

## 5 VÉRIFICATION DES ATTACHES

### 5.1 Caractéristiques des attaches de montants de treillis

#### 5.1.1 Généralités

Il est essentiel de concevoir l'attache de la ferme treillis sur le poteau conformément aux hypothèses retenues dans la modélisation.

Il faut notamment bien respecter le choix qui a été fait entre une liaison encadrée et une liaison articulée. La différence entre ces deux types de liaison est que l'articulation permet une rotation indépendante de la ferme d'une part et du poteau d'autre part, alors que l'encastrement impose que ferme et poteau aient à leur liaison la même rotation. La conséquence en termes de sollicitations est que l'articulation ne transmet pas de moment fléchissant de la ferme au poteau, alors que l'encastrement transmet un tel moment.

La rotation sur appui d'une ferme treillis se traduit par un déplacement horizontal différentiel entre le nœud origine de la membrure supérieure et le nœud origine de la membrure inférieure.

Pour permettre la rotation globale, il convient donc de permettre le déplacement horizontal de l'extrémité d'une des membrures par rapport au poteau : en général le déplacement de la membrure qui ne reçoit pas la diagonale sur appui est libéré.

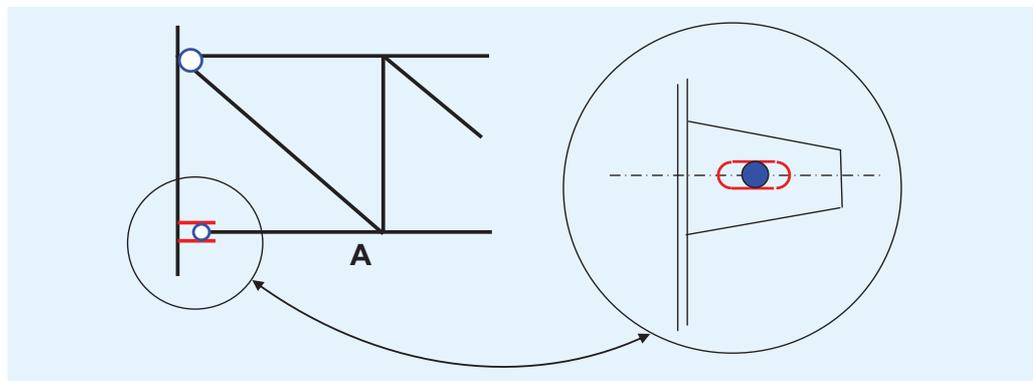


Figure 5.1 Trou oblong sur la membrure inférieure de la ferme

Avec une telle disposition, l'effort normal est nul dans la membrure inférieure du premier panneau. La membrure inférieure pourrait donc être arrêtée au premier nœud de treillis (A sur la figure) ; il est cependant préférable de la prolonger et de la lier au poteau pour créer une stabilisation latérale de la ferme au niveau de la membrure inférieure.

Une application de ce principe d'action d'une articulation dans l'exemple d'application est donnée en 5.1.2 ci-après.

Au contraire, pour réaliser une liaison encadrée de la ferme sur le poteau, il convient de créer une liaison sans jeu de chacune des membrures de la ferme sur le poteau.

### 5.1.2 Convergence d'épures à l'attache de la ferme sur le poteau

Un autre problème à traiter pour réaliser la liaison d'une ferme sur un poteau est la convergence des axes des barres assemblées et ses effets sur la modélisation. Les choix sont illustrés à la Figure 5.2.

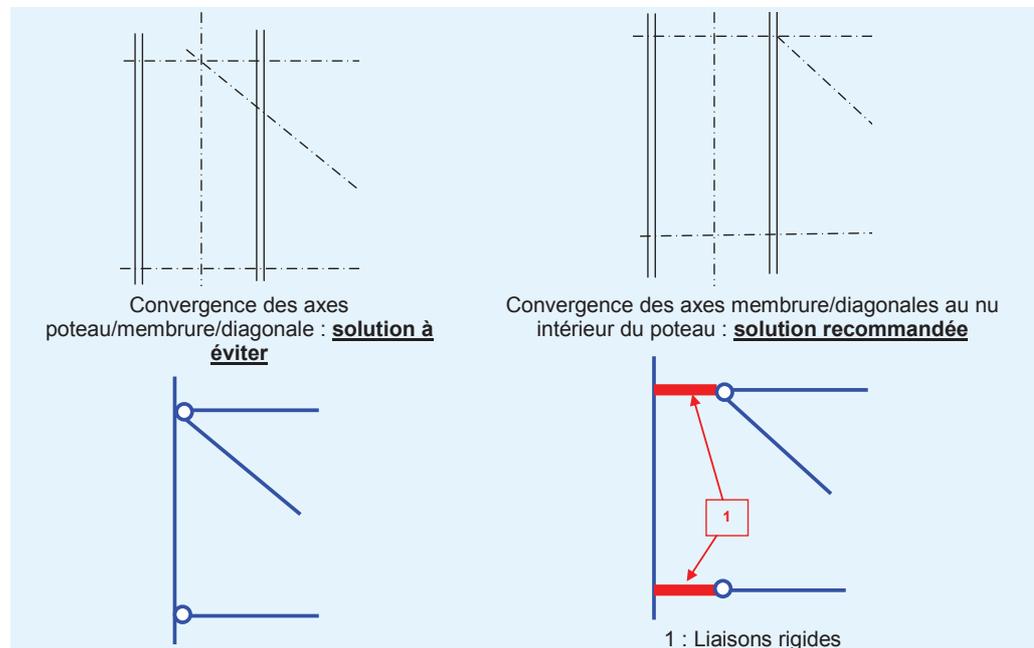


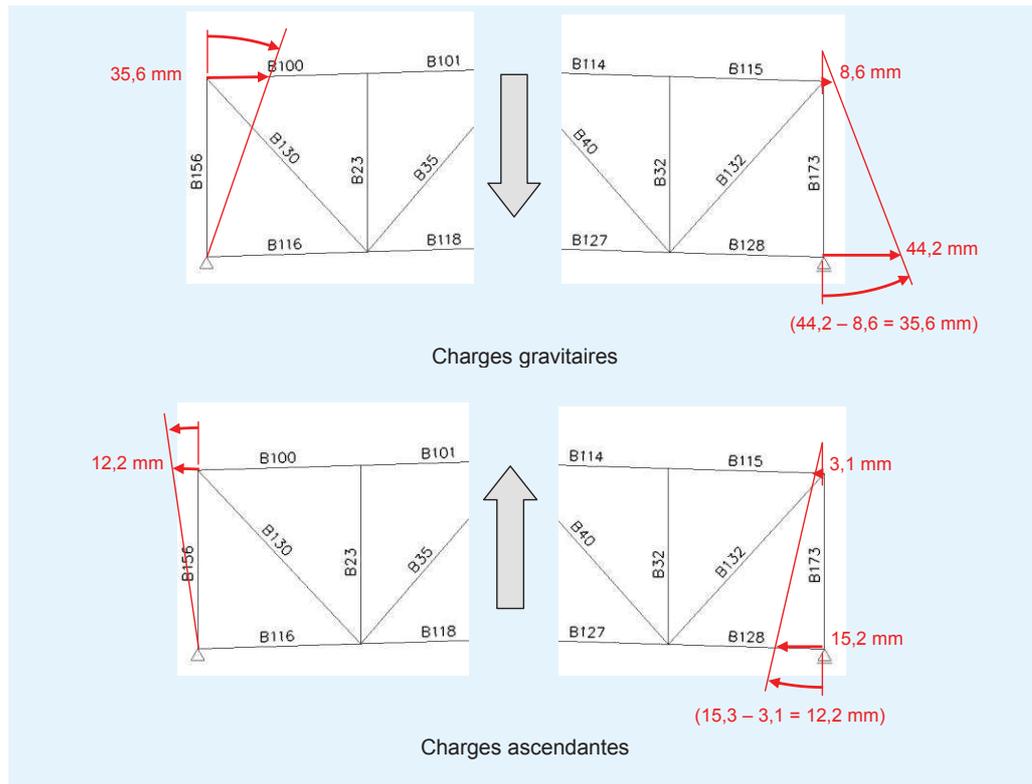
Figure 5.2 Attache rigide de la ferme sur le poteau

Dans le premier exemple, la conception de l'attache n'est pas en bonne cohérence avec le modèle : il existe un risque de créer des moments secondaires significatifs dans la diagonale et la membrure. Dans le deuxième exemple, la cohérence est bien meilleure ; le moment d'excentrement d'épure est clairement supporté par le poteau qui possède une résistance en flexion supérieure à celle de la membrure ou de la diagonale, notamment lorsque la ferme est attachée rigidement sur le poteau.

Il est à noter que ce n'est pas le cas pour l'exemple d'application dans lequel l'âme des poteaux est perpendiculaire au plan de la poutre à treillis : la convergence des trois axes se fait alors sans créer de moments secondaires.

### 5.1.3 Exemple d'application : conception d'une articulation

La Figure 5.3 représente les déplacements horizontaux des nœuds inférieur et supérieur des deux sections d'appui, respectivement pour les combinaisons de charges gravitaires et pour les combinaisons de charges ascendantes à l'ELU. On remarque que, quand la structure est symétrique et symétriquement chargée, chaque cas de chargement produit des rotations globales égales dans les deux sections d'appui.



**Figure 5.3 Rotations sur appuis de la ferme**

Afin que les rotations globales sur appuis soient libres (hypothèse de la ferme articulée sur les poteaux), les trous oblongs mis en œuvre dans l'attache de la membrure inférieure sur le poteau doivent permettre un mouvement de 35,6 mm vers l'extérieur et de 12,2 mm vers l'intérieur. Il est bien sûr prudent de prendre une certaine sécurité sur la dimension des trous oblongs et de vérifier, après montage, que sous poids propre, la liberté de déplacement reste suffisante dans les deux sens.

## 5.2 Attaches de continuité de membrures

Il est souvent nécessaire de délivrer sur chantier les poutres treillis de grande portée en plusieurs tronçons ; il est donc nécessaire de réaliser des joints de continuité de membrures entre ces tronçons. En général, on préfère réaliser les assemblages sur chantier par boulonnage plutôt que par soudage.

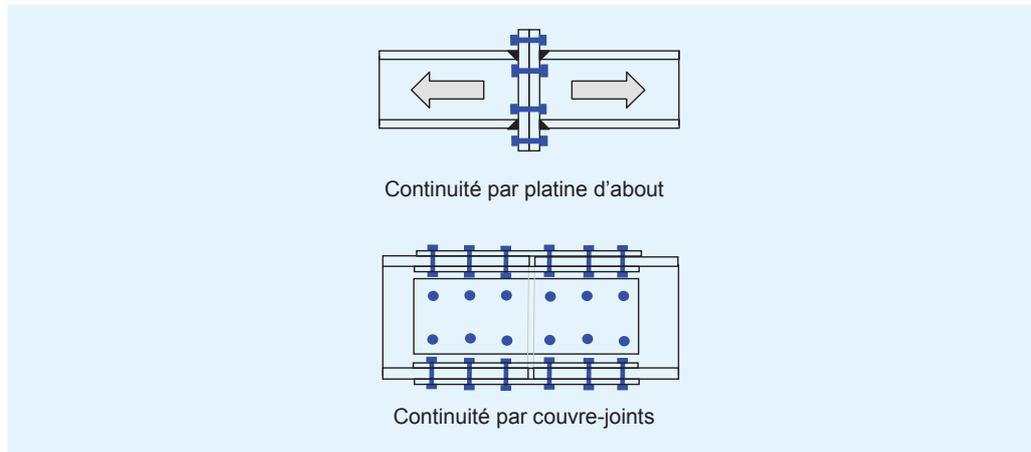
La conception de ces assemblages boulonnés dépend du type de section de la membrure à attacher. On peut cependant distinguer deux familles de tels assemblages :

- ceux dans lesquels les boulons sont principalement sollicités en traction : il s'agit d'assemblages par platines d'about ;
- ceux dans lesquels les boulons sont sollicités perpendiculairement à leur tige : il s'agit d'assemblages par couvre-joints.

Lorsque les membrures sont constituées par un profil unique, en I ou en H, l'un ou l'autre type d'assemblage peut être utilisé.

Lorsque les membrures sont constituées par deux cornières ou deux profilés en U jumelés, on utilise très généralement des assemblages par couvre-joints.

Lorsque les membrures sont constituées de tubes, on utilise généralement des assemblages par platines d'about (l'utilisation de sections creuses ne fait pas partie du champ d'application de ce guide).



**Figure 5.4 Attaches de continuité de membrures**

L'assemblage par couvre-joints représenté à la Figure 5.4 est à doubles couvre-joints sur les semelles et sur l'âme (offrant deux interfaces pour transmettre l'effort tranchant). Si les efforts dans les couvre-joints sont faibles, de simples couvre-joints extérieurs peuvent être utilisés mais des couvre-joints doubles pour l'âme permettent de conserver la symétrie dans la transmission de l'effort normal.

Selon l'EN 1993-1-8, la résistance des assemblages par couvre-joints des membrures des poutres treillis doit être vérifiée en traction prépondérante avec moment fléchissant secondaire dans le plan de la poutre, en adaptant la méthode des composantes développée pour les assemblages poutre – poteau. Un gratuiciel est disponible pour cette vérification (voir le site <http://www.steelbizfrance.com> développé par le CTICM). La vérification de ce type d'assemblage est donnée à l'Annexe A pour l'exemple d'application.

Outre la résistance, il est fondamental d'assurer la rigidité des assemblages de continuité de membrure. En général, lorsque la résistance d'un assemblage poutre – poutre par platine d'about est assurée, on peut le considérer rigide.

Les assemblages par couvre-joints sont effectivement rigides quand les déplacements relatifs sont maîtrisés (voir au paragraphe 3.6 un exemple d'évaluation de l'effet des jeux dans les assemblages boulonnés du treillis de l'exemple d'application). Par conséquent, pour les assemblages par couvre-joints, il est recommandé de choisir l'une des conditions suivantes :

- utiliser des boulons à haute résistance aptes à la précontrainte et à serrage contrôlé, permettant une transmission des efforts par frottement (pas de glissement) ;

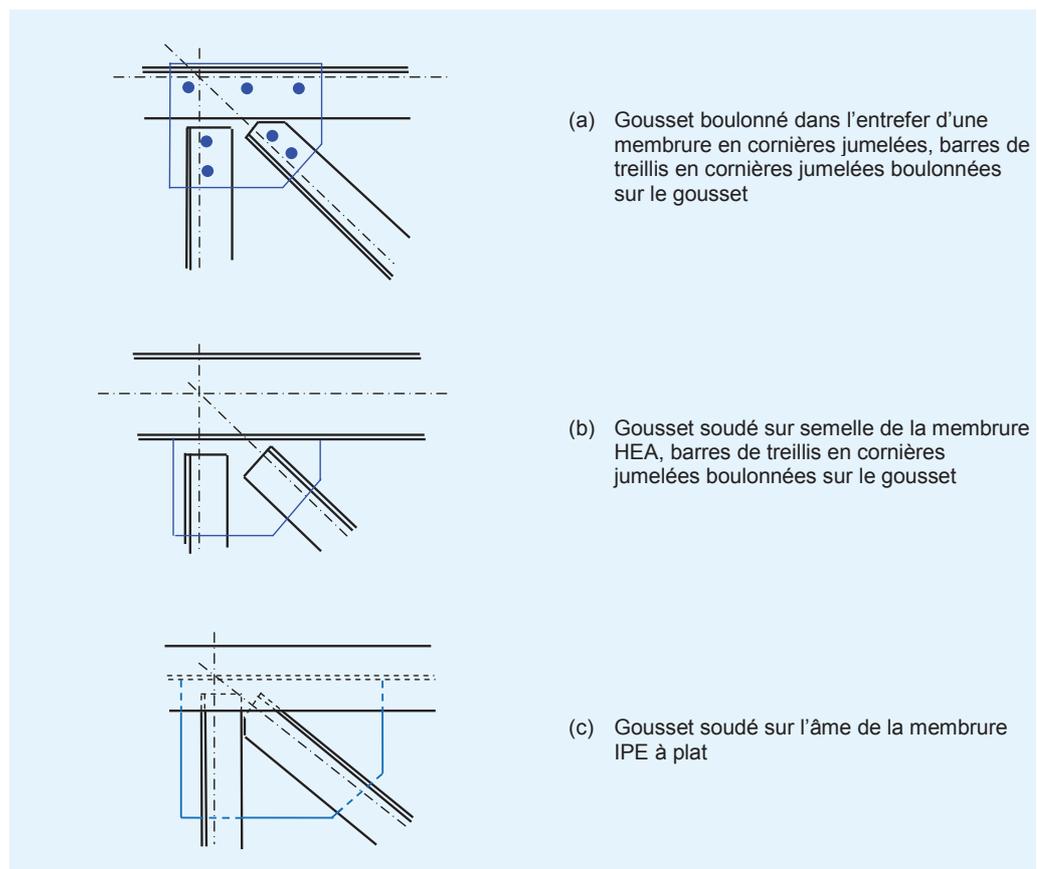
- utiliser des boulons ajustés, de préférence cisailés sur la partie lisse de la tige, afin d'éviter un glissement en charge par matage des filets ou des pièces assemblées.

### 5.3 Attaches de diagonales sur membrures

L'attache de diagonales et de montants sur des membrures peut être réalisée de différentes façons selon le type des sections à assembler.

