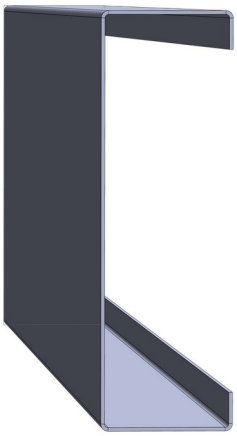
CAHIER DE POSE

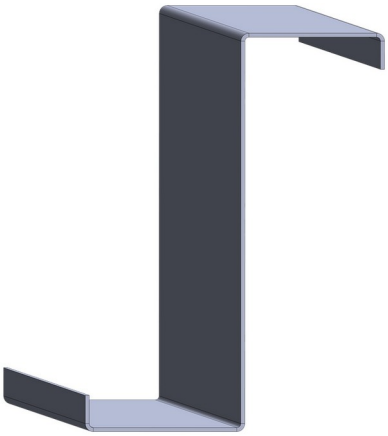
PANNES ET LISSES STRUÔ®

Profilés minces formés à froid — sections Cé, Zed et Sigma

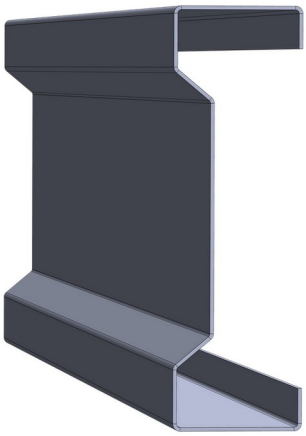
Mise en œuvre sur chantier selon la NF EN 1090-2 et la NF EN 1090-4



Cé



Zed



Sigma

Hauteurs 120 à 350 mm — épaisseurs 1,50 à 3,00 mm — acier S350GD, revêtement Zinc-Magnésium

Guide pratique à l'usage des charpentiers-monteurs et des entreprises de pose

Réf. : CP-ST-001 | Version : 1.00 | Date : 19/10/2026

Sommaire

1. Avant de commencer 3
1.1 Objet et domaine d'emploi 3
1.2 Documents de référence 3
1.3 Le vocabulaire de l'empannage 4
1.4 La gamme Struô® 4
1.5 Rôles et responsabilités 5
2. Exigences de la NF EN 1090 pour le chantier 5
2.1 Classe d'exécution 5
2.2 Documents à tenir sur le chantier 6
2.3 Personnel, sécurité et stabilité au montage 6
2.4 Correspondance avec les normes 6
3. Réception, manutention et stockage 6
3.1 À la réception 6
3.2 Identification et traçabilité 7
3.3 Manutention et levage 7
3.4 Stockage 7
3.5 Éléments endommagés 7
4. Préparation : structure porteuse et échantignoles 8
4.1 Contrôles avant pose 8
4.2 Pose des échantignoles 8
5. Pose des pannes 9
5.1 Orientation et sens de pose 9
5.2 Modes de continuité 10
5.3 Pose isostatique 10
5.4 Pose avec éclisses (Cé, Zed, Sigma) 11
5.5 Pose par emboîtement (Zed) 12
5.6 Profils doublés et renforts 13
6. Boulonnage des assemblages 14
6.1 Boulonnerie 14
6.2 Longueur des boulons et rondelles 14
6.3 Serrage 15
6.4 Perçages et coupes 15
7. Liernage et tirants 15
7.1 Rôle du liernage 15
7.2 Pose des liernes tubulaires 15
7.3 Nombre de cours de liernes 16
7.4 Tirants ajustables 17
7.5 Réglage et rectitude 17
8. Pose des lisses de bardage 17
8.1 Lisses devant ou entre poteaux 18
8.2 Orientation et reprise du poids du bardage 18
9. Pose de la couverture et du bardage 18
9.1 Conditions préalables 18
9.2 Fixation de la paroi 18
9.3 Plaques translucides 19
9.4 Charges de chantier 19
10. Cas particuliers 19
10.1 Débords et porte-à-faux 19
10.2 Bracons de stabilité 19
10.3 Chevêtres, trémies et lanterneaux 19
10.4 Charges suspendues 20
11. Protection anticorrosion et retouches 20
12. Tolérances de montage 20
13. Contrôles, réception et dossier de fin de chantier 20
13.1 Autocontrôle 20
13.2 Non-conformités et rectifications 21
13.3 Dossier de fin de chantier 21
13.4 Entretien 21
Annexe A — Fiche d'autocontrôle de montage 22

Important — *ce cahier de pose est un guide pratique. Il complète, sans s'y substituer, les NF EN 1090-2 et NF EN 1090-4, la NF EN 1993-1-3, les documents particuliers du marché ainsi que le plan de pose et la note de calcul PROFIL C de l'affaire, qui prévalent en cas de divergence. En cas de doute, consultez le service technique PROFIL C.*

1. Avant de commencer

1.1 Objet et domaine d'emploi

Ce cahier décrit, étape par étape, la mise en œuvre sur chantier des **profilés minces formés à froid Struô®** de PROFIL C — sections **Cé, Zed et Sigma** — et de leurs accessoires (échantignoles, éclisses, liernes tubulaires, tirants ajustables), employés en pannes de couverture et en lisses de bardage sur charpente métallique. Il s'adresse aux chefs de chantier, aux monteurs et aux responsables qualité des entreprises de charpente.

- Les profils sont des **éléments structuraux** : ils sont dimensionnés par PROFIL C selon la NF EN 1993-1-3 pour une affaire donnée (note de calcul et plan de pose). Toute substitution de section, d'épaisseur, de longueur ou d'accessoire est interdite sans accord écrit de PROFIL C.
- Les composants sont marqués CE selon la NF EN 1090-1 (certificat **1166-CPR-0218**) et accompagnés d'une Déclaration des Performances (DoP). Leur **montage** relève de la NF EN 1090-2 et de la NF EN 1090-4 : le chapitre 2 en résume les exigences de chantier.
- Solives, chevêtres et montants : les principes de ce cahier s'appliquent ; les dispositions particulières figurent sur le plan de pose de l'affaire.
- Ambiances corrosives (bord de mer à moins de 20 km, locaux humides, atmosphères industrielles ou agricoles agressives) : elles doivent être signalées à la commande, car elles conditionnent le revêtement des profils et la boulonnerie.

1.2 Documents de référence

Document	Objet
Plan de pose et note de calcul PROFIL C de l'affaire	Repérage, sections, épaisseurs, continuités, liernage, boulonnerie, densité de fixation de la paroi — **prévalent sur le présent cahier**
NF EN 1090-1	Marquage CE des composants structuraux — DoP des profils Struô®
NF EN 1090-2	Exécution des structures en acier : documentation, boulonnage, montage, traitement de surface, tolérances, contrôles
NF EN 1090-4	Exigences techniques pour les éléments et structures en acier formés à froid (toiture, plafond, plancher, paroi)
NF EN 1993-1-3 et son annexe nationale	Calcul des profilés et plaques minces formés à froid (base de la note de calcul PROