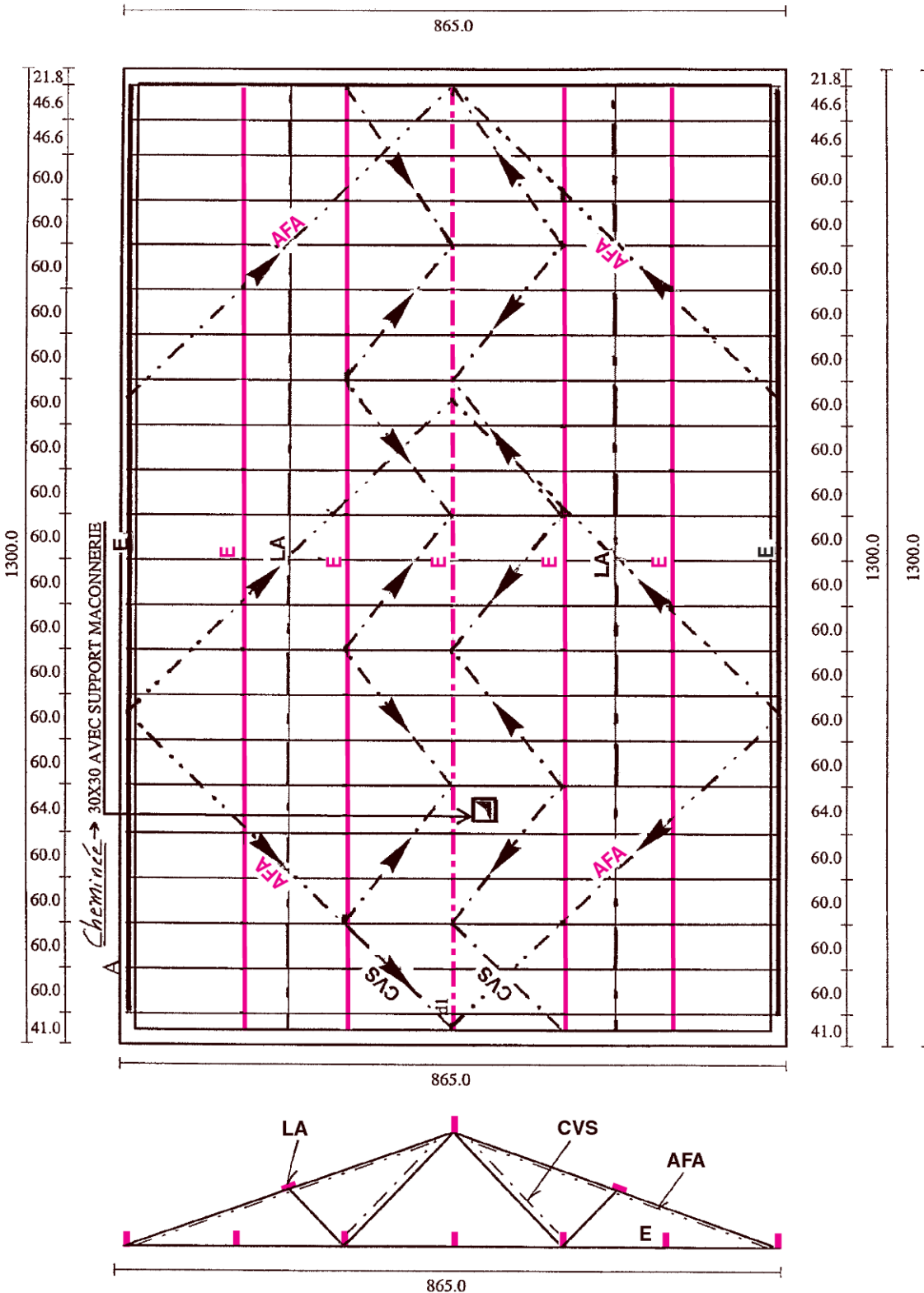
Versants symétriques à faible pente : 36 %.

Aucun débord de toit n'est prévu.

Cheminée avec conduit 30 cm × 30 cm.

Dessin de ferme : voir page 31.

- CVS Contreventement de stabilité
AFA Anti-flambement sous arbalétriers
E Entretoise – Etrésillon
LA Lisse sous arbalétriers
LD Lisse diagonale
LE Lisse entrant



PLAN DE REPARTITION	
Affaire : 980205F Nom Chantier : Z	Nombres de fermes: 22
	CVS: Contreventement stabilité 2.5x7.2 AFA: Antiflambage sous arba 2.5x10.0 E: Entretoise 3.6x9.6
Echelle: 1/75 LA: Lisse arba 2.5x6.0 LD: Lisse diagonale 2.5x6.0 LE: Lisse entrant 2.5x6.0	
Date : 14/10/1998	
BOSTITCH BOSPLAN	

7. Cas de charpentes industrialisées (fermettes)

► Types de fermettes et destination

- Les **fermettes** sont réalisées en bois massif de catégorie 2 et d'épaisseur 36 mm le plus souvent.
- Les **assemblages** des éléments constitutifs : arbalétriers, entrain, fiches et contrefiches, blochet, pied droit ou jambe de force, sont réalisés par des connecteurs à dents déterminés suivant les efforts de traction, compression, glissement à transmettre sous l'effet des charges appliquées.
- Les **modèles** suivant la destination dans l'habitation (cf. page 98).
 - Les fermettes pour combles perdus
La disposition des éléments de triangulation disposés entre les arbalétriers et l'entrain sont en forme de W ou de M (cf. fig. 36 et 37).
 - Les fermettes pour combles habitables
Leur conception rejoint celles des fermes traditionnelles avec entrain retroussé.

► Fiabilité des fermettes

L'essor pris par les charpentes avec fermettes dans les constructions pavillonnaires est considérable et prend le pas sur les charpentes plus traditionnelles (proportion de 70 % de charpentes avec fermettes sinon plus) pour au moins trois raisons.

- La **charpente par fermettes est moins chère** qu'une charpente comportant des fermes qui nécessitent une main d'œuvre très qualifiée pour leur épure et leurs assemblages par tenons, mortaises, chevilles et boulons.

• Les fermettes ont deux fonctions :

- supporter la couverture des versants en tuiles ou en ardoises par les arbalétriers qui servent de chevrons ;
- servir à suspendre les plafonds par les entrains, sans besoin de faux solivage comme en traditionnel.

Les espacements des fermettes sont de l'ordre de 60 cm d'axe en axe.

• Le cahier de leur mise en œuvre est précis.

- Il résulte d'un calcul effectué par un logiciel spécifique d'un fabricant de connecteurs (par exemple Aginco).
- Les hypothèses de l'étude sont bien cernées et l'étude tient compte de l'application des règlements et des vérifications des éléments et des contraintes. Les sources d'erreurs sont ainsi éliminées et les risques très réduits par l'étude technique approfondie. Les dessins d'exécution avec le plan de répartition et le dessin des fermettes font partie de l'étude.
- Un descriptif de pose relatif au chantier est joint pour les lisses, les contreventements, les antilambages, les pieds de fermettes, les divers assemblages pour les croupes ainsi que pour les ancrages et fixations (cf. fig. 38 et 39).

Les diagonales de contreventements (C1) sont fixées sur les fiches inclinées des fermes en forme de W, le plus près possible des noeuds

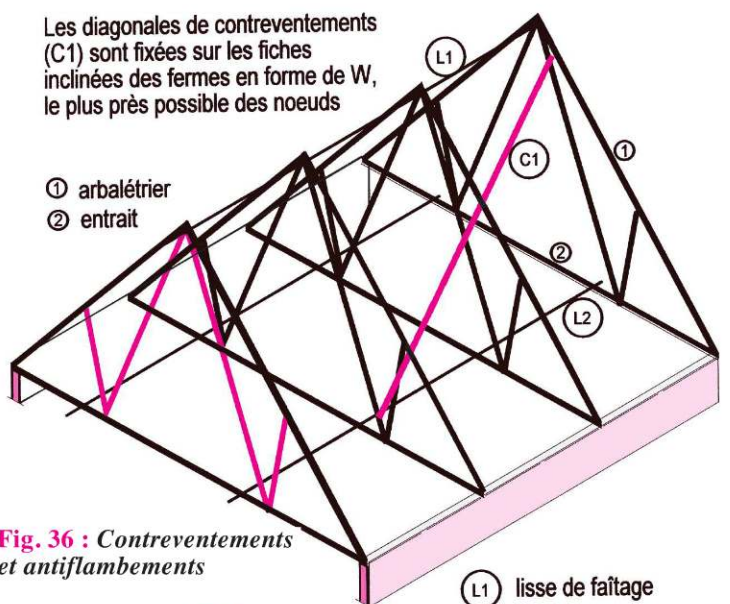


Fig. 36 : Contreventements et antilambements

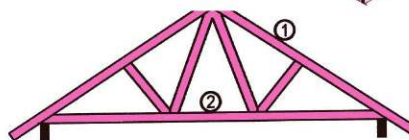
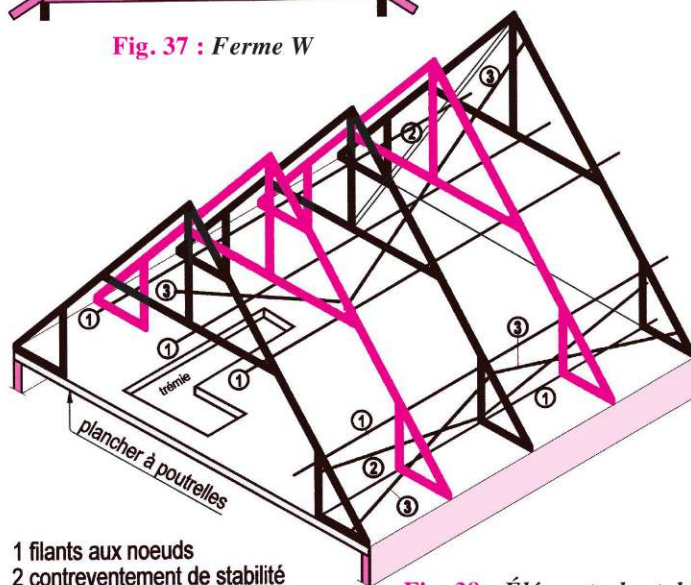


Fig. 37 : Ferme W



- 1 filants aux noeuds
- 2 contreventement de stabilité
- 3 anti-flambement sous arbalétriers

Fig. 38 : Éléments de stabilité

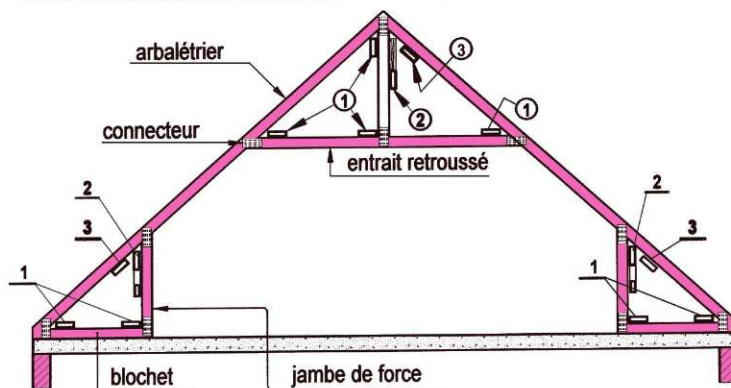


Fig. 39 : Positions des éléments de stabilité

8. Fiche technique n° 1 : caractéristiques de fermettes

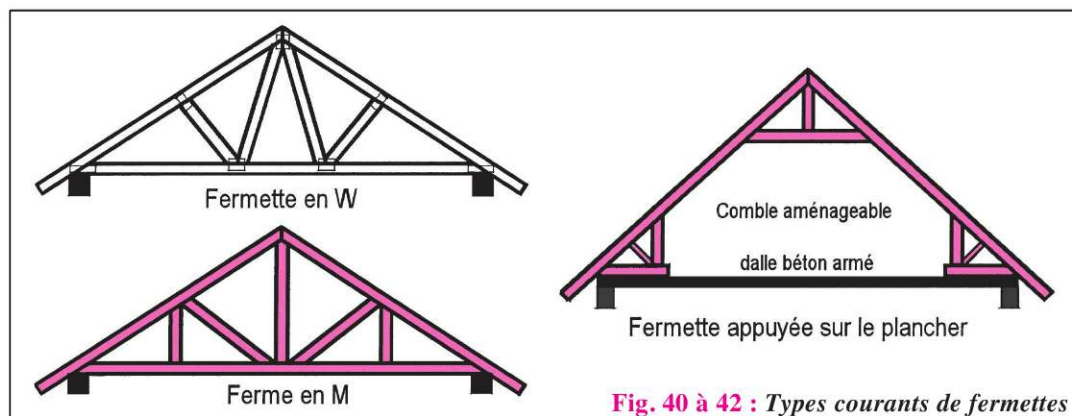


Fig. 40 à 42 : Types courants de fermettes

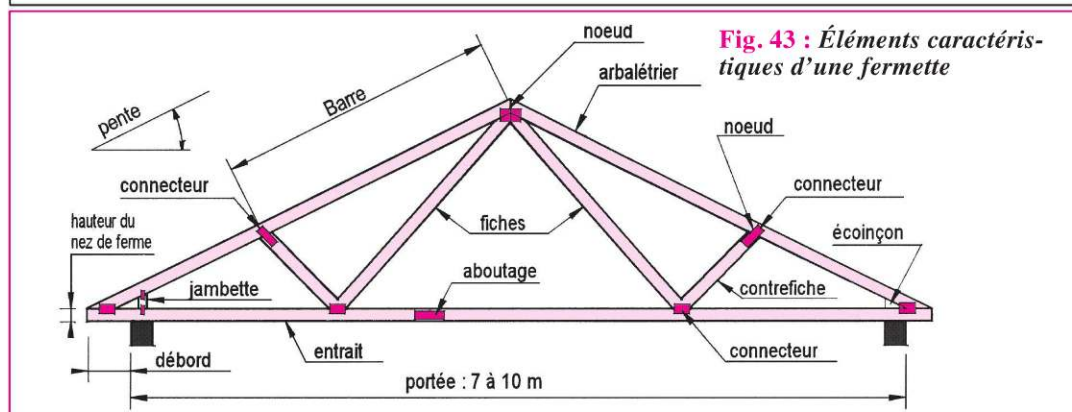


Fig. 43 : Éléments caractéristiques d'une fermette

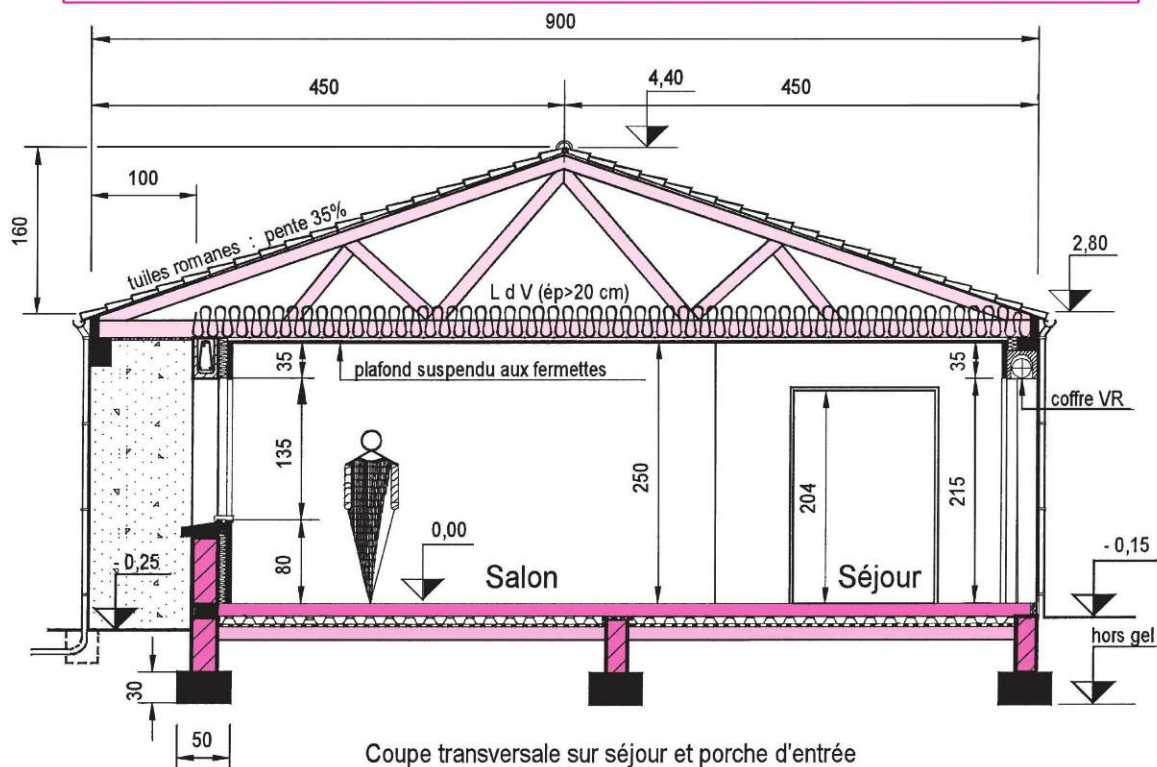


Fig. 44 : Données utiles pour l'étude d'une fermette et sa mise en œuvre : cotes, niveaux, pente, matériau de couverture, portée

Fermettes en W

- Pente du toit : 35 %.
- Portée des fermettes : 9,50 m.
- Espacements des fermettes : 60 cm d'axe en axe.
- Entretoises espacées de 1,20 m disposées en quinconce pour leur fixation par clouage.
- Prévus d'un plafond suspendu en briques.



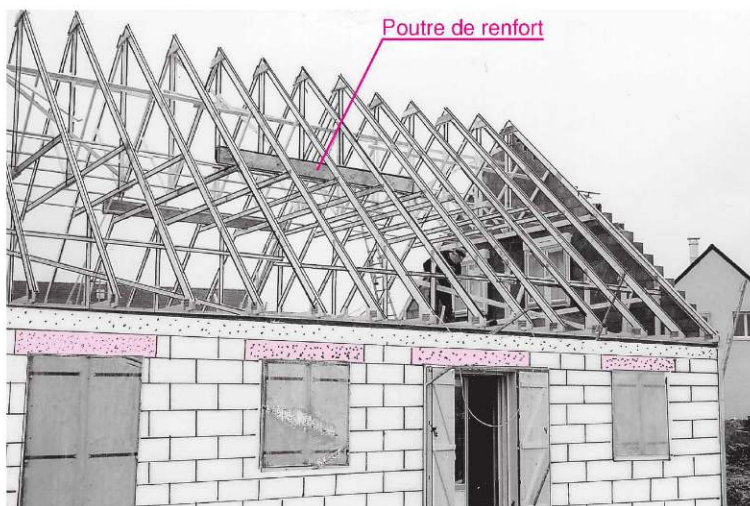
Vue A1 : Fermettes en combles perdus

Fermettes à entrain retroussé en A

- La pente du toit est de 90 %.

Poutre de renfort

- Mise en place sur chaque versant au droit d'une trémie d'escalier.
- Section : 70 x 310 (mm).
- Utilité : il s'agit d'un bras de reprise des efforts horizontaux pour assurer la stabilité au vent.
- Fixations : chacune des fermes est maintenue solidement à la poutre de renfort par des pargues de blocage.



Vue A2 : Fermettes en combles habitables

Cette vue présente :

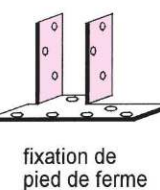
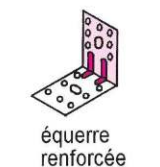
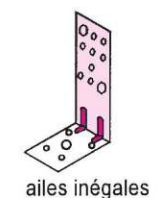
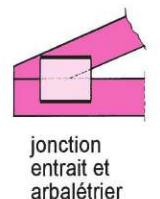
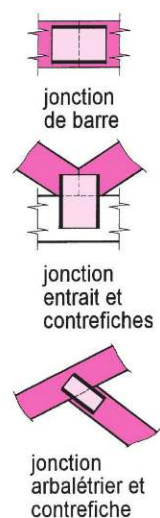
- la position de lisses filantes près des nœuds d'assemblage ;
- la disposition des barres antilame-ment fixées obliquement à 45° environ sous les arbalétriers.

- Les connecteurs à dents sont déterminés pour chaque assemblage suivant les efforts à supporter.
 - Les équerres sont destinées aux fixations et ancrages.
- (cf. fig. 45 à 53).

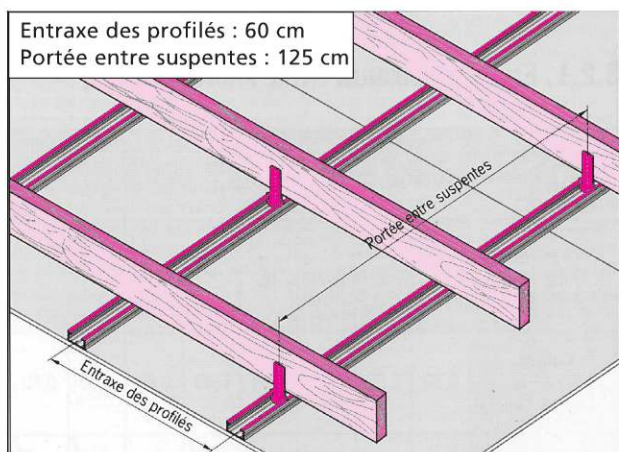


Vue A3 : Dispositifs de stabilité

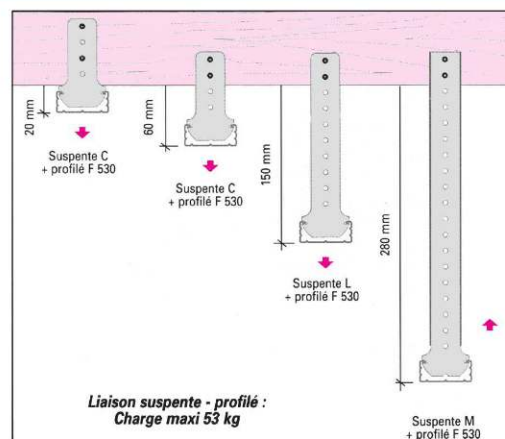
Fig. 45 à 53



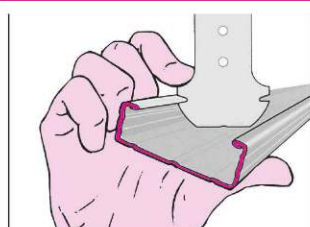
9. Fiche technique n° 2 : plafonds suspendus sur ossature et isolation thermique



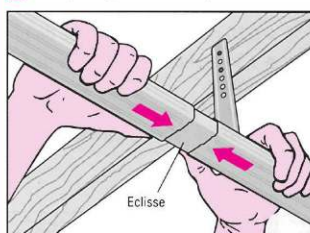
① Plafond à ossature simple



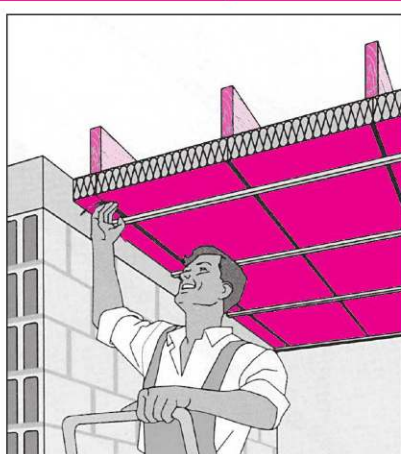
② Suspentes type F avec deux points de fixation par sus-



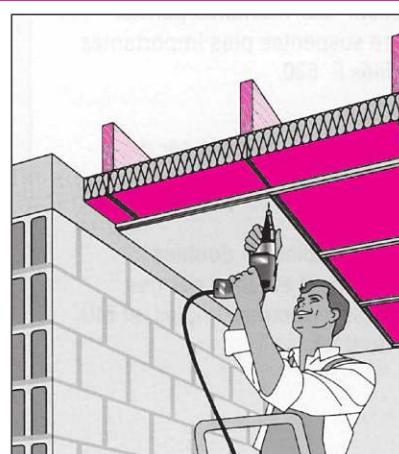
③ Clipsage sur suspentes



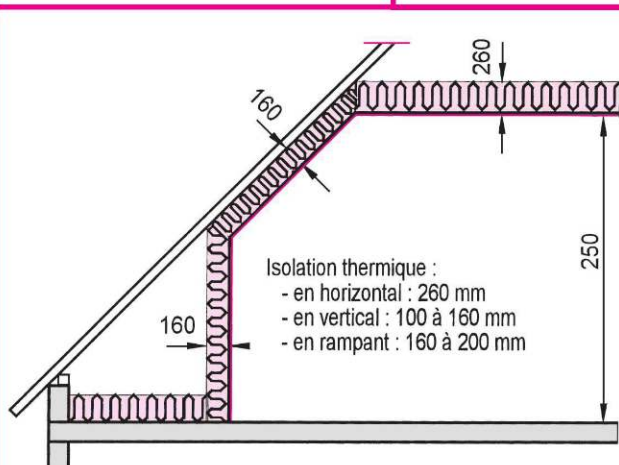
④ Éclisse de raccordement



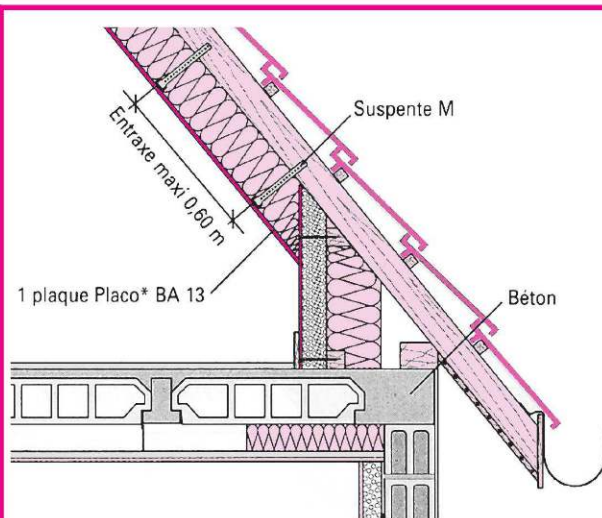
⑤ Rails clipsés après avoir embroché l'isolant maintenu en place sur les suspentes



⑥ Vissage V tous les 20 cm des plaques posées perpendiculairement aux profilés



⑦ Isolation thermique avec laine de verre
• en rouleau en partie horizontale
• en panneaux semi-rigides en vertical et rampant



⑧ Isolation en combles à l'aide de suspentes fixées directement sur les chevrons et isolant en sous-face de plancher béton

10. Dispositifs anti-flambement des fermettes

Les fermettes sont réalisées avec des sections de 36 mm d'épaisseur et jusqu'à obtenir une portée de 15 m.

Les arbalétriers, en particulier, sont des éléments comprimés qui risquent de se déformer avec une flèche latérale sous l'effort de compression.

Un moment de flexion vient dans ce cas s'ajouter à l'effort normal de compression.

Le phénomène de flambement résulte de l'effet de ces deux sollicitations (effort normal et moment de flexion) qui sont susceptibles de provoquer un risque d'instabilité de l'élément et sa rupture brutale.

La stabilité mécanique et la bonne tenue des ouvrages nécessitent impérativement la fixation de barres anti-flambement.

Le dispositif anti-flambement réduit la déformation latérale des barres comprimées des fermettes, en l'occurrence les arbalétriers.

Il s'oppose efficacement au risque de flambement des fermettes.

Les pièces d'anti-flambement sont clouées sous les arbalétriers et sont disposées selon un angle proche de 45°.

- **Trajectoire d'implantation** : départ en haut de fermette pour aboutir à un pied de ferme ou à l'extrémité d'un entrain retourné dans le cas de comble habitable.
- **Condition** : toute travée doit être traversée par une pièce d'anti-flambement sous les arbalétriers.
- **Dispositions** : elles doivent s'adapter aux exigences des formes du toit et dans le cas de plein pan ; les dispositions courantes sont l'objet des figures 54 à 57.

Vue de dessus des fermettes avec les barres du dispositif anti-flambement

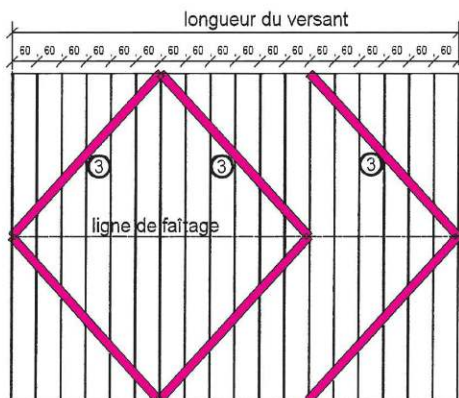


Fig. 54 : Barres disposées en V

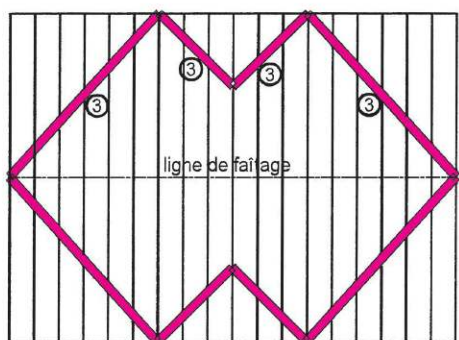


Fig. 55 : Barres disposées en W

Visualisation du dispositif anti-flambement sous les arbalétriers des fermettes

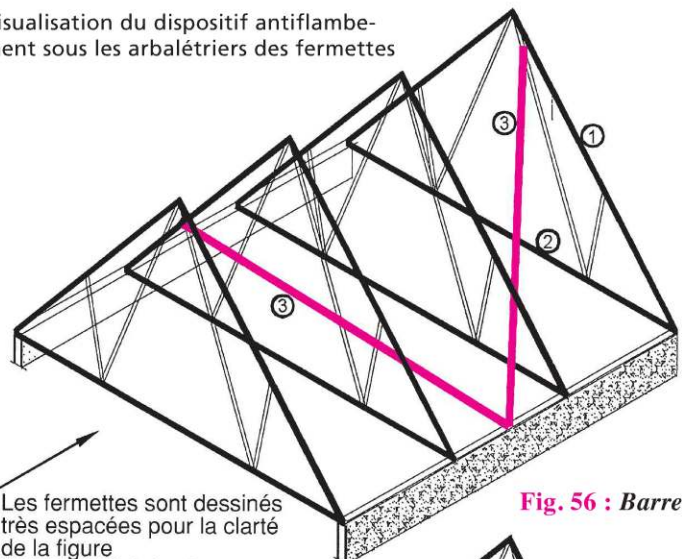


Fig. 56 : Barres en V

Les fermettes sont dessinées très espacées pour la clarté de la figure
L'entraxe réel des fermettes est de l'ordre de 60 cm en général

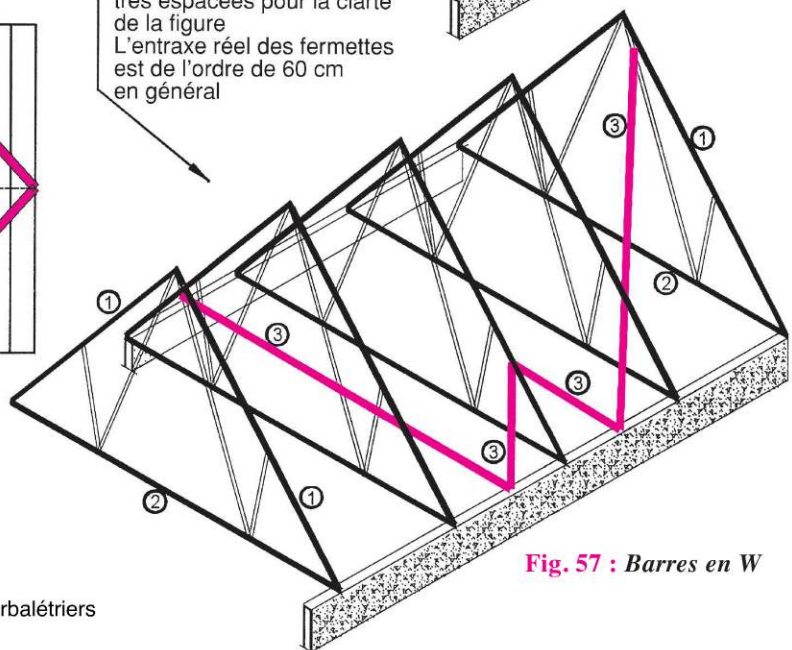


Fig. 57 : Barres en W

- Légendes sur figures :
- ① Arbalétriers comprimés
 - ② Entrains tendus
 - ③ Pièce anti-flambement sous arbalétriers

II. Dispositifs de stabilité par contreventement

► Principe du contreventement

On applique le principe de la triangulation pour obtenir un treillis grandes mailles indéformables par des diagonales (C1 ; C2) ou des pièces disposées en croix (fig. 56 et 61).

On dispose en complément des lisses filantes (L1 ; L2, etc.) au voisinage du faîtage, sur entrails, à mi-versant de rampant suivant les structures.

► Dispositif d'antiflambement et système de contreventement

Ils concernent la mise en place de pièces de bois inclinées. Ils ont cependant des rôles différents.

- **L'antiflambement** est relatif au risque de flambage consécutif à la déformation des pièces comprimées.
- **Le contreventement** concerne la stabilité des fermettes dans leur plan vertical pour contrarier leur déversement sous l'effet du vent de direction parallèle au faîtage.

diagonales de contreventements (C1; C2)
fixées sur les fiches inclinées des fermes
en W, le plus près possible des nœuds

- (L1) lisse de faîtage
- (L2) lisse filante sur entrails

- ① arbalétrier
- ② entrail
- (C1) contreventement
- (C2) contreventement

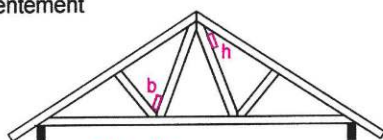


Fig. 58 : Ferme W

Les diagonales de contreventements repérées (C1; C2) sont fixées sur les montants verticaux des fermettes le plus près possible des nœuds

- (C1) contreventement de tête de poinçon à pied de poinçon
- (C2) contreventement symétrique
- (L1) lisse filante en faîtage
- (L2) lisses filantes sur entrails

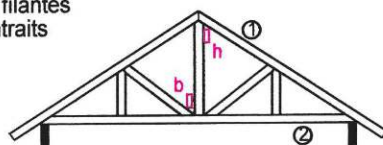


Fig. 60 : Ferme M

► Cas d'une charpente avec fermettes en W

Triangulation des grandes diagonales essentiellement.

► Cas de fermettes en M avec montants verticaux

Les triangles sont obtenus par clouage de diagonales joignant la tête et le pied des montants verticaux.

Une file est située dans l'axe des fermes et une autre sur une partie intermédiaire par fixation des diagonales sur les montants.

► Lisses filantes

Leur rôle est assimilé à celui des entretoises.

Elles sont continues ou dites filantes et fixées par clouage.

- **En tête des fermettes** en suivant parallèlement le faîtage près des nœuds pour être efficaces.
- **Sur les entrails de fermettes**, toujours près des nœuds d'assemblage.

Fig. 59 : Contreventements de fermes en W

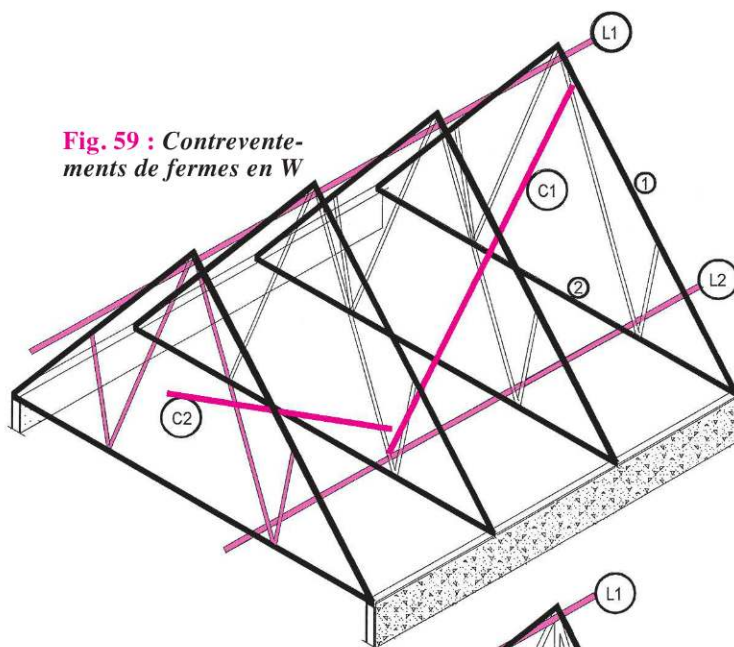
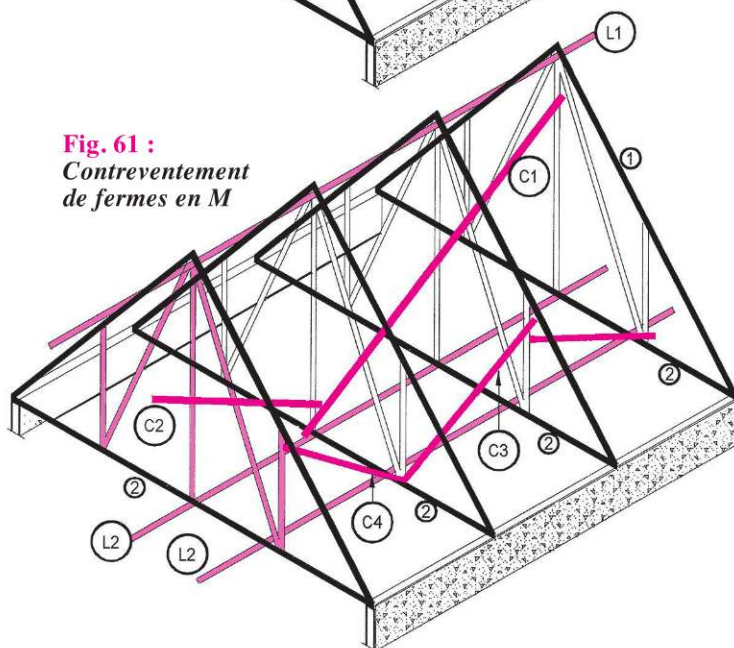
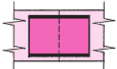
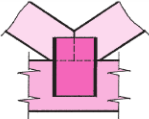
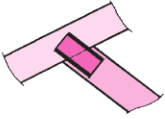
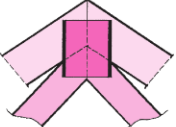
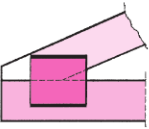


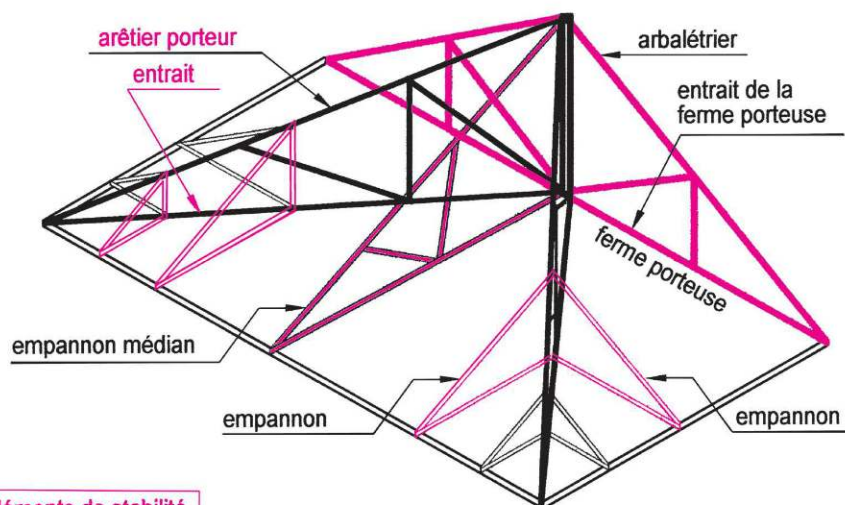
Fig. 61 : Contreventement de fermes en M



12. Lot charpente : descriptif et prescriptions

	Prévus
<p>Toiture de l'étage : L'étage est de forme rectangulaire de 4,70 m de large et 8,50 m de long en projection horizontale</p> <ul style="list-style-type: none"> Le toit est constitué de quatre versants à pente régulière d'environ 33 % (croupes à faible pente) Une génoise termine le couronnement des murs à la hauteur 5,37 m par rapport au niveau du RDC fini <p>Pose des fermettes Fermettes en sapin du Nord de catégorie 2, pour un toit à quatre versants, appuyées sur les murs périphériques arasés en fonction des cotes d'altitude</p> <ul style="list-style-type: none"> Conception et façonnage des croupes à arêtiers porteurs, à empannons porteurs ou par des fermes tronquées constituant maillage à réseaux avec connecteurs agrafés en acier galvanisé (fig. 67 à 69) Ancrages des pieds de fermettes sur appuis par équerres vissées et boulons d'ancrage Espacement maximal des fermettes : 60 cm d'entraxe Dispositifs d'antiflambement, de contreventement et de filants suivant le plan de pose du fabricant indiquant les sections à utiliser, les fixations par pointes torsadées ou crantées de 70 à chaque nœud. Les pointes lisses du commerce ne seront pas admises Implantation et mise en place des dispositifs de stabilité suivant le plan de répartition résultant de l'étude de la structure bois, de la note de calcul et des plans d'exécution <p>Hypothèses de l'étude à préciser</p> <ul style="list-style-type: none"> Hypothèses de charges permanentes (poids de la couverture et du plafond suspendu) et climatiques suivant la région pour les effets de la neige et du vent sur la construction Caractéristiques des bois utilisés (essence, valeurs de calcul réglementaires, etc.). Traitement classe 2 des bois (fongicide, insecticide, antitermite) Géométrie et modèle de la structure précisée par un dessin d'une ferme courante Caractéristiques des assemblages (nature, dimensions, position) Liaisons aux appuis pour équilibrer les efforts horizontaux, d'arrachement ou de soulèvement Ces hypothèses et leur exploitation seront conformes aux normes sur le calcul des structures en bois (P 21 110 et informations techniques actualisées) Ces études étant réalisées avec un logiciel, les références complètes doivent permettre de l'identifier avec le nom de l'entreprise responsable de la note de calcul, la référence du chantier et la destination de l'ouvrage <p>Prescriptions</p> <ul style="list-style-type: none"> Les bois utilisés seront des bois neufs de catégorie 2, exempts de toute trace d'échauffement de nœuds, de gerçures ou de roulures L'entreprise devra se référer à l'existant construit pour les implantations et les aplombs des ouvrages (murs, plancher, etc.) avant de procéder à toute exécution d'ouvrages Elle devra soumettre les plans d'exécution à l'acceptation de l'architecte et du bureau de contrôle <p>Dessins : ils comporteront tous les détails d'assemblage, le repérage des positions des antiflambements (AFA), des contreventements de stabilité (CVS) et des lisses filantes FA sous arbalétriers et FE sur entrails</p> <p>Traitement des bois : toutes les pièces de bois recevront à saturation des produits de traitement genre Xylamon ou équivalent par pulvérisation après dépoussiérage de toutes les faces de l'élément À la charge du présent lot de fournir le procès-verbal de traitement au maître d'ouvrage et au bureau de contrôle</p> <p>Tolérances de mise en œuvre : La tolérance de verticalité admise est inférieure à 5 mm par mètre de hauteur de ferme Elle ne doit pas excéder 18 mm au haut de la fermette L'entraxe des fermettes doit être régulier sans écart éventuel > 20 mm</p>	<p>X</p> <p>X</p> <p>X</p> <p>X</p> <p>Connecteurs : fig. 62 à 66</p>  <p>jonction de barre</p>  <p>jonction entrail et contrefiche</p>  <p>jonction arbalétrier et contrefiche</p>  <p>jonction d'arbalétriers et de contrefiches</p>  <p>jonction entrail et arbalétrier</p>
<p>Lot couverture :</p> <ul style="list-style-type: none"> Tuiles en terre cuite à double emboîtement et double recouvrement, grand moule, faiblement galbées, de couleur « Castelvieu » type grand moule du Sud de Terreal Pose à joints croisés Masse au m² : 47,5 kg y compris liteaux Dispositif neige antipoudreuse (écran souple type Griltex, ou Difflex de BWK, ou similaire) <p>Localisation : tous versants</p>	<p>X</p> <p>X</p>

13. Principes de réalisation des croupes



Les éléments de stabilité ne sont pas représentés :
 - antilambement
 - anti dévers
 - contreventements
 - lisses sur entrails

Fig. 67 : Croupe avec arêtières porteuses

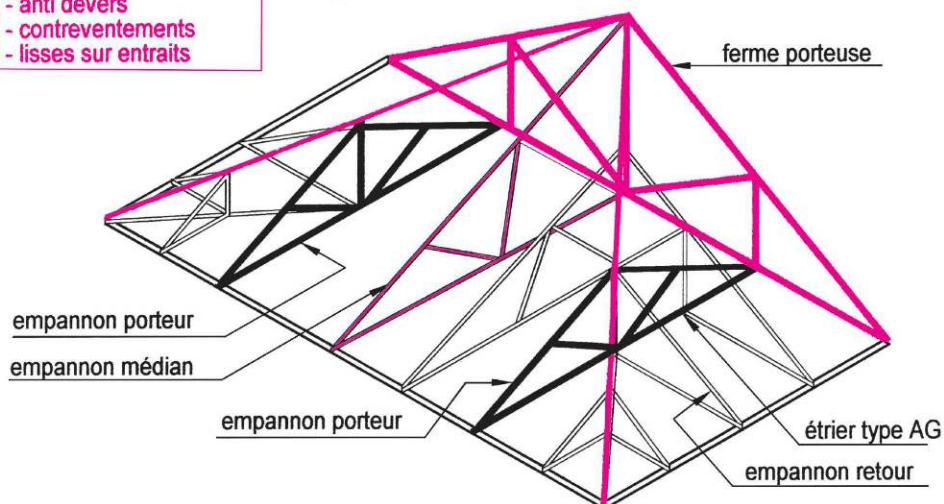


Fig. 68 : Croupe avec empannons porteurs

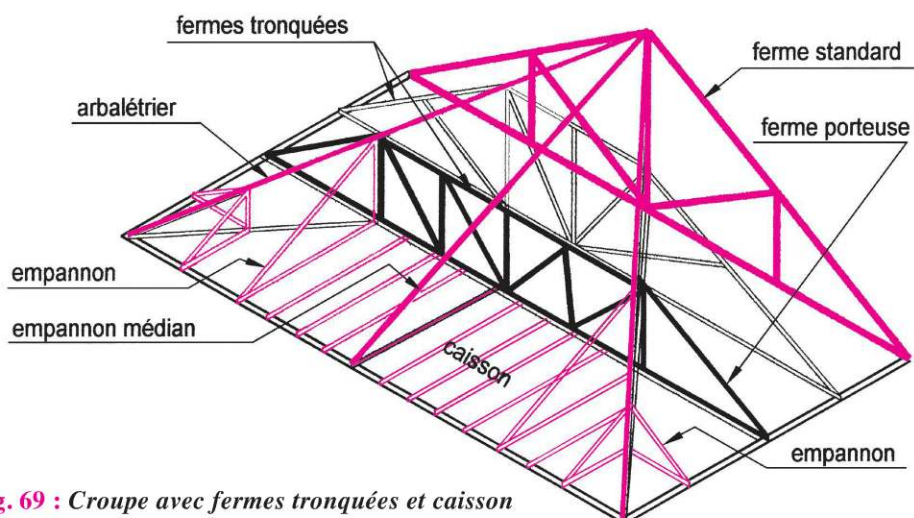


Fig. 69 : Croupe avec fermes tronquées et caisson

14. Plans d'exécution des fermettes

Ils comprennent généralement :

- L'élévation des fermettes de même type en conception-fabrication intitulée « *Dessin des fermes* »

Exemple : élévation de la ferme porteuse (fig. 76). Elle définit la section des éléments : arbalétriers, entrails, contrefiches et le type de connecteur à chaque nœud.

Exemple

Pièce	N°	Section en cm
arbalétriers	1 et 2	3,6 x 9,7
entrait	3	3,6 x 9,7
fiches	4 et 6	3,6 x 6
Connecteur acier (plaque à dents) au nœud 2	Réf. 1525	Caractéristiques suivant efforts à transmettre

Exemple : élévation de la demi-ferme d'arêtier (fig. 77).

- La vue en plan des éléments à mettre en œuvre intitulée « *Plans de répartition* »

Exemple : plan d'ensemble d'implantation des fermes appelé aussi plan de répartition globale (fig. 78).

Exemple : plan de répartition détaillé avec la représentation des dispositifs de stabilité des fermettes et des réservations dans le toit (fig. 79).

- La disposition des antifiambements (AFA).
- Les lignes d'implantation des contreventements (CVS).
- Les positions des différentes lisses filantes dans le sens longitudinal :
 - sur entrails (LE) ;
 - proches du faîtage ou répartis sur le versant et disposés sous les arbalétriers (LA) ;
 - parfois disposées en diagonale (LD).

Principales indications du plan de pose

	Objet	Exemples
a	Dimensions hors tout et cotes utiles intermédiaires	Longueur : 850 cm Largeur : 470 cm
b	Position de fermes ou 1/2 fermes porteuses	Ferme type Af 1/2 ferme d'arêtiers porteurs Aar
c	Précision sur les appuis d'extrémités	Un appui fixe et un appui glissant
d	Lignes de faîtages et lignes d'arêtiers	Lignes d'axes en trait fin avec tirets alternés longs et courts
e	Repérage des fermettes	Ferme courante : Cd1 Ferme porteuse : Af
f	Désignation et nombre de fermes identiques	Fermes courantes Cd1: Nombre 6 Ferme Af : Nombre 2
g	Entraxes de fermes Symbole : s_t	Espacements constants $s_t = 60$ cm ou constants par zones ; $s_t = 54,3$ cm
h	Pièces antifiambement (AFA)	Section 2,5 x 10 cm
i	Pièces de contreventements de stabilité (CVS)	Section : 2,5 x 7,5 cm
j	Lisses filantes : LA ; LE ; LD	Section de 2,5 x 7,5 cm
k	Entretoises entre les entrails de fermes	Section : 3,6 x 9,7 cm
l	Détail des fixations en bas de pente	Ancrage par équerres (appui fixe) ou par suspentes pour une liberté de déplacement horizontal

La fixation s'effectue par vissage sur la fermette et par chevilles type Hilti dans le chaînage en béton armé du couronnement ou sur une sablière solidement tirefonnée au gros œuvre.

Fig. 70 à 75 : Exemples de rives en bas de pente

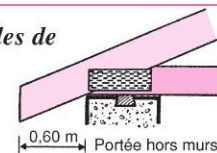


Fig. 70 : Débord de queue

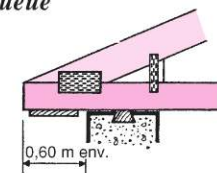


Fig. 71 : Entrait long

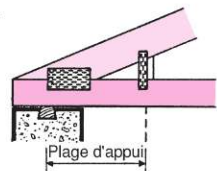


Fig. 72 : Plaque d'appui variable

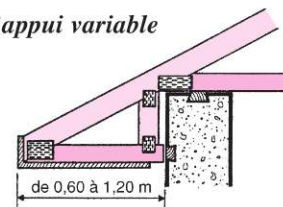


Fig. 73 : Retour d'auvent

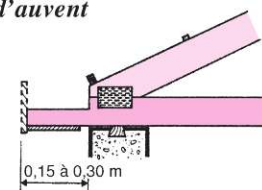


Fig. 74 : Cheneau encastré

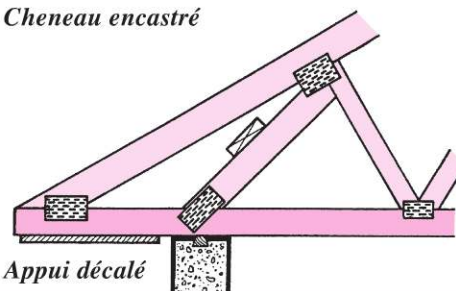


Fig. 75 : Appui décalé

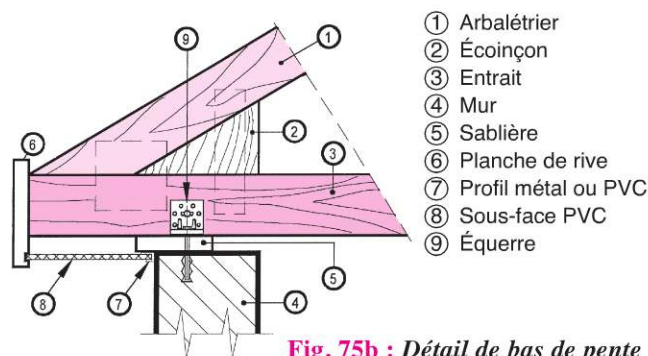


Fig. 75b : Détail de bas de pente

Les fixations des fermettes en rive de toit doivent résister au soulèvement sous l'effet de la dépression causée par le vent.

doc. : Mitek

15. Dessins d'exécution des fermettes

Fig. 76 : Dessin des 2 fermes porteuses

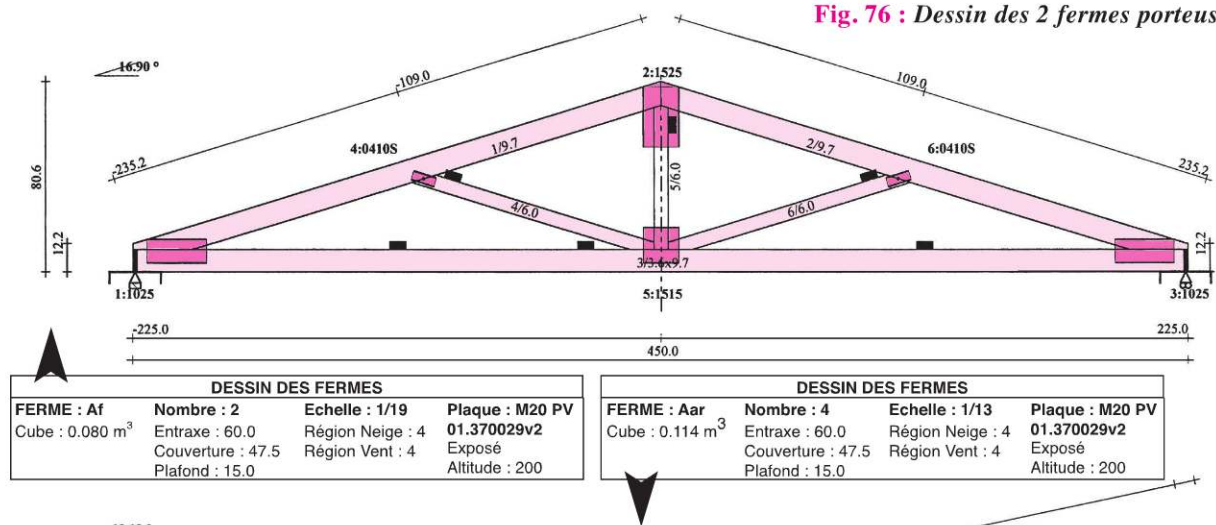


Fig. 77 : Dessin des 4 demi-fermes constituant les arêtiers

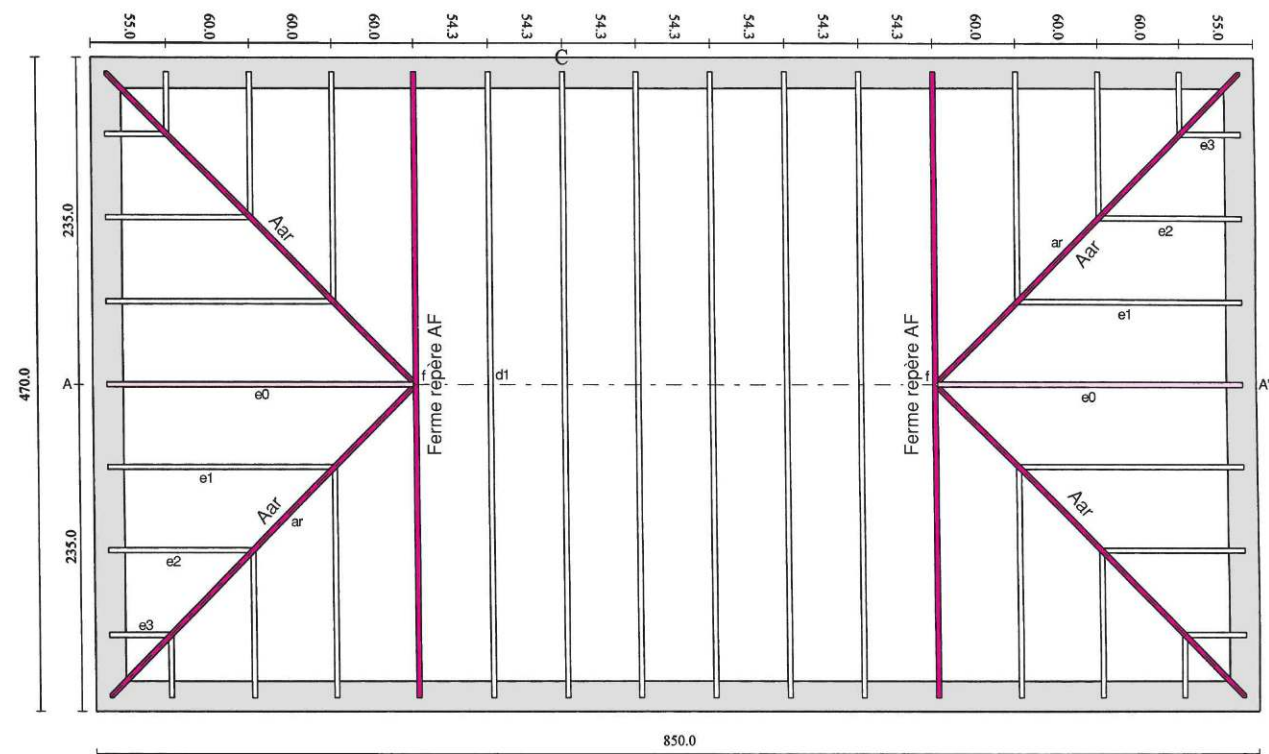
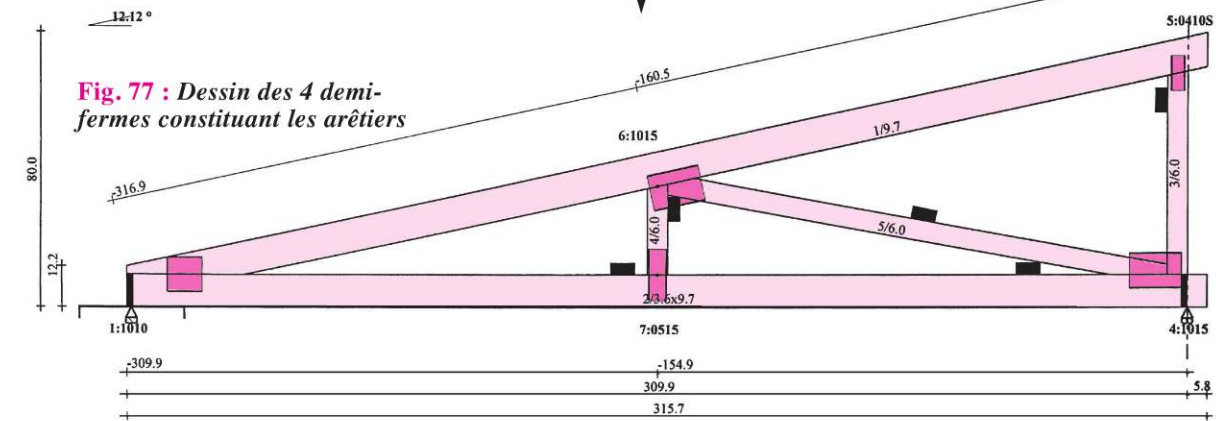


Fig. 78 : Plan de la répartition globale des fermes et des empannons

PLAN DE RÉPARTITION
Nombre de fermes : 38 Echelle : 1/34

16. Plan de pose avec dispositifs de stabilité

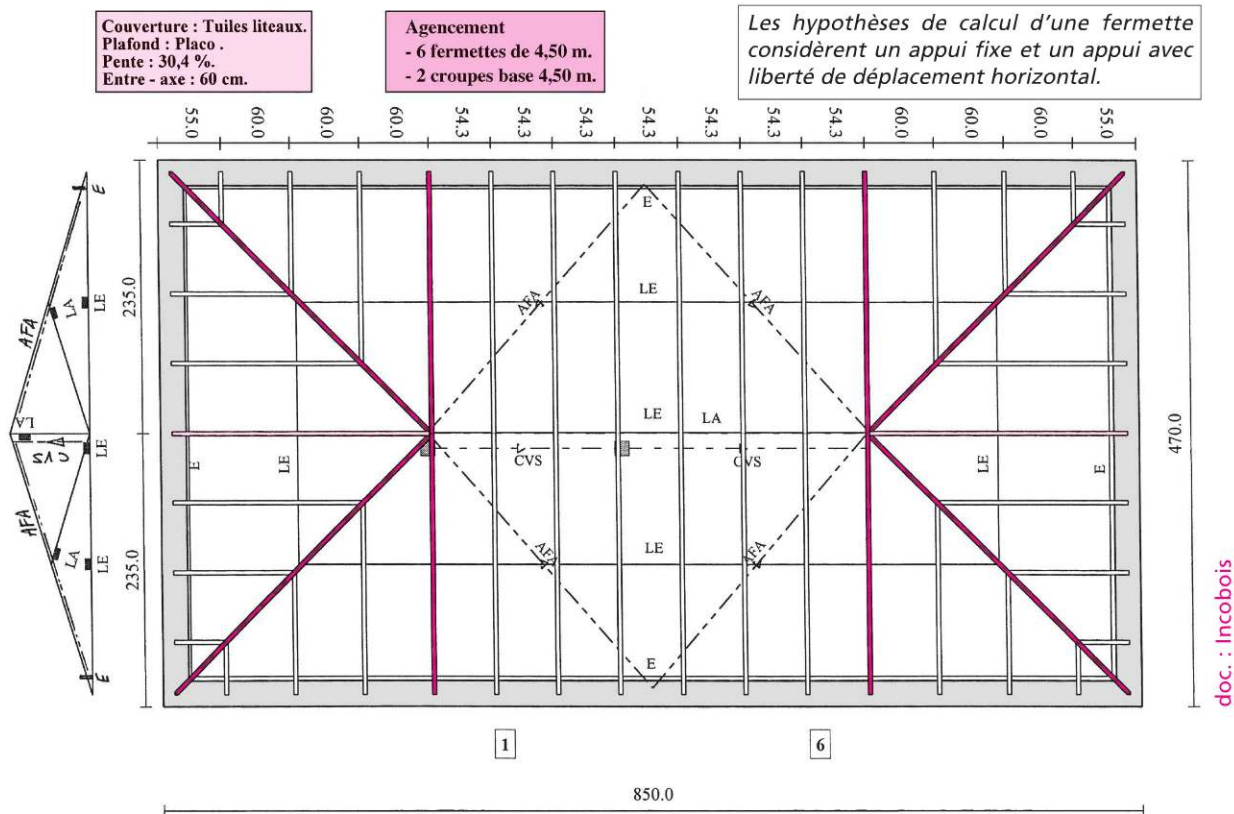


Fig. 79 : Plan de répartition avec dispositifs de stabilité

Nombre de fermes	38	LA : Lisse sous arbalétriers	2,5 x 7,5 cm
CVS : Contreventement de stabilité	2,5 x 7,5 cm	LD : Lisse diagonale	2,5 x 7,5 cm
AFA : Antiflambement sous arbalétriers	2,5 x 10,0 cm	LE : Lisse entrait	2,5 x 7,5 cm
E : Entretoise	3,6 x 9,7 cm	Équerres E5 avec chevilles Hilti	Épaisseur 1,5 mm

► Détail d'une demi-ferme de croupe ► Détails en bas de pente des fermettes

- Le dessin représente l'élévation de la demi-ferme référencée Ae1 sur le plan de répartition globale (fig. 78).
- Les fixations de l'empannon sur la porteuse s'effectuent par pointes crantées ou torsadées de 90°.

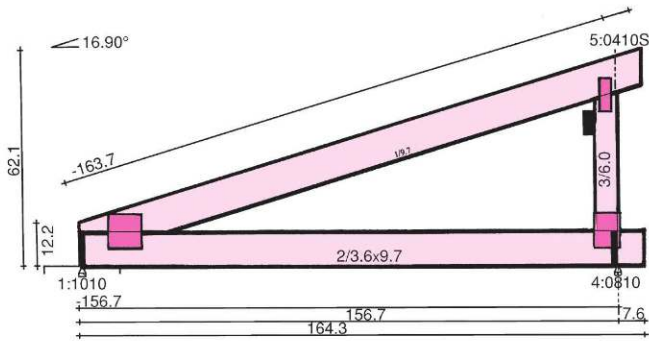


Fig. 80 : Détails cotes et sections

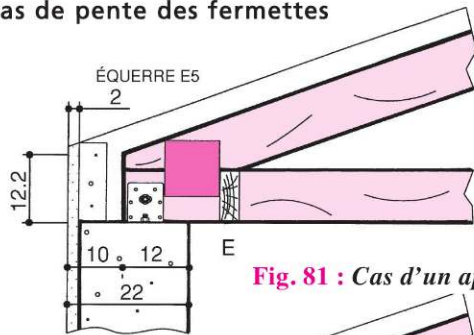
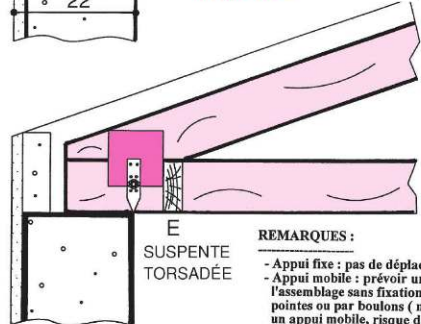


Fig. 81 : Cas d'un appui fixe



REMARQUES :
- Appui fixe : pas de déplacement possible.
- Appui mobile : prévoir un déplacement dans l'assemblage sans fixation excessive par pointes ou par boulons (ne jamais bloquer un appui mobile, risque de sinistre).

Fig. 82 : Cas d'un appui mobile

17. Fiche technique : toiture à croupes et combles perdus

Déroulement des opérations sur le chantier

► Pour la première croupe

- Levage et mise en place d'un demi-caisson (1) sur les murs arasés avec étaieage provisoire par son maintien par un étai appuyé sur la dalle.
- Réglage en position et fixation par équerres ou ferrures d'ancrage sur une sablière.
- Mêmes opérations pour le demi-caisson (2) et solidariser les deux caissons.
- Mise en place des fermes tronquées porteuses (3).

► Pour la deuxième croupe

Les pratiques opératoires sont identiques.

► Suite des opérations de montage et réglage en position (implantation, alignement, verticalité)

L'ordre est indiqué par les numéros cerclés dans la figure 83.

Principe : réalisation des croupes avec fermes tronquées porteuses

- Le procédé de fabrication le plus courant consiste à réaliser en atelier 2 ou plusieurs fermes tronquées et 2 arêtiers reliés par des empannons (cf. fig. 84).
- La méthode avec fermes tronquées et caissons est encore plus rapide pour la mise en œuvre (cf. fig. 83).

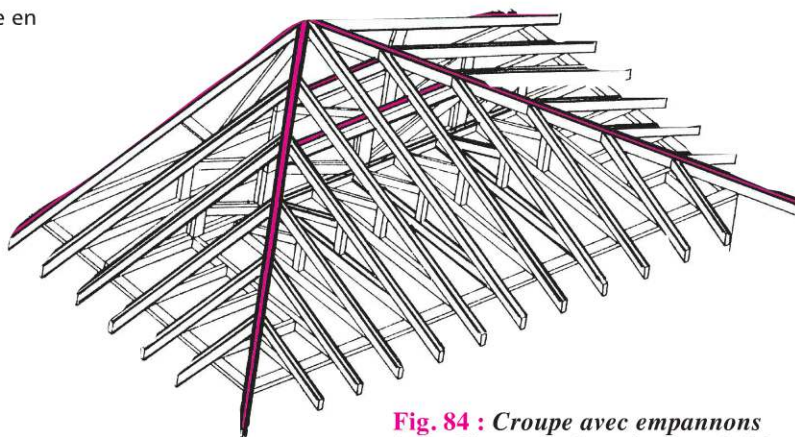


Fig. 84 : Croupe avec empannons triangulés pour toiture à pente faible

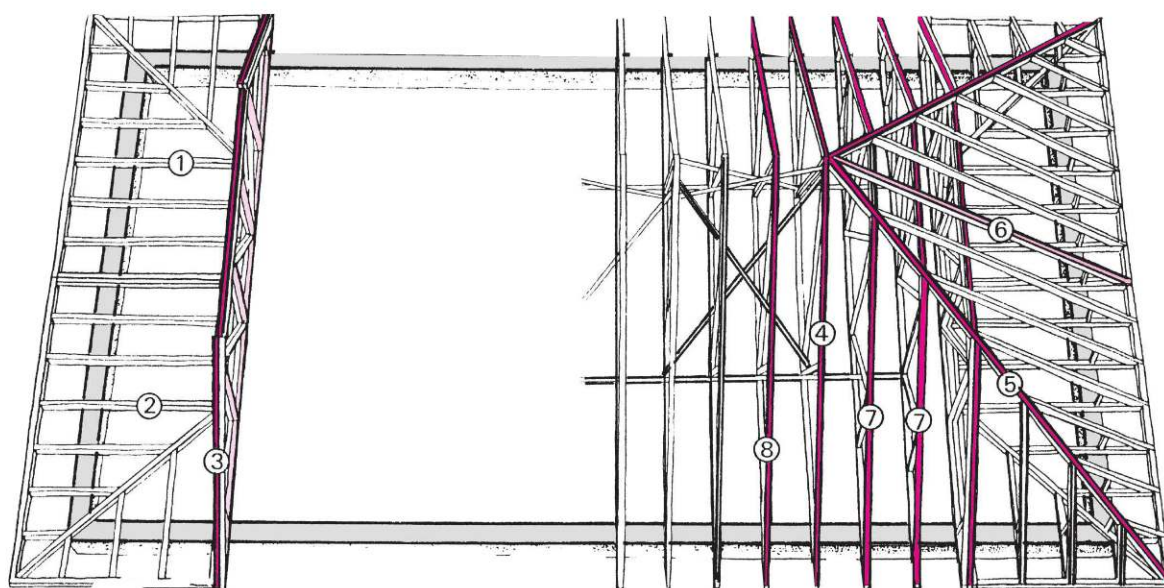
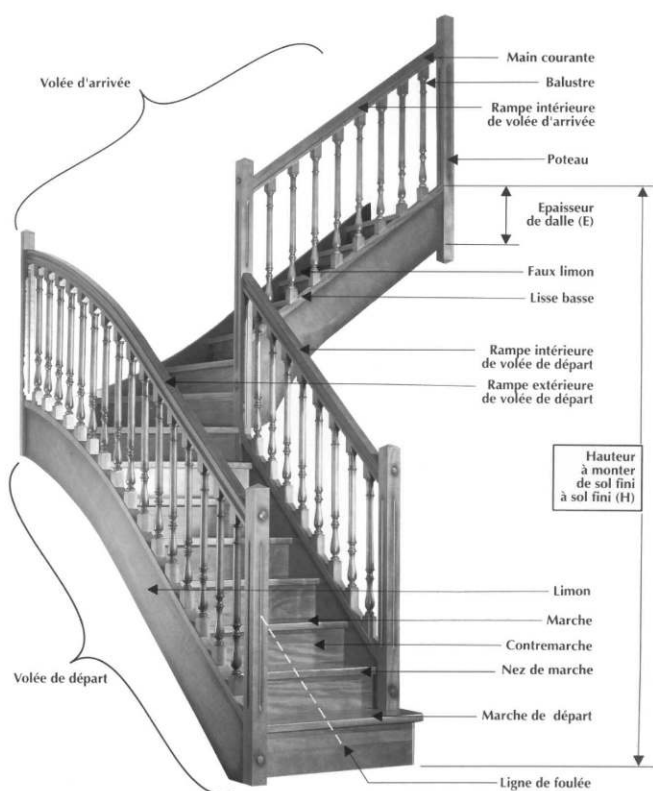


Fig. 83 : Visualisation de la mise en œuvre sur le chantier : toiture à croupes

Escalier en bois

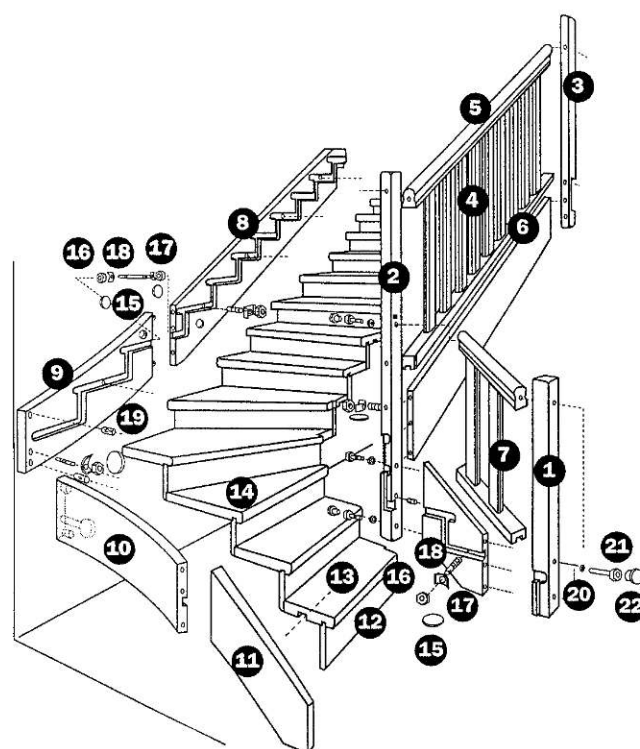
- Termes principaux
- Escaliers préfabriqués avec palier
- Escaliers préfabriqués avec marches balancées
- Balancement des marches

I. Termes principaux



Giron : largeur constante de marche prise sur la ligne de foulée.
Emmarchement : largeur d'escalier.
Ligne de jour : rive des marches d'escalier opposée au côté mur.
Ligne de foulée : ligne fictive avec trace à 50 cm de la ligne de jour.
Collet : largeur de marche du côté de la ligne de jour.
Hauteur d'échappée : hauteur de passage ($> 1,90$ m).
Volée : ensemble marches + contremarches + limons + rampe.
Cage d'escalier : espace ou volume d'emprise d'escalier.
Trémie : évidement dans un plancher pour le passage d'escalier.

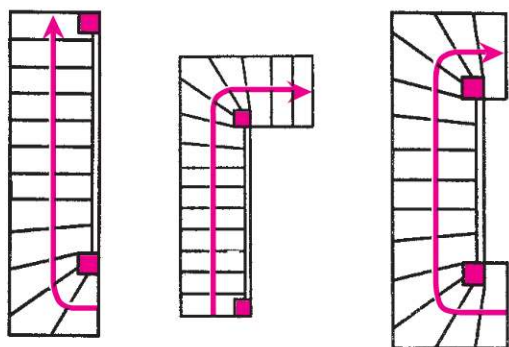
Figure 1 : terminologie



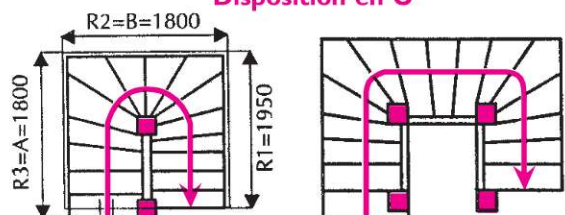
- | | |
|--------------------------------|------------------------------|
| 1 Poteau de départ | 12 Contremarche |
| 2 Poteau intermédiaire | 13 Marche droite |
| 3 Poteau d'arrivée | 14 Marche balancée |
| 4 Balustre | 15 Cache demi-lune Ø 40 bois |
| 5 Main courante | 16 Écrou m8 |
| 6 Lisse basse | 17 Demi-lune métallique |
| 7 Ensemble balustrade rampante | 18 Tige filetée m8 |
| 8 Limon de mur droit arrivée | 19 Tourillon bois |
| 9 Limon quart tournant haut | 20 Rondelle |
| 10 Limon quart tournant bas | 21 Boulon 6 pans creux m8 |
| 11 Limon de mur droit départ | 22 Bouchon Ø 16 bois |

Figure 2 : détails d'assemblage

Disposition en L



Disposition en U



Cotes d'encombrement d'escaliers à noyau central (en mm)

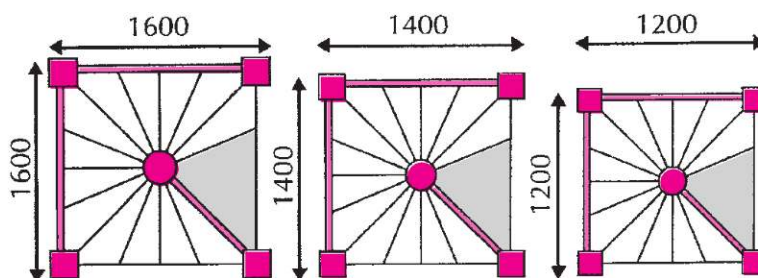
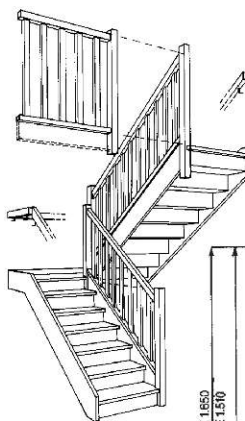
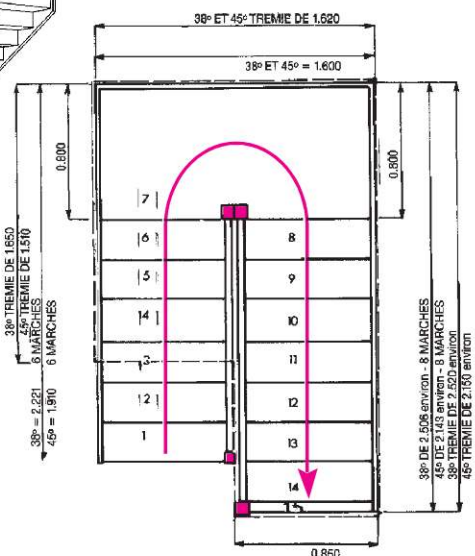


Figure 3 : schémas d'implantation : L ou en U, droits ou balancés

Copyright © 2010 Eyrolles.

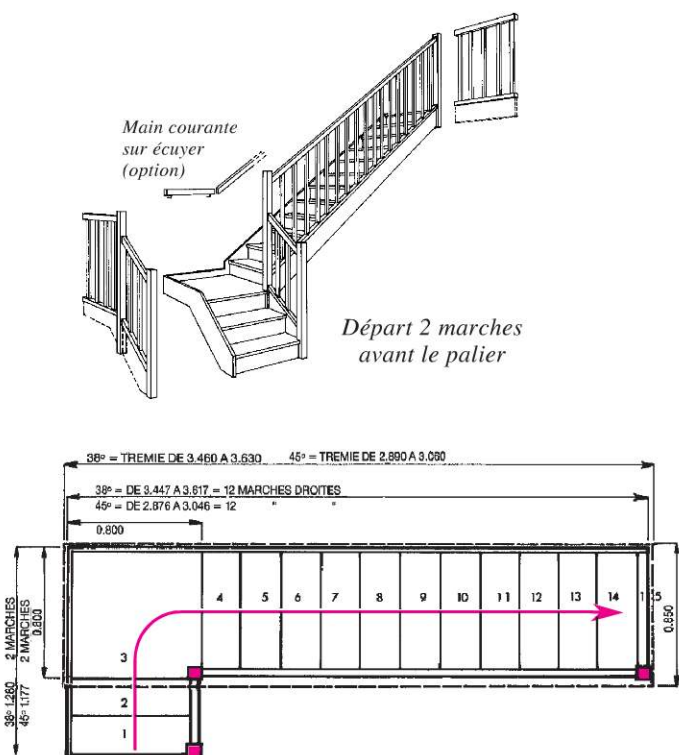


*Principe de réalisation d'escaliers préfabriqués avec palier de repos ou à marches balancées dans le quartier tournant.
Choix des pentes, des essences de bois, des modèles de rampes et des teintes de finition.*



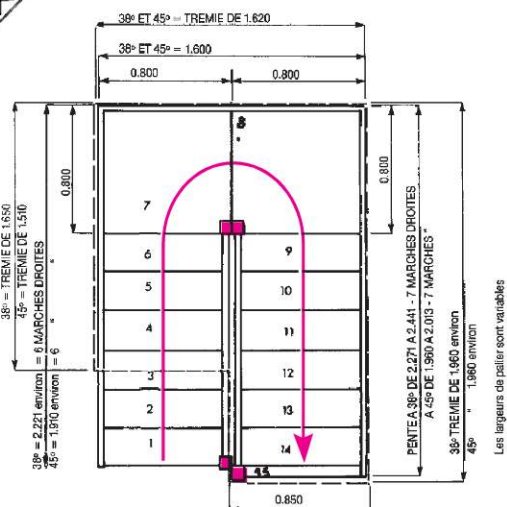
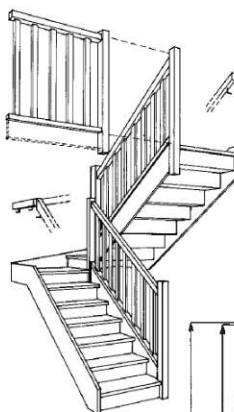
Exemple de hauteur à monter : 2,75		
Pente	38°	45°
Hauteur des marches	15 de 0,1833	15 de 0,1833
Giron	0,2352	0,1833

Figure 6 : escalier en U avec palier



Exemple de hauteur à monter : 2,75		
Pente	38°	45°
Hauteur des marches	15 de 0,1833	15 de 0,1833
Giron	0,2352	0,1833

Figure 5 : escalier en L à palier

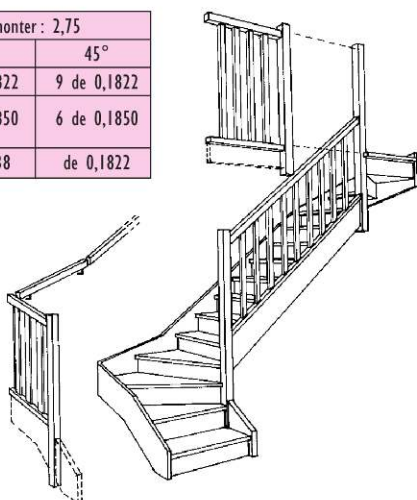


Exemple de hauteur à monter : 2,75		
Pente	38°	45°
Hauteur des marches	15 de 0,1833	15 de 0,1833
Giron	0,2352	0,1833

Figure 7 : escalier en U avec palier à 2 niveaux

3. Escaliers préfabriqués avec marches balancées

Exemple de hauteur à monter : 2,75		
Pente	38°	45°
Hauteur des marches	9 de 0,1822	9 de 0,1822
Hauteur des marches du quartier tournant	6 de 0,1850	6 de 0,1850
Giron	de 0,2338	de 0,1822