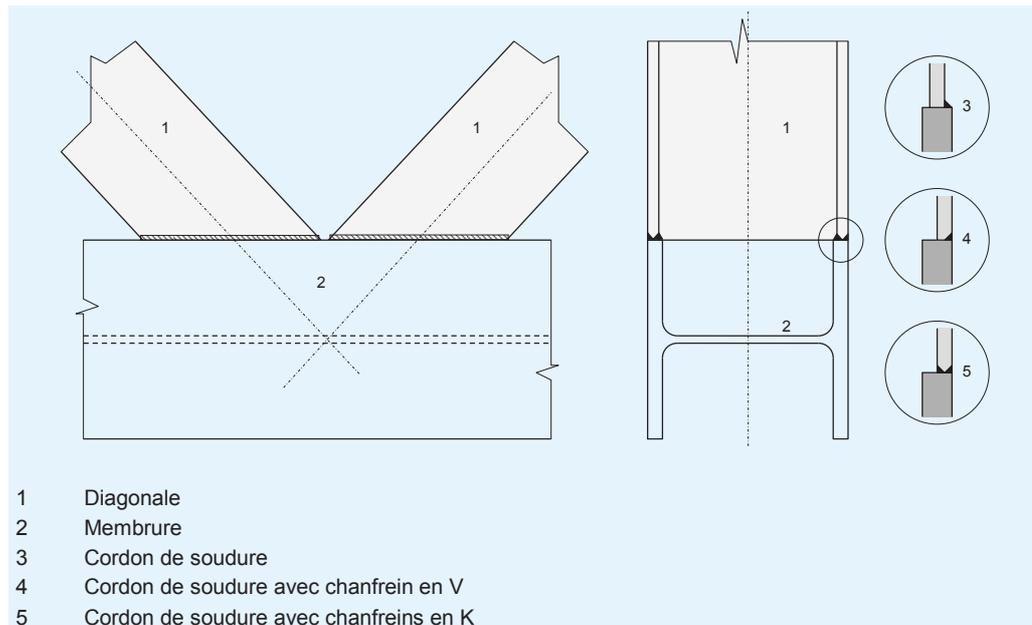
Lorsque les membrures sont composées de deux barres jumelées (deux cornières ou deux profilés UPE), la règle générale est d'insérer des goussets entre ces deux barres. Les goussets sont alors, soit soudés, soit boulonnés sur les membrures. Généralement, les diagonales et les montants sont assemblés sur les goussets par boulonnage.

Lorsque les membrures sont constituées de sections IPE ou HE (HEA ou HEB), le mode d'assemblage le plus fréquent est également d'utiliser un gousset soudé sur la membrure. La plaque du gousset est attachée à la semelle lorsque le profilé est debout (âme verticale) et sur l'âme lorsque le profilé est à plat (âme horizontale).



**Figure 5.5 Attache de diagonales et de montants sur une membrure**

Lorsque les membrures sont des profilés à plat, il est fréquent également d'utiliser des barres de treillis en IPE ou HEA de même hauteur que les membrures et de les assembler par doubles goussets boulonnés sur chaque semelle. Une solution alternative consiste à concevoir un assemblage soudé sans gousset comme montré à la Figure 5.6.



**Figure 5.6 Attache soudée entre diagonales et membrure**

Lorsque les membrures sont constituées par des tubes (sujet hors du domaine d'application de ce guide), les attaches par goussets soudés sur les membrures sont également utilisées. Le soudage direct de diagonales et de montants sur les membrures est également utilisé ; notons que ceci impose une découpe en gueule-de-loup pour les assemblages entre tubes à section circulaire.

Dans les attaches par gousset décrites précédemment, la vérification de la résistance des attaches boulonnées ou soudées est clairement définie dans l'EN 1993-1-8. Cependant, la vérification de la résistance de la plaque du gousset ne l'est pas. La vérification de l'attache d'un gousset est donnée à l'Annexe B pour l'exemple d'application.

Une attention particulière doit être portée à la vérification des goussets, notamment ceux qui possèdent une zone importante non raidie : dans les treillis, de nombreux problèmes ont été provoqués par le voilement local des goussets. Par exemple, dans les attaches de la Figure 5.5(c), si la hauteur de l'âme de la membrure à plat est insuffisante pour y attacher les cornières constituant les barres du treillis, les zones de gousset non raidies et leur stabilité doivent être examinées soigneusement.

Bien que les treillis constitués de tubes ne soient pas l'objet du présent guide, signalons que l'EN 1993-1-8 consacre un chapitre particulier au calcul de la résistance des assemblages soudés de sections tubulaires.

Dans les assemblages de barres de treillis sur des membrures, les jeux doivent également être maîtrisés (comme indiqué pour les attaches de continuités de membrures), pour contrôler les déplacements des composants de la structure et, en conséquence, la distribution des efforts si la structure est hyperstatique.