Départ 1 marche avant le quartier tournant bas

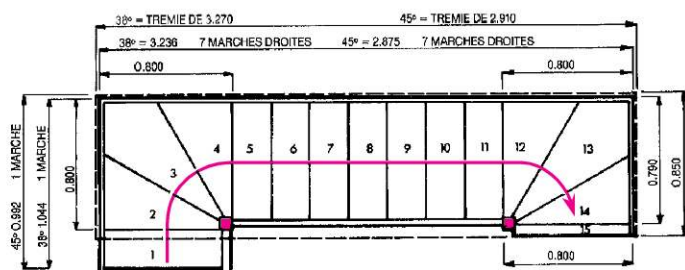
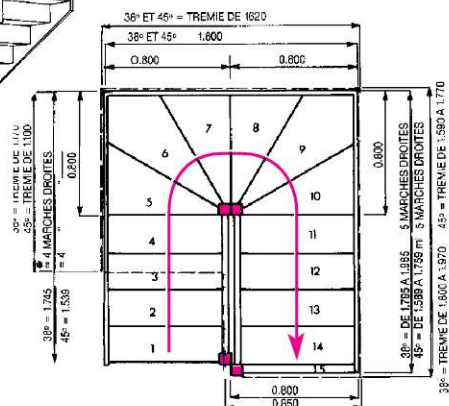
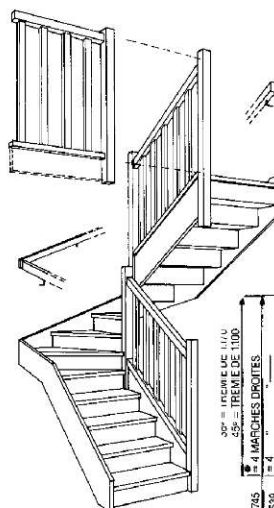


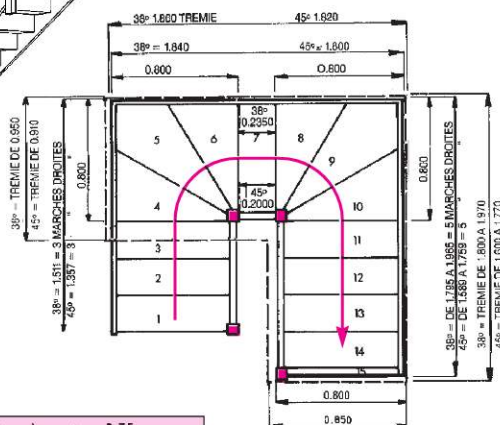
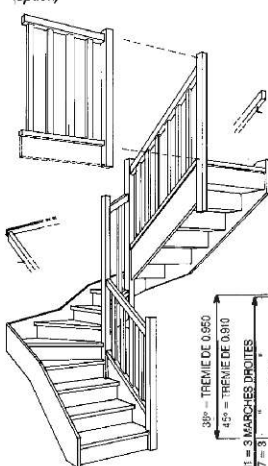
Figure 8 : escalier à quartier tournant bas et haut à marches balancées



Exemple de hauteur à monter : 2,75		
Pente	38°	45°
Hauteur des marches	9 de 0,1822	9 de 0,1822
Hauteur des marches du quartier tournant	6 de 0,1850	6 de 0,1850
Giron	de 0,2338	de 0,1822

Figure 9 : escalier en U à double quartiers tournants à marches balancées sans jour

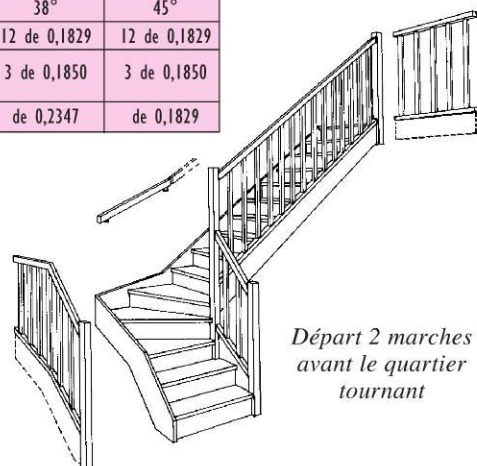
Garde corps de trémie (option)



Exemple de hauteur à monter : 2,75		
Pente	38°	45°
Hauteur des marches	9 de 0,1822	9 de 0,1822
Hauteur des marches du quartier tournant	6 de 0,1850	6 de 0,1850
Giron	de 0,2338	de 0,1822

Figure 10 : escalier en U à double quartiers tournants à marches balancées avec jour

Exemple de hauteur à monter : 2,75		
Pente	38°	45°
Hauteur des marches	12 de 0,1829	12 de 0,1829
Hauteur des marches du quartier tournant	3 de 0,1850	3 de 0,1850
Giron	de 0,2347	de 0,1829



Départ 2 marches avant le quartier tournant

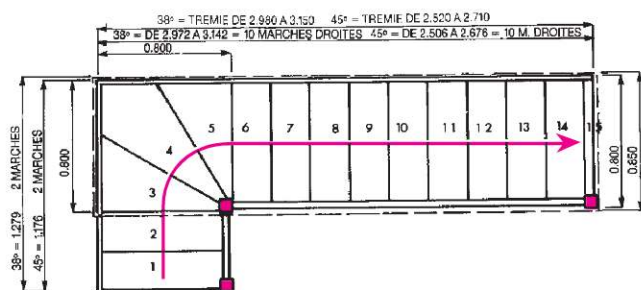


Figure 11 : escalier en L à quartier tournant bas à marches balancées

4. Balancement des marches

Le tracé harmonieux d'un escalier balancé sur mesure facilite la montée et la descente de marche. La **méthode de la herse** est utilisée pour déterminer les marches balancées.

Cas concret du pavillon : rez-de-chaussée + étage

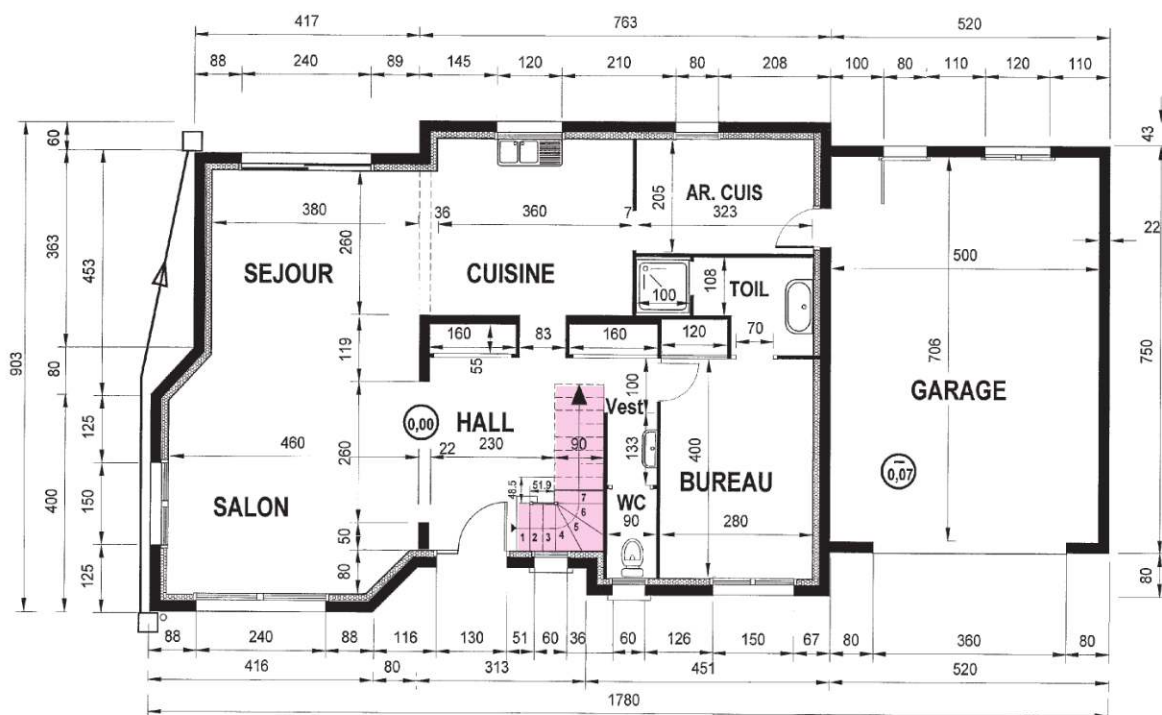


Figure 12 : plan du rez-de-chaussée

Méthode de la herse

Se reporter aux figures 14 à 17.

1. Tracer l'encombrement de l'escalier au sol.

Disposition en L de l'escalier : longueur : 310 cm ; largeur : 167 cm ; emmarchement : 90 cm.

2. Tracer la ligne de foulée et reporter les giron.

Giron calculé de 24,5 cm.

3. Numéroté les nez de marche : N° 1 à 16.

4. Tracer la ligne de partage du quartier tournant.

5. Choisir un nombre impair de marches à balancer.

Exemple : 7 marches balancées.

6. Tracer chaque herse.

Exemple : Herse N°1 (fig. 15) :

- Marches à balancer : N° 2 à 4 et partie N° 5.
- Axe vertical : porter les giron : 3 fois 24,5 cm + giron partiel. On obtient AK.
- Axe horizontal : porter la longueur correspondante des collets : 51,9 cm. On obtient AB.
- Point B : joindre chaque extrémité de giron au point B.
- Point A : tracer un arc de cercle de centre A et de rayon 51,9 cm. On obtient AB'.
- Collets obtenus : $a + b + c + d_1 = 51,9$ cm.

7. Reporter les collets sur l'épure au sol et tracer les nez de marches.

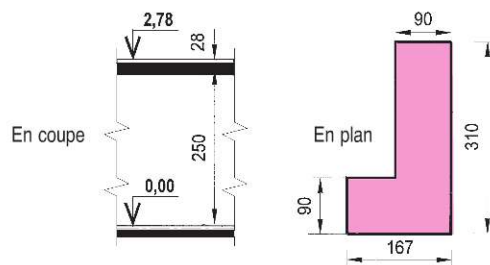


Figure 13 : niveaux et cotes d'encombrement

Renseignements fournis par la lecture des plans :

Hauteur d'étage : 250 cm.

Hauteur à franchir : 278 cm.

Nombre de marches : 15.

Giron : 24,5 cm.

Nombre de contremarches : 16.

Hauteur de contremarche : $278/16 = 17,37$ cm.

Remarques :

- La trace du plan de coupe sur les dessins passe à une hauteur de 1,00 m du sol fini.
- L'escalier est coupé sur les plans, en général, à hauteur de la 7^e contremarche.
- Suivant les cas rencontrés :
 - hauteur des contremarches entre 16 et 18 cm,
 - giron des marches de 24 à 28 cm.
- La marche de départ présente souvent une forme particulière (retour en rectangle ou en demi-cercle).

Prescriptions :

- Hauteur minimale de garde-corps : 100 cm.
- Hauteur minimale de rampe : 90 cm.
- Espacement maximal entre barreaux d'une rampe : 11 cm.

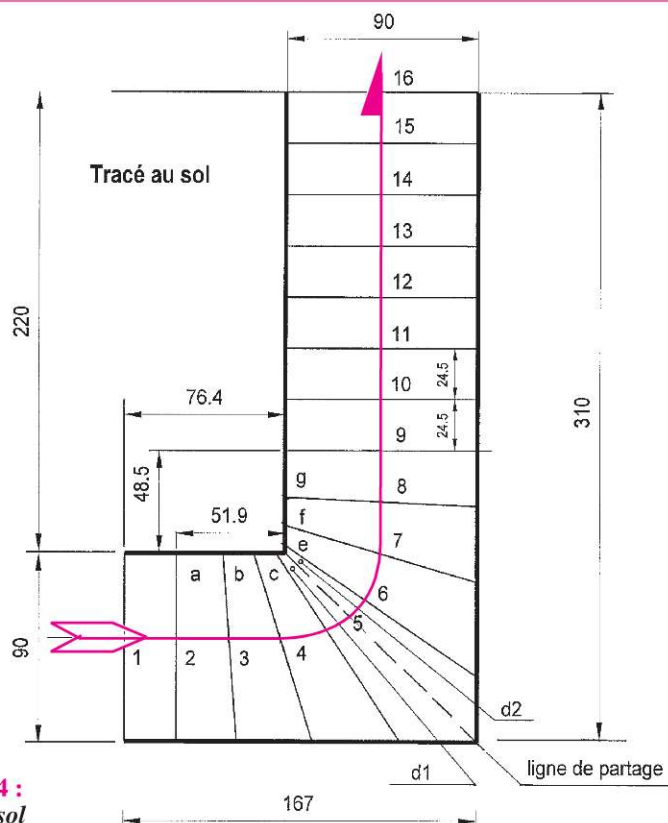


Figure 14 :
tracé au sol

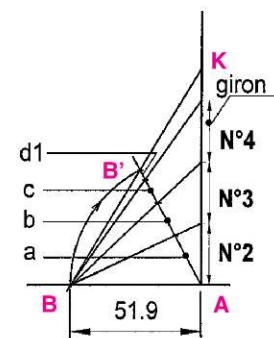


Figure 15 : herse n° 1

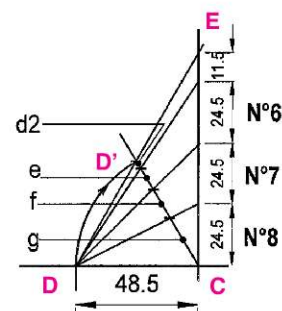


Figure 15 : herse n° 2

Tracé de la herse N° 2 (fig. 15)

Objet : obtenir les collets permettant de tracer les nez de marches balancées N° 6 à N° 8.

- 1 Porter sur un axe vertical les giron cumulé des marches N° 8 jusqu'à la ligne de partage. On obtient le segment CE.
- 2 Porter en horizontale à partir de C la longueur des collets : 48,5 cm. On obtient le segment CD.
- 3 Tracer un arc de cercle de centre C et de rayon CD pour obtenir D' et CD'.
- 4 Tracer, à partir du point D, les lignes joignant chaque giron à CE. On obtient les collets g, f, e, d₂ sur le segment CD'.

Remarque : Les giron sur la ligne de foulée et les collets obtenus sur la ligne de jour déterminent les nez des marches balancées N° 6, N° 7, N° 8.

Tracé des crémaillères
Exemple : côté mur.

À partir de l'épure au sol, on effectue :

- 1 le tracé des horizontales par report cumulé des hauteurs de contremarches,
- 2 le tracé des verticales, comme indiqué sur la figure ci-contre,
- 3 l'intersection horizontale/verticale, qui donne la position des nez de marches avec les numéros,
- 1 le tracé des limons, qui s'obtient par parallélisme aux nez de marches en lissant la courbe.

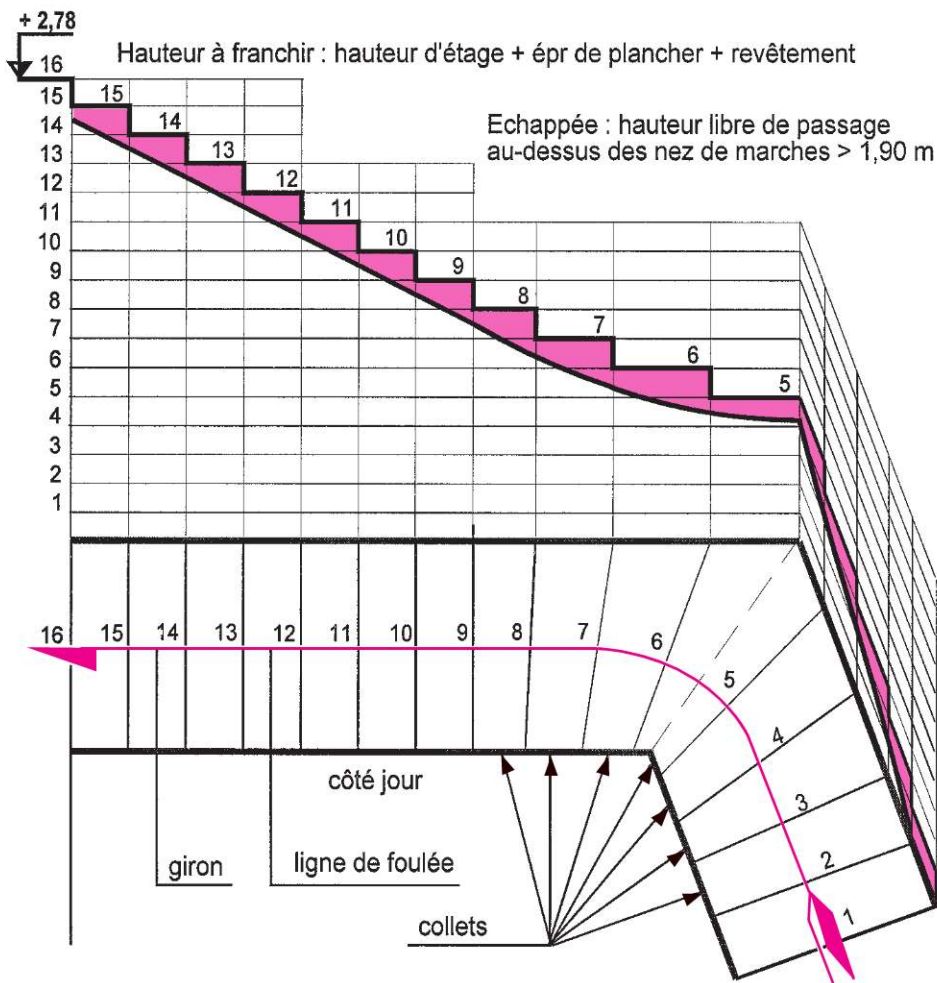


Figure 16 : épure au sol et tracé côté mur

Couverture en tuiles

- Avant-projet : façades et vues en plan
- Les points essentiels d'un toit
- Éléments de descriptif : lot couverture en tuiles
- Prescriptions particulières
- Tuiles en microbéton de type « Plein Ciel »

I. Avant-projet : façades et vues en plan

I.1. Les façades

Cet avant-projet sert à montrer l'aspect de la construction et les lignes de la toiture.

Il contient :

- la projection horizontale du toit (voir le plan de l'étage, fig. 4) ;
- la disposition et l'agencement des façades avec les lignes de toiture : faîtages, arêtières des croupes, noue à l'intersection des versants, rives en pignon et en bas de versant, souche de cheminée (fig. 1 à 3).

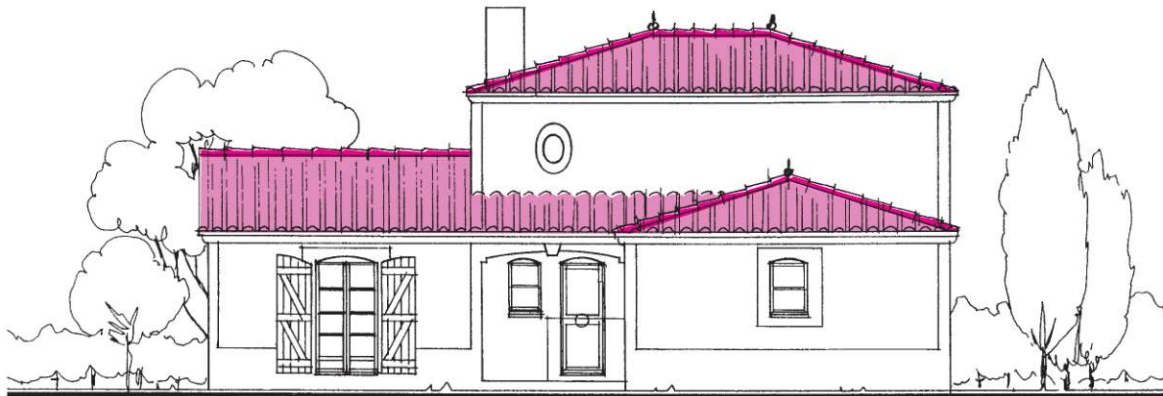


Figure 1 : façade Ouest

Elle fait apparaître les croupes des versants et une partie de toiture à deux pans.



Figure 2 : façade Sud

Elle montre la disposition en croupes au-dessus du garage et des chambres 3 et 4 de l'étage.

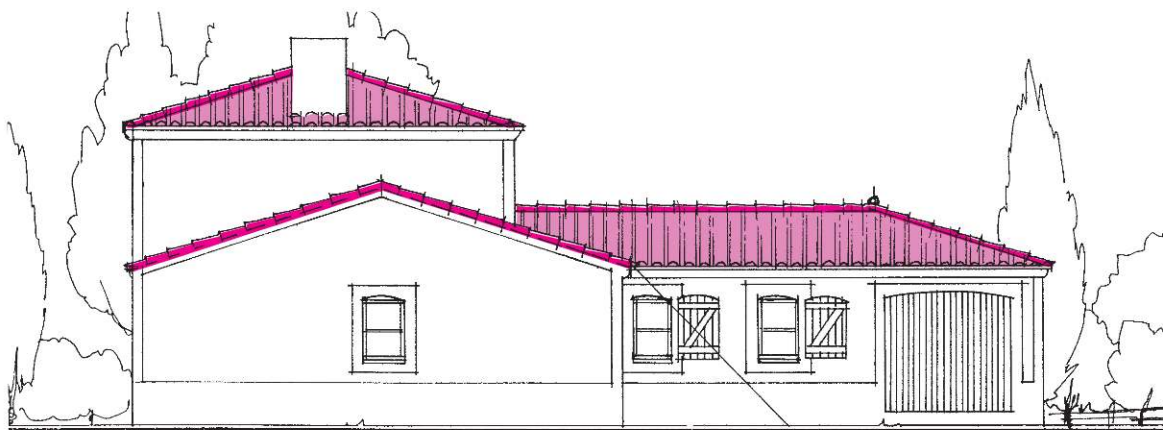


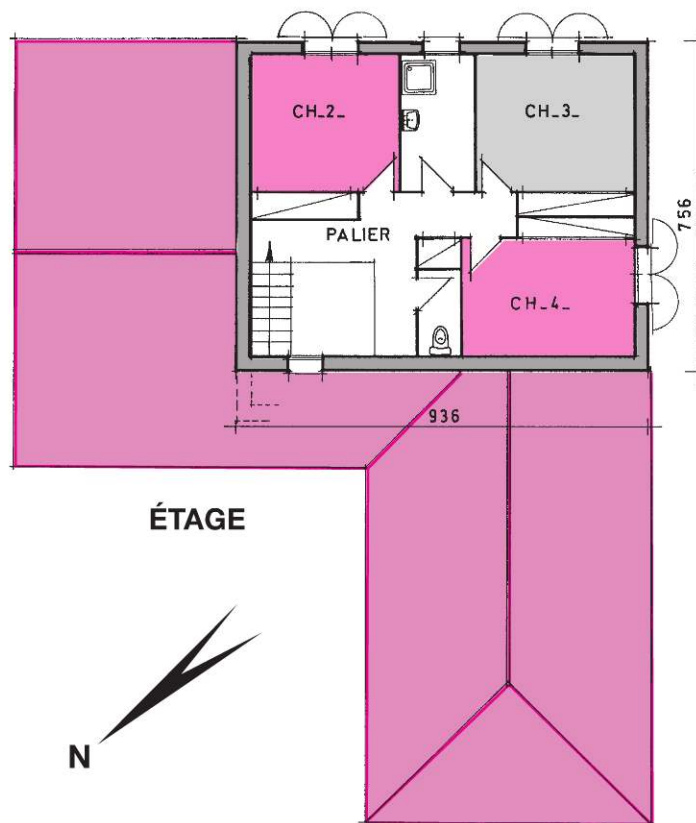
Figure 3 : façade Nord

Elle met en évidence le pignon qui limite la pièce bureau et la chambre 3 ainsi que la ligne de la noue en projection frontale.

1.2. Implantation du pavillon

La vue en plan du rez-de-chaussée est en forme de L.

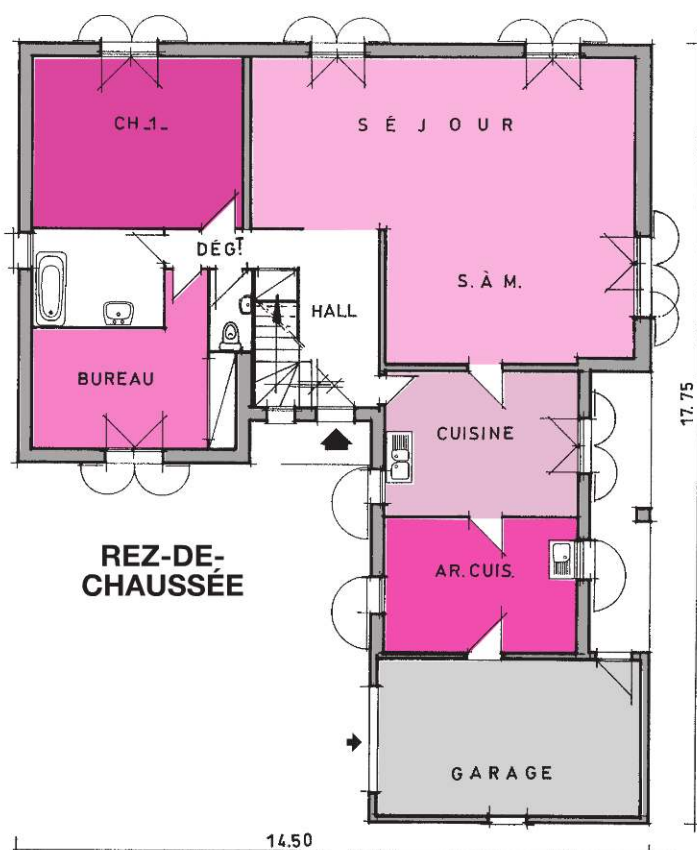
La vue en plan de l'étage a la forme d'un rectangle peu allongé.



Étage

Palier	8,21
WC	1,82
Toil.	5,27
Ch. 2	10,54
Pl.	1,45
Ch. 3	10,54
Pl.	1,00
Ch. 4	10,53
Pl.	1,00
SH	50,36 m²

Figure 4



RdC

Hall	7,73
WC	1,80
Pl.	0,50
Cuisine	14,75
Arr.-cuis.	13,41
Salon	51,75
Séjour	
Dégt	2,64
Bains	6,96
Bureau	12,06
Pl.	1,35
Ch. 1	18,96
SH	131,91 m²
Garage	20,86 m²
Surface totale habitable: 182,27 m²	

Figure 5

2. Les points essentiels d'un toit

□ Pente suffisante en fonction :

- du type de tuile : conditions minimales de mise en œuvre du produit suivant la notice technique ;
- de la région climatique et du site : action conjuguée de la pluie, du vent ou de la neige.

□ Longueur du versant

Tenir compte de la charge d'eau à évacuer en bas de la pente et de la vitesse d'évacuation, même en cas de vent contraire.

□ Mode d'assemblage des tuiles

L'étanchéité est la fonction première recherchée. Elle dépend de la qualité du matériau, terre cuite ou microbéton teinté, et de la qualité des assemblages de la tuile. Le mode d'assemblage des tuiles peut être :

- un simple ou double recouvrement,
- un simple ou double emboîtement,
- un recouvrement par glissement selon la pente.

Exemples de produits Lafarge Couverture :

- tuile à double emboîtement et double recouvrement (tuile Gallo-Romane ci-après) ;
- tuile à emboîtement longitudinal et à glissement (Plein ciel évolution).

Remarques :

- L'emboîtement permet l'assemblage de deux tuiles contiguës comportant une ou plusieurs parties en relief appelées nervures et une ou plusieurs parties en creux appelées cannelures.
Emboîtement longitudinal → assemblage de deux tuiles de rang horizontal.
Emboîtement transversal → assemblage de tuiles de deux rangs contigus.
- Pentes et recouvrements minimaux sont prescrits pour chaque type de tuile ou modèle, suivant la forme, l'état de surface, les emboîtements, la zone, le site, la longueur de rampant, avec ou sans écran d'étanchéité sous la toiture.

□ Aération, ventilation de la toiture (fig. 11 et 12)

Condition essentielle au fonctionnement et à la durabilité des bois de charpente et des supports, et à celle de la tuile soumise à des condensations en sous-face.

Orifices de ventilation nécessaires : closoirs ou chatières.

□ Prévision ou non d'un écran sous toiture, étanche à l'eau mais perméable à l'air

L'écran empêche les infiltrations sous vent violent et en cas de neige poudreuse ou en cas de trop faible pente. Une ventilation minimale est toujours nécessaire.

□ Résistance aux gels et dégels successifs qui entraîne la durabilité du produit

Il est primordial de s'assurer de la garantie offerte dans le temps par le fabricant.

□ Aspect général du toit

De l'extérieur, c'est le toit de la maison qui se voit en premier : importance du choix des teintes de tuiles et des accessoires, des formes du toit ou volumes, de l'environnement, du vieillissement rapide ou lent du matériau de couverture.

□ Maintenance du toit

Il s'agit surtout des points sensibles aux infiltrations par déformations de la charpente, engorgements par des poussières, dilatations ou retraites, etc. Points sensibles : faitages, arêtiers, noues en particulier, ainsi que les entourages de cheminées.

Les réparations éventuelles doivent pouvoir s'effectuer sans dégâts excessifs.

□ Préservation des entrées d'insectes ou d'oiseaux

Utilisation de grillages de protection PVC en bas de pente, ou des chatières grillagées.

□ Dimensionnement suffisant des dispositifs d'évacuation

Conformément aux surfaces de toit collectées :

- développement en largeur des bandes de noues,
- des gouttières demi-rondes, nantaises, havraises, etc.

□ Entretien minimal des supports extérieurs en bois ou dérivés

Exemples :

- avancée de toit par chevrons + lambris en bas de pente ;
- rives ou dépassement de toit en pignon avec pannes + chevrons + lambris.

□ Isolation thermique ou non à prévoir pour les rampants suivant la destination des combles

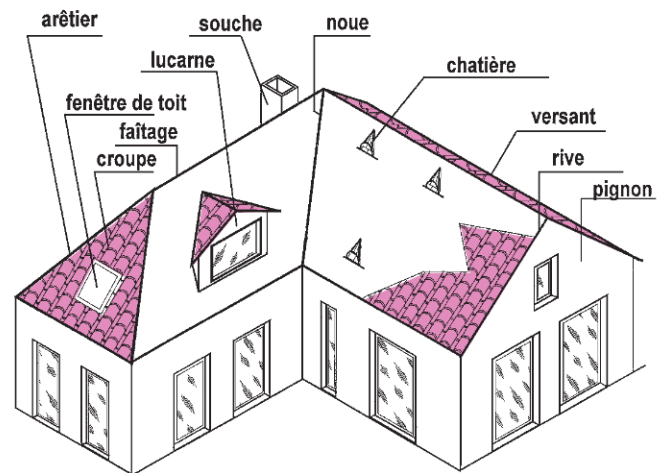


Figure 6 : terminologie

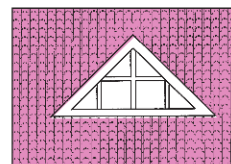


Figure 7 : outeau

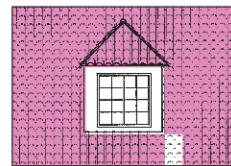


Figure 8 : lucarne à croupes

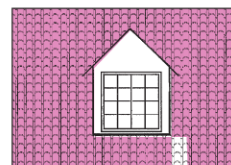


Figure 9 : lucarne à fronton

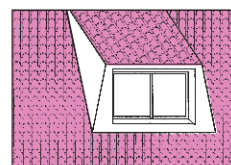


Figure 10 : lucarne rampante

Figure 13 : détail de gouttière

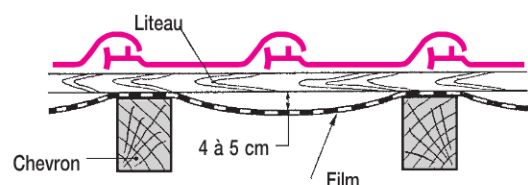


Figure 14 : écran étanche

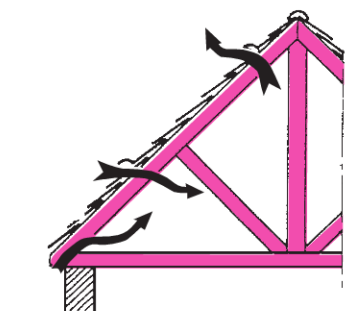


Figure 11 : principe de ventilation des couvertures ; cas d'un comble libre sans écran

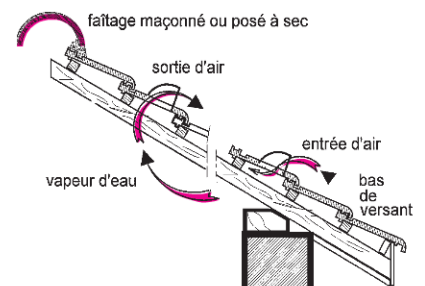
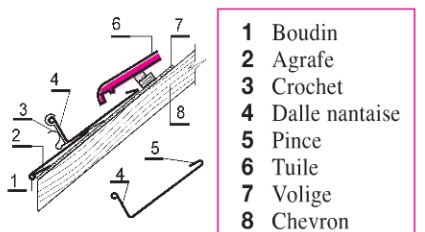


Figure 12 : ventilation par chatières



- 1 Boudin
- 2 Agrafe
- 3 Crochet
- 4 Dalle nantaise
- 5 Pince
- 6 Tuile
- 7 Volige
- 8 Chevron

3. Éléments de descriptif : lot couverture en tuiles

Nature des travaux : couverture en tuiles de terre cuite Gallo-Romane avec façon des rives, faîtages, arêtiers et étanchéité autour de la souche (Solin).

❑ Caractéristiques de la Gallo-Romane (GR13)

- Longueur hors tout : 44 cm.
- Largeur hors tout : 27,5 cm.
- Pureau longitudinal : 36,3 cm.
- Largeur utile : 21,7 cm.
- Nombre au m² : 12,7.
- Masse à l'unité : 3,4 kg.
- Masse au m² : 43,2 kg.
- Type : tuile à double emboîtement et double recouvrement.
- Tuile pour toits à faible pente.
- Mode de pose à joints droits.

❑ Désignation des coloris

Ocre, paille, brun masse, brun vieilli, tons variés, Silvacane Littoral, Silvacane Xahara. Ces coloris sont en harmonie avec différents styles régionaux. Coloris retenu : Silvacane Littoral.

❑ Accessoires pour faîtages, arêtiers, rives, émergences



Figure 15 : tuile Gallo-Romane (GR 13)

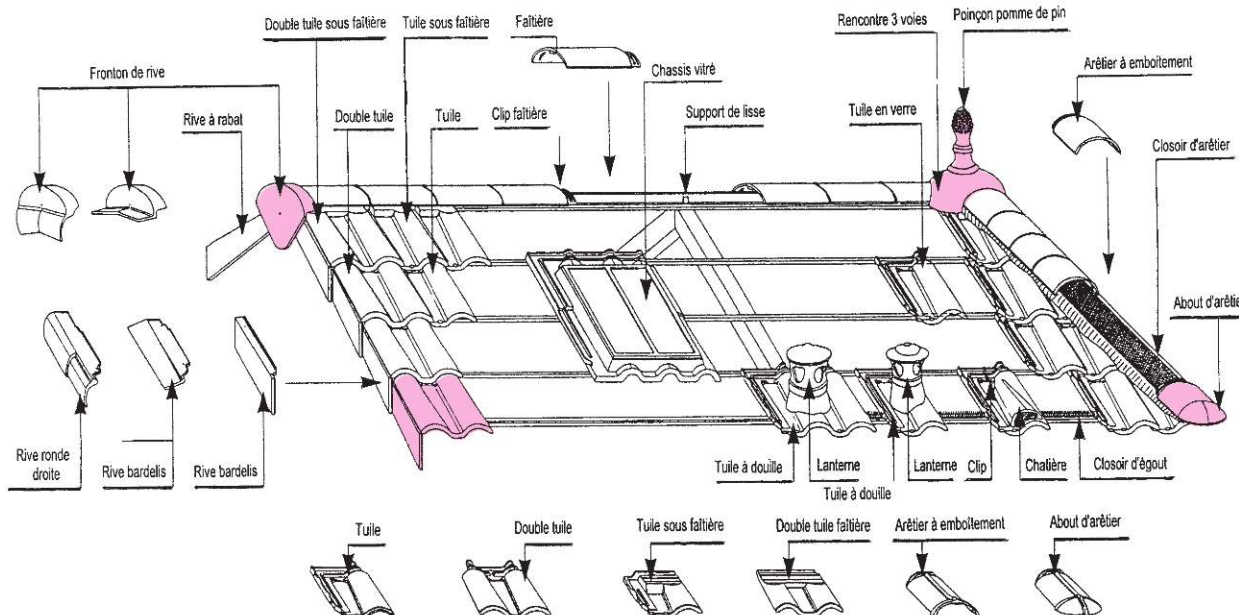


Figure 16 : tuiles et accessoires

❑ Zones climatiques

► Zone 1 :

Tout l'intérieur du pays : à une altitude < 200 mètres.

► Zone 2 :

Côtes de l'Atlantique sur 20 km de profondeur, de Lorient à la frontière espagnole.

Transition de 20 km entre la zone 1 et 3 sur les côtes de la mer du Nord, de la Manche et de la Bretagne.

Altitudes comprises entre 200 et 500 m.

► Zone 3 :

Côtes de la mer du Nord, de la Manche et de l'Atlantique jusqu'à Lorient, sur une profondeur de 20 km.

Vallée du Rhône jusqu'à la pointe des trois départements : Isère, Drôme et Ardèche.

Provence, Languedoc-Roussillon, Corse.

Altitudes > 500 m.

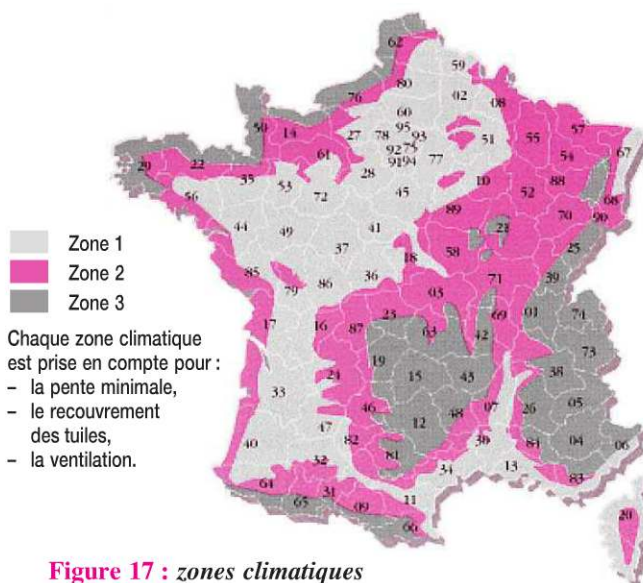


Figure 17 : zones climatiques (concomitance vent/pluie)

□ Définition des sites

D'après le DTU 40-24 :

► **Site protégé** : fond de cuvette entouré de collines sur tout son pourtour et protégé ainsi du vent quelle que soit sa direction. Terrain bordé de collines sur une partie de son pourtour correspondant à la direction du vent.

► **Site normal** : plaine ou plateau pouvant présenter des dénivellations peu importantes, étendues ou non (vallonements, ondulations).

► **Site exposé** : au voisinage de la mer, le littoral sur une profondeur d'environ 5 km, le sommet des falaises, les îles ou presqu'îles étroites, les estuaires ou baies encaissées et profondément découpées dans les terres.

À l'intérieur du pays, les sites exposés sont les vallées étroites où le vent s'engouffre, les montagnes isolées et élevées.

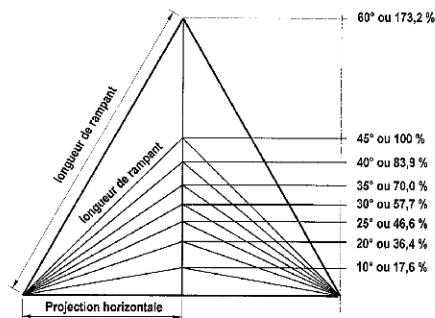
Tableau 1 : pentes minimales admissibles en % (sans écran)

Longueur des rampants en projection horizontale									
	jusqu'à 6,50 m			de 9,50 à 12 m			de 5,50 à 9,50 m		
Zones	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Site protégé	22 %	24 %	27 %	26 %	28 %	30 %	27 %	30 %	35 %
Site normal	25 %	27 %	30 %	28 %	32 %	36 %	32 %	35 %	40 %
Site exposé	33 %	37 %	40 %	35 %	39 %	43 %	42 %	45 %	50 %

Tableau 2 : pentes minimales admissibles en % (avec écran)

Longueur des rampants en projection horizontale									
	jusqu'à 6,50 m			de 9,50 à 12 m			de 5,50 à 9,50 m		
Zones	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Site protégé	19 %	21 %	23 %	22 %	24 %	26 %	23 %	26 %	30 %
Site normal	21 %	23 %	26 %	24 %	27 %	31 %	27 %	30 %	34 %
Site exposé	28 %	32 %	34 %	30 %	33 %	37 %	36 %	39 %	43 %

Figure 18 : pentes en % et en degrés



□ Fixation des tuiles en plan carré

Tableau 3 : tuiles posées ou fixées

Pentes en %	Régions 1 et 2 Site normal et protégé	Régions 1 et 2 Site exposé
		Région 3 tous sites
P < 100 %	Libres	1/5*
100 % < P < 175 %	1/5*	1/5*
P > 175 %	Toutes	Toutes

* Une tuile sur cinq fixée en quinconce. En rive et à l'égout, toutes les tuiles sont fixées.

□ Ventilation

Se reporter à la figure 19.

► Circulation permanente de l'air

La ventilation est indispensable pour un bon comportement dans le temps des matériaux constitutifs de la toiture et pour éliminer les risques de condensation en sous face de tuile.

Il s'agit de conserver le bon état du bois de charpente, des supports de couverture et de la tuile elle-même.

En cas d'isolation thermique sous rampant, l'isolant ne doit pas être en contact avec les liteaux supports des tuiles. Il faut réserver un espace de **hauteur minimale de 2 cm** sous les liteaux pour la circulation d'air.

Si un écran étanche à l'eau mais perméable à l'air est disposé sur les chevrons de la charpente, pour éviter les infiltrations (poussière, neige poudreuse), il est prescrit :

- de disposer l'écran entre chevrons ou fermettes, sans le tendre,
- de préserver une flèche de 4 à 5 cm de l'écran, entre supports consécutifs, pour le passage d'air.

► Principe

La ventilation consiste à assurer des entrées d'air le plus près possible de l'égout de toit et des sorties d'air le plus près possible du faîtage. Il faut une bonne répartition des entrées et sorties pour ventiler efficacement toute la sous-face du toit.

À titre indicatif, pour un toit sans écran étanche, on compte une chatière pour 25 m² de toit et un minimum de trois chatières par versant (deux en bas et une en haut).

Il est recommandé de se conformer au tableau ci-contre en fonction du type de comble et de la tuile utilisée.

► Sections totales des orifices de ventilation

Elles dépendent du type de comble conformément au tableau ci-contre pour les tuiles en terre cuite. On utilise généralement des chatières réparties par moitié entre partie basse du versant et pour l'autre moitié au voisinage du faîtage (fig. 32). On effectue également un égout ventilé et un faîtage ventilé à l'aide de closoirs (éléments ajourés) qui permettent la circulation d'air.

Type de couverture	Orifices de ventilation
	$S \geq 1/5\ 000$
	$S_1 \geq 1/5\ 000$ $S_2 \geq 1/3\ 000$
	$S \geq 1/3\ 000$
	$S_1 \geq 1/5\ 000$ $S_2 \geq 1/3\ 000$

Figure 19 : types de couvertures

4. Prescriptions particulières

4.1. Écartement des liteaux, ou pureau

Objet : espacement des liteaux pour parfait emboîtement des tuiles.
Le pureau se détermine par le processus suivant :

- prendre 11 tuiles au hasard ;
- disposer à l'envers ces tuiles sur un plan (planche, madrier etc) ;
- relever la longueur maximale L_{max} en « tirant » sur les tuiles, et la longueur minimale L_{min} en « serrant » les tuiles ;
- déterminer le pureau moyen : $(L_{max} + L_{min})/20$.

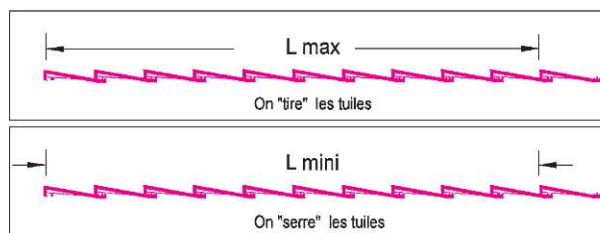


Figure 20 : pureau moyen : $(L_{max} + L_{min})/20$

4.2. Rives d'égout

Tuiles passantes de 50 mm au moins avec double liteau pour uniformiser la pente en bas de versant.

Localisation : en périphérie des versants de couverture suivant plans et élévations.

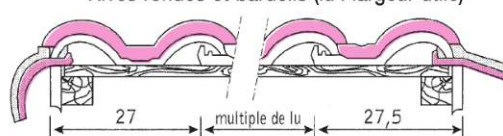
4.3. Rives de pignons

Se reporter à la figure 21.

- Fixation par clips métalliques sur fourreaux de rive scellés dans le rampannage.
- Mise en place d'un fronton correspondant à la rive (fixation par vis inox).
- Trois choix possibles de finitions de rive :
 - rives à rabat,
 - rive ronde,
 - rives bardelis.
- Localisation : façade Nord.

Pose à joints droits (cotes utiles en cm)

Rives rondes et bardelis (lu : largeur utile)



Rives à rabat (lu : largeur utile)

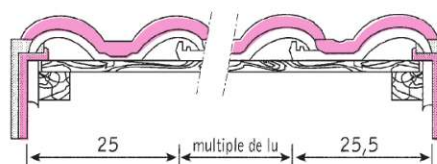


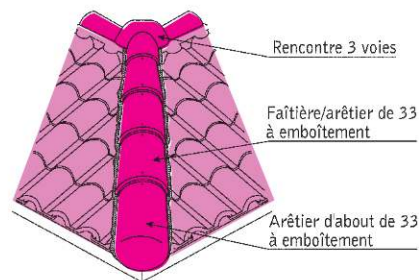
Figure 21 : rives de pignon



Figure 22 : accessoires de rives et abouts

4.4. Noue

- Bande de noue en zinc, de développement 0,60 m, fixée en libre dilatation sur voligeage d'épaisseur 15 mm traité au lot charpente.
- Noue demi-fermée.
- Tuiles passantes de 80 mm en tranchis biaux, disposées sur double liteau.
- Fixation par pannetons métalliques (une sur deux) des tuiles coupées.
- Localisation : intersection des versants façade Nord.



4.5. Arêtières

Se reporter à la figure 23.

- Mise en place de tuiles d'arêtier à emboîtement en rampants et de tuile d'about aux extrémités.
- Mise en place d'une rencontre trois voies au raccordement arêtières et faîtière.
- Pose à sec recommandée avec un closoir ventilé.

Le système de pose à sec permet de désolidariser les faîtières/arêtières et facilite les interventions éventuelles.

Les tuiles sont tranchées à la disceuse à eau.

Localisation : croupes (voir élévation des façades, figures 1 à 3).



Figure 23 : accessoires d'arêtières

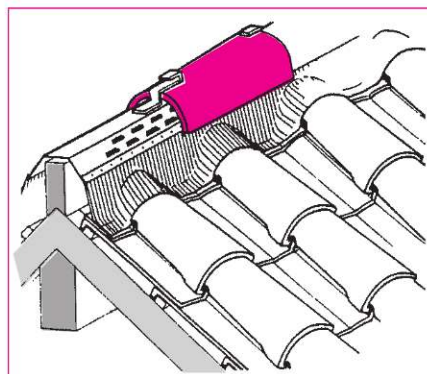
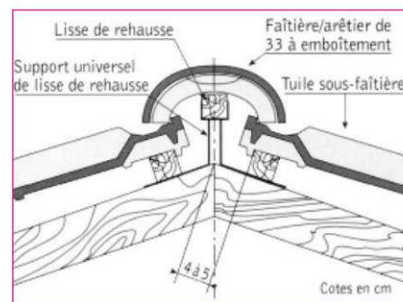
4.6. Faîtages

Se reporter aux figures 24 à 28.

- Faîtage à sec avec closoir de faîtage en PVC.
- Closoir disposé sur lisse de rehausse filante en sapin traité, maintenue par un support de type universel.
- Utilisation de faîtières demi-rondes à recouvrement, dans le coloris des tuiles. Elles seront fixées à l'aide de clips métalliques inoxydables.

Figure 24 : faîtage

D'une mise en œuvre rapide, le faîtage à sec permet une ventilation complémentaire. Il désolidarise les tuiles faîtières de la couverture. Il évite toute fissuration lorsque la charpente prend son assise ou lors du remplacement éventuel d'une tuile ou d'une faîtière.



Crochet de fixation pour tuiles de faîtage et d'arêtier

Figure 25 : pose à sec du faîtage ventilé

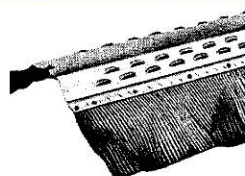


Figure 26 : closoir aéré pour tuiles à ondes très profondes zinc plomb

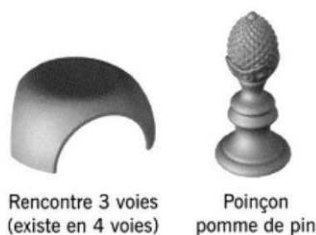


Figure 27 : rencontre et poinçon

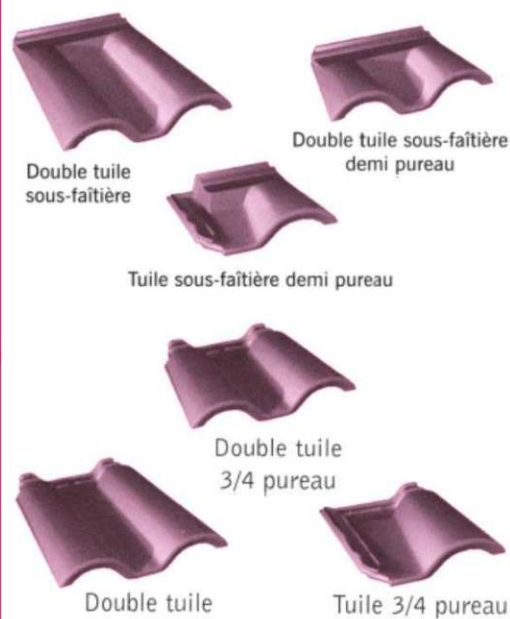


Figure 28 : pour une souplesse de calepinage

- Mise en place d'accessoires « poinçon pomme de pin » aux raccords arêtiers et faîtage.
- **Localisation : voir lignes de faîtage sur les façades en élévation** (fig. 1 à 3).

4.7. Souche de cheminée

Entourage de cheminée en zinc, avec pinces latérales et arrière, disposé sur voligeage en sapin traité.

L'étanchéité est réalisée par un solin de toiture au mortier bâtard (fig. 29).

L'étanchéité par fixation mécanique d'une bande inox avec joint de mastic ne sera pas admis.

Raccordement sur tuiles par une bavette de plomb adaptable aux contours des tuiles pour l'étanchéité à la pluie.

Localisation : voir élévation des façades (Nord, Sud, Ouest).

4.8. Sortie de ventilation : VMC et ventilation primaire EU/EV

Utilisation de tuiles spéciales à douille et lanterne d'aération de diamètre approprié (fig. 31 et 32).

- Tuile à douille de diamètre 175 mm pour Ventilation Mécanique Contrôlée et lanterne correspondante.
- Tuile à douille de 120 mm pour ventilation EU/EV et lanterne de diamètre correspondant.

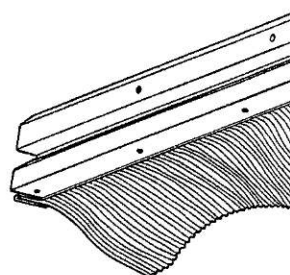


Figure 29 : bande de solin zinc plomb



Figure 30 : tuile chatière grillagée; ouverture de 21 cm²



Figure 31 : tuile à douille « Ø 120 » et lanterne Ø 120



Figure 32 : tuile à douille « Ø 175 » et lanterne Ø 175

5. Tuiles en microbéton de type « Plein Ciel »

Extrait de fiche technique

Le matériau de base est un mortier constitué de sables siliceux, de ciment portland et de pigments minéraux spécifiques. Les pigments colorés contribuent à la résistance de l'épiderme face à l'usure due au temps, à la pluie, au vent, à la neige, à l'exposition au soleil et à la pollution atmosphérique.

La tuile d'appellation « Plein Ciel » est une tuile grand moule à fort galbe (voir caractéristiques dimensionnelles), à recouvrement par glissement qui permet de l'adapter à toutes les longueurs de rampants, sans coupes nécessaires.

La garantie du fabricant (Lafarge Couverture) est de 30 ans contre les effets du gel.

Caractéristiques

Longueur hors tout : 42 cm.

Largeur hors tout : 33,2 cm.

Pureau longitudinal : de 34,5 à 31,5 cm.

Largeur utile : 30 cm.

Nombre au m² : 9,6 à 10,6.

Poids unitaire : 4,2 kg.

Poids au m² : 40,3 à 44,5 kg suivant le recouvrement.

Type : tuile à emboîtement longitudinal et à glissement.

Mise en œuvre à joints croisés ou à joints droits.

Remarque : Le matériau composite Topland permet d'obtenir par sa composition une richesse de coloris et une patine naturelle.

- ① Topland
- ② Emboîtement surélevé par rapport à la surface d'écoulement
- ③ Nez façonné tradition
- ④ Assemblage transversal à glissement



Figure 33 : tuile « Plein Ciel »

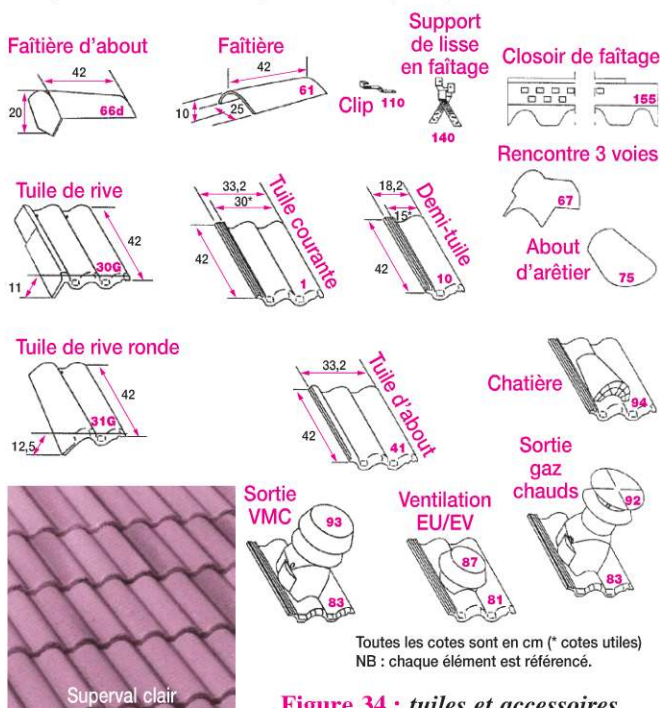


Figure 34 : tuiles et accessoires

Fixation des tuiles en plan carré

Tableau 4

Pentes en %	Site protégé et normal		Site exposé	
	Rives et égouts	Partie courante	Rives et égouts	Partie courante
$29 \leq p < 100$	libres*	libres*	toutes	1/5
$100 \leq p < 175$	toutes	1/5	toutes	toutes
$p \geq 175$	toutes	toutes	toutes	toutes

* Tuiles de rives rondes : toutes.

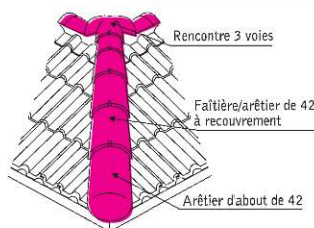


Figure 35 : arêtier

Recouvrements selon la pente

Tableau 5

Pentes en %	Recouvrement mini (cm)	Pureau maxi (cm)	Nombre de tuiles au cm ²
$29 \leq p < 35$	10,5	31,5	10,6
$35 \leq p < 37$	10,0	32,0	10,4
$37 \leq p < 39$	9,5	32,5	10,3
$39 \leq p < 41$	9,0	33,0	10,1
$41 \leq p < 45$	8,5	33,5	9,9
$45 \leq p < 50$	8,0	34,0	9,8
$p \geq 50$	7,5	34,5	9,6

Ventilation

Soit par égouts ventilé et faîtage ventilé, soit par chatières en partie basse et haute de la toiture. Les rejets d'air humide et ou/vicié provenant de la ventilation haute ou celle d'extraction de la VMC doivent impérativement être évacués hors des combles. Les sections sont identiques à celles indiquées pour la tuile Gallo-Romane.

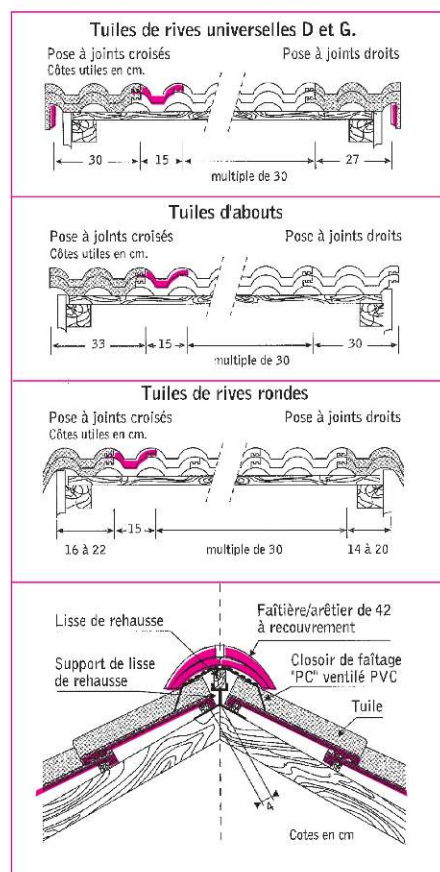
La pose à sec des faîtières et des arêtiers est recommandée. Cette technique évite la fissuration lorsque la charpente prend son assise; elle facilite le remplacement éventuel de tuiles ou d'accessoires.



Figure 36 : tuile chatière grillagée, ouverture 22 cm²

Figure 37 : tuile à douille, Ø 100 mm et lanterne Ø 100 mm en PVC

Figure 38 : rives et faîtage



Projet de construction

- Types de documents
- Exemple concret : pavillon « EXPO »

2.3. Vue en perspective

Aperçu de l'architecture extérieure et des volumes (fig. 3).

Vue de l'ensemble constructif, souvent établie en couleur lors de l'avant-projet sommaire (APS).

Elle met en valeur l'aspect décoratif des façades, des toits, des baies, etc.

Elle constitue une pièce graphique souvent décisive pour l'adhésion au projet global.



Figure 3 : vue en perspective

2.4. Façades

Vues en élévation désignées en fonction de l'orientation (fig. 4 à 7).



Figure 4 : façade Sud



Figure 5 : pignon Ouest



Figure 6 : façade Nord



Figure 7 : pignon Est

2.5. Plans d'avant-projet sommaire (APS)

Étape de conception avant plans de construction détaillés et définitifs.

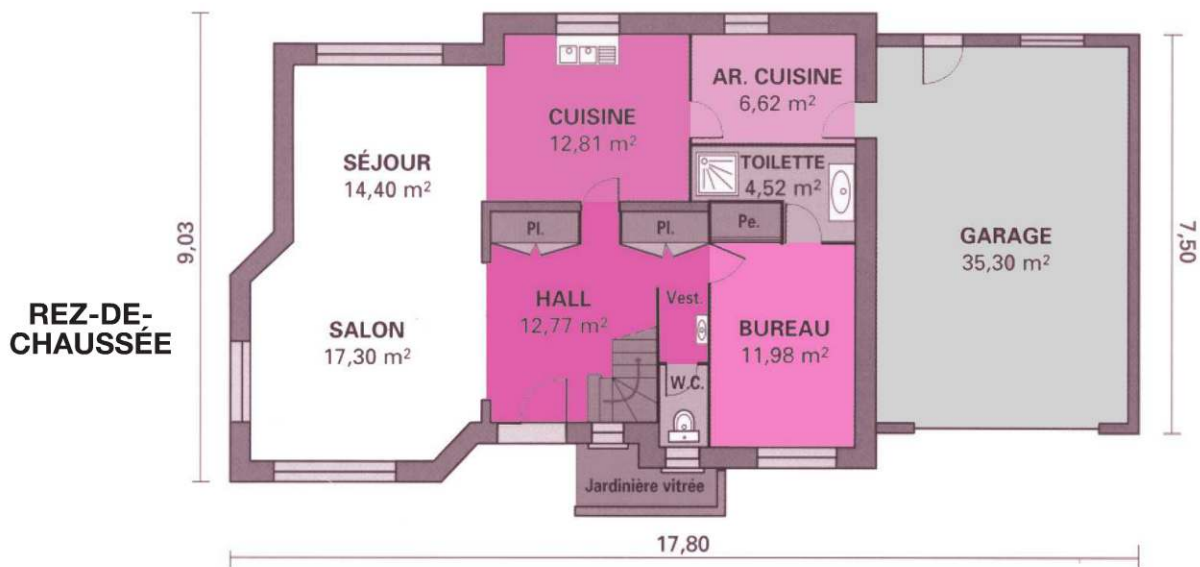


Figure 8



Figure 9

Surfaces (m²)		
RDC		
Cuisine	12,81	
Ar.-cuisine	6,62	
Séjour	14,40	
Salon	17,30	
Hall – pl.	12,77	
Vestiaire – pl.	2,98	
Bureau – pl.	11,98	
Toilettes	4,52	
WC	1,44	
Surface	84,82 m²	
Étage		
Chambre 1	12,44	9,43
Chambre 2	12,72	9,17
Chambre 3	13,01	10,74
Mezzanine	13,15	11,70
Dégagement	9,80	9,80
Rangement	1,50	0,90
Bains	7,99	6,26
WC	1,20	1,20
Surface	71,81 m²	59,20 m²
Total	156,63 m²	144,02 m²
Garage	35,30	
Grenier	10,50	



Figure 10

2.6. Plans des niveaux de construction

Se reporter aux figures 11 à 13.

Les vues en plan définissent :

- les cotes extérieures pour implanter les murs et les baies,
- la distribution des locaux et les circulations (couloirs et cage d'escalier) avec les cotes nécessaires,
- les cotes intérieures pour délimiter les locaux, implanter les murs de refend, les cloisons, les portes, l'escalier, etc.,
- la position des appareils pour l'équipement technique des pièces de service (cuisine, salle d'eau, etc.),
- le niveau de référence du rez-de-chaussée et de l'étage (niveau inscrit dans un cercle en trait fort),
- le réseau d'évacuation d'eaux pluviales; celui des eaux usées et vannes est dirigé vers l'égout.

Divers renseignements techniques sont également portés.

Exemples : limite de mezzanine – chaudière gaz – portail de garage, etc.

2.6.1. Plan du rez-de-chaussée

Se reporter à la figure 12.

□ Distribution

Elle tient compte à la fois de l'exposition, de l'environnement proche, des contraintes particulières (accès au garage).

Elle donne priorité au style « ouvert » entre hall, séjour, salon, cuisine, en permettant de séparer séjour et cuisine ou salon et hall par une décoration intérieure de son choix.

Le salon-séjour est traversant et bénéficie de trois expositions.

La pièce bureau est bien sûr transposable en chambre avec sa pièce d'eau attenante.

L'arrière cuisine permet un accès direct à la zone garage.

L'escalier tournant est disposé en L et permet d'accéder en zone médiane de l'étage; la cage d'escalier est très éclairée.

□ Ambiance intérieure

La lumière naturelle inonde le hall et le salon en particulier, non seulement via les baies d'orientation croisée du rez-de-chaussée, mais aussi par le vide sur salon en raison de la mezzanine. La lumière est issue du pignon ouest et de la lucarne en triangle située au-dessus de l'auvent de la façade sud.

La cheminée à foyer ouvert ou fermé donne un plus à la convivialité des soirées en période hivernale.

2.6.2. Étage

Se reporter à la figure 13.

L'étage concentre essentiellement deux zones :

- une zone loisir avec la surface de mezzanine pour lectures, musique, multimédia, etc.,
- une zone nuit avec trois chambres et des sanitaires.

Remarque : Les surfaces de l'habitation sont indiquées page 67.

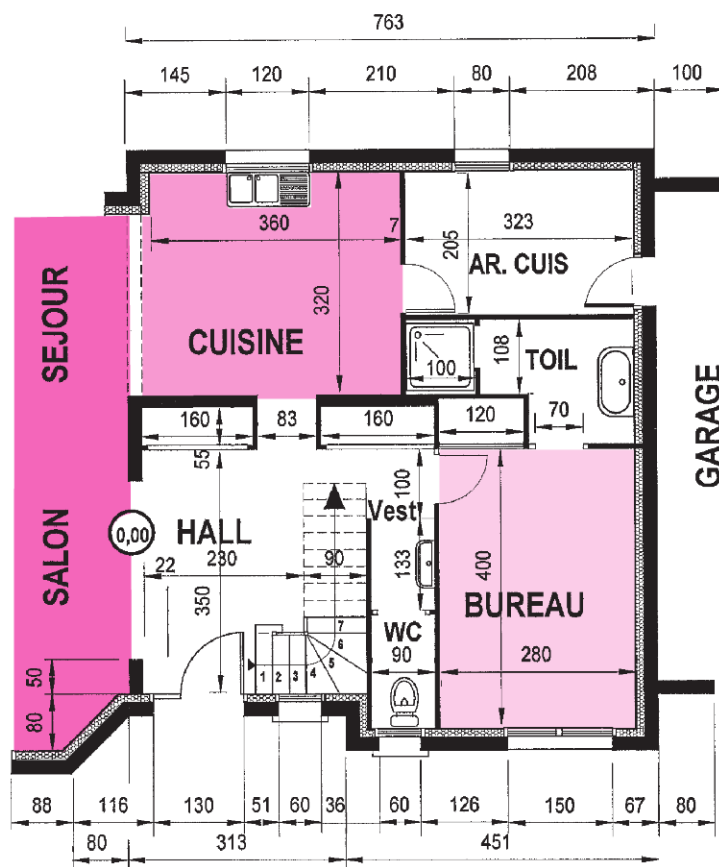


Figure 11 : plan partiel du rez-de-chaussée

2.7. Coupes verticales

Se reporter aux figures 14 et 15, page 71.

Les coupes verticales présentent un intérêt particulier pour les différentes entreprises quant à l'exécution à la fois séparée pour chaque lot et globale par le résultat.

Prenons un exemple : exécution de la maçonnerie qui supporte la charpente, laquelle reçoit la couverture. Les coupes indiquent les niveaux et les cotes verticales.

Niveaux et cotes extérieures : niveau des corniches, des faîtages des frontons de lucarnes, etc.

Cotes utiles à l'exécution des pignons, par exemple, ou à l'exécution de la charpente.

Niveaux et cotes intérieures tels que le niveau de l'étage, les hauteurs des linteaux, des appuis de fenêtres, des portes intérieures, etc.

Les coupes verticales précisent la disposition de la charpente, du plafond des combles, de l'isolation thermique horizontale ou verticale, des hauteurs intérieures en bas versant.

2.8. Dessins d'exécution

Ils complètent les plans précédents pour un ouvrage précis.

Exemples :

- Plan de pose d'un plancher par poutrelles précontraintes.
- Plan d'escalier balancé.
- Détails de fondation.
- Plan d'armatures de poteaux ou de poutres, etc.
- Détails d'agencement ou d'ameublement intérieur.

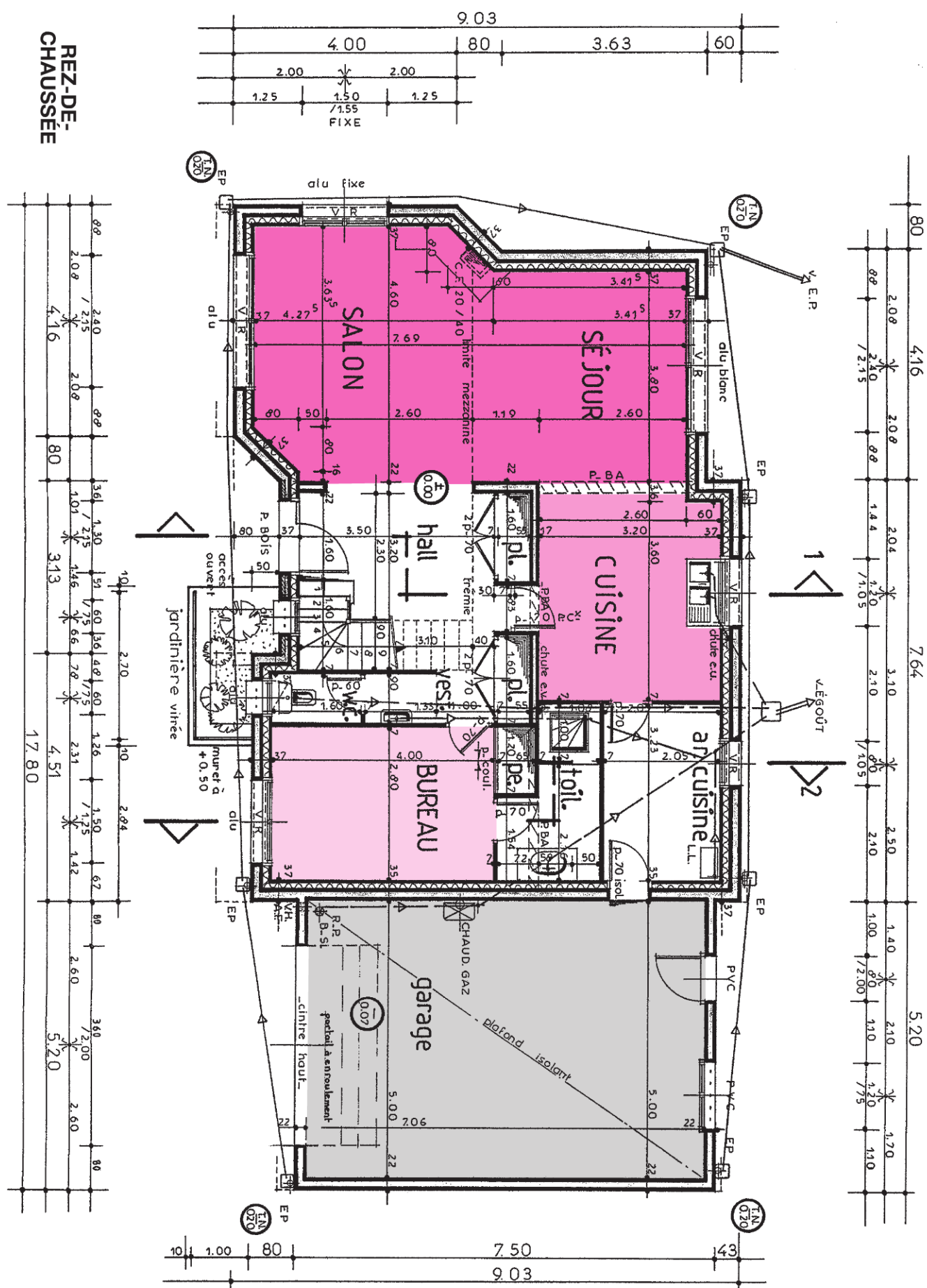


Figure 12

2.9. Descriptif partiel des travaux

Lot N°3 : couverture.

3.01 Prescriptions techniques générales

3.01.01 Rappel des normes

Les travaux seront exécutés conformément aux normes, réglementations et prescriptions techniques en vigueur à la date de remise de l'offre, suivant la liste non limitative suivante :

- NF P 32-201 : couvertures en ardoises (DTU 40.11);
- NF P 32-301 : caractéristiques générales des ardoises;
- NF P 32-302 : couverture – ardoises – définition – spécifications;
- conditions de réception : caractéristiques physiques, mécaniques, chimiques.

3.01.02 Principe de couverture

Couverture de l'ensemble : versants des combles habitables, lucarnes, auvent en ardoises d'Espagne 320 × 220 mm, épaisseur minimale de 2,7 mm, 1^{er} choix, avec crochets inox 18 %, posées sur liteaux traités par un insecticide et un fongicide.

Garantie : 30 ans sur le produit ardoise.

Localisation : suivant plan et coupes des dessins d'architecture.

3.02 Prescriptions techniques particulières

3.02.01 Couverture et accessoires

- **Pente de couverture** : 45°.
- **Section des liteaux** en sapin du Nord traité : 15 × 40 mm.
- **Espacement des chevrons** : 50 cm d'axe en axe.
- **Évaluation des charges** par m²:
 - ardoises + liteaux : 25 daN/m²,
 - neige : région 1A – vent : région 2,
 - altitude < 200 m.
- **Support de couverture** en volige d'épaisseur 15 mm pour les noues des lucarnes et le support des dalles nantaises.
- **Recouvrement minimal des ardoises** pour la pente de 45° : 80 mm (fig. 16).
- **Rives en ardoises** fixées verticalement sur chevron avec retombée suffisante pour former larmier et protection d'enduit.
- **Rives avec noquet**, bavette zinc et solin traditionnel au mortier de chaux contre les parois pour lucarnes et souche (fig. 19).
- **Faîtage** en tuiles terre cuite scellées au mortier de chaux (fig. 18).
- **Chatières** de ventilation des combles (fig. 22).
- **Surfaces des orifices** totalisant 1/3 000 de la surface couverte à raison de deux chatières en bas de pente pour une en haut de versant.
- **Sortie d'air** vicié de la ventilation mécanique contrôlée (fig. 25).

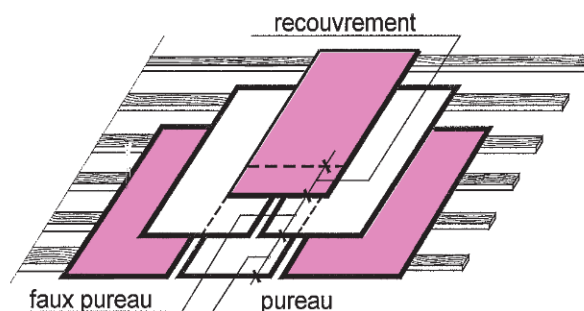


Figure 16 : notion de pureau

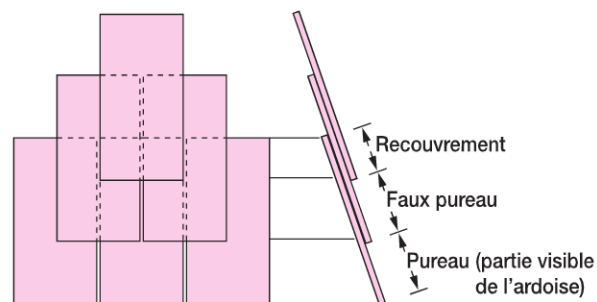


Figure 17 : recouvrement des ardoises

Faîtage en terre cuite scellée au mortier bâtard

Figure 18 : faitage en terre cuite

Pose au mortier ou fixation à sec avec crochets.

Figure 19 : rive latérale contre maçonnerie

Avec engravure dans la maçonnerie ou sans engravure.

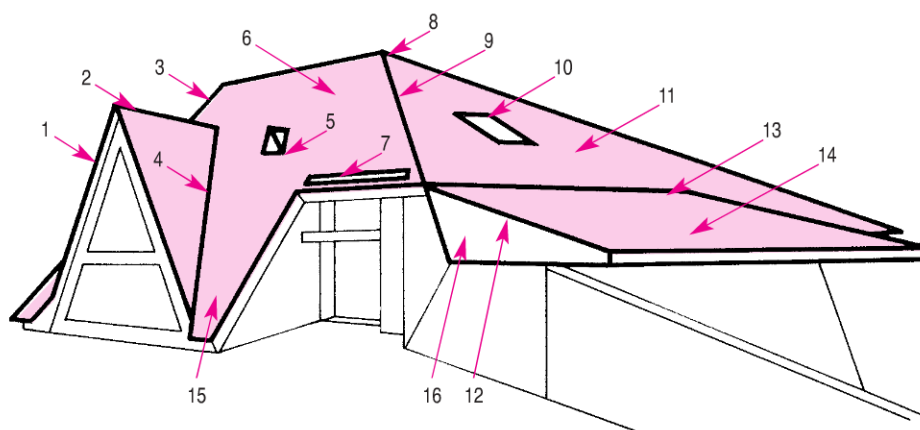
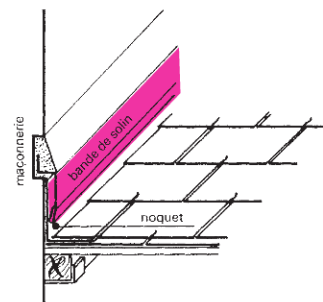


Figure 20 : termes courants utilisés pour les toitures ardoises

- 1 Saillie de rive
- 2 Faîtage
- 3 Rive en arêtier
- 4 Noue
- 5 Chatière
- 6 Long plan
- 7 Cheneau encastré
- 8 Poinçon
- 9 Arêtier
- 10 Châssis
- 11 Croupe
- 12 Rive latérale
- 13 Brisure
- 14 Auvent
- 15 Égout
- 16 Clairis

3.02.02 Zinguerie

- **Gouttière nantaise** avec boudin de diamètre 14 et pince (fig. 21)

Caractéristiques :

- développement de 33 cm,
- relevé de hauteur de 80 mm,
- épaisseur de 0,65 mm,
- par longueur de 4 m.

- **Bande à ourlet** de 14, épaisseur 0,65 mm en longueur de 2,00 mètre, formant garantie sous la gouttière avec fixation assurée par une bande d'agrafe (fig. 21).

- **Crochets galvanisés** fixés sur chevrons.

- **Tuyaux de descente** en PVC de diamètre minimal 80 mm.

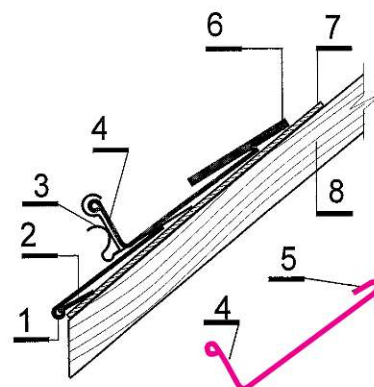
- **Fenêtres de toit** de type Velux ou similaire, série GGL 114 × 118 (fig. 26).

Volet roulant électrique de type SML 114 × 118 dans la chambre N° 3.

- **Divers :**

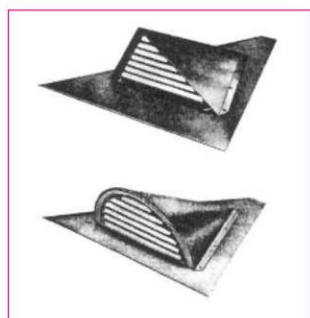
Sortie en toiture de la ventilation des chutes EV + EU en diamètre 100 mm (fig. 23).

Sortie des gaz brûlés de la chaudière : conduit de type Therm-alu avec double paroi inox-alu-zinc isolé par de la laine de roche de 30 mm d'épaisseur.

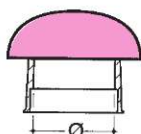


- | | |
|----------------------|-----------|
| 1 Boudin (ou ourlet) | 5 Pince |
| 2 Agrafe | 6 Ardoise |
| 3 Crochet | 7 Volige |
| 4 Dalle nantaise | 8 Chevron |

Figure 21 : détail de gouttière nantaise

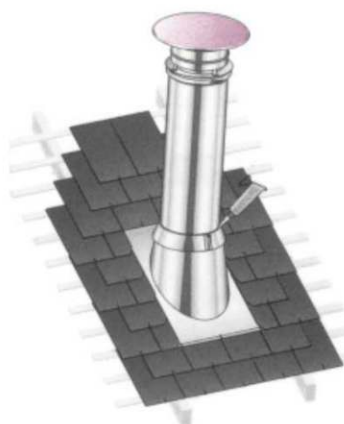


**Figure 22 :
chatières en PVC**



Le diamètre intérieur de l'embase correspond au diamètre extérieur des tubes PVC.

**Figure 23 : chapeau
de ventilation (EU - EV)**



**Figure 24 :
sortie de gaz brûlés**



**Figure 25 :
chapeau de VMC**

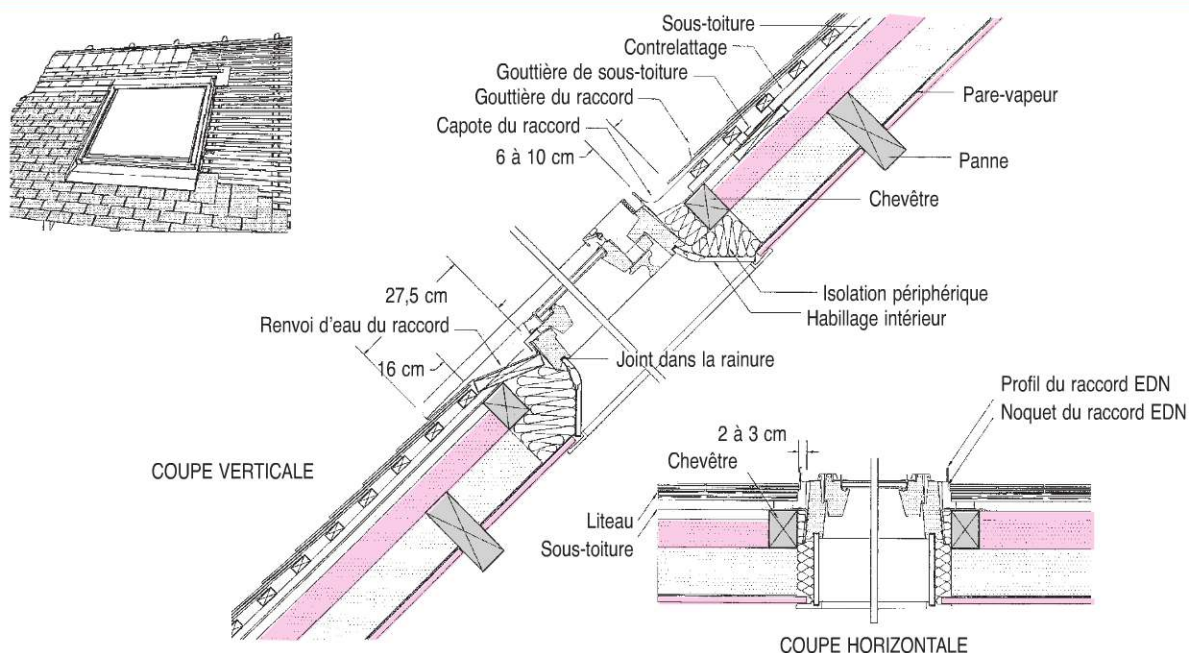


Figure 26 : détail de raccordement d'un Velux®

La fenêtre Velux est posée en encastrement sur les ardoises avec un raccordement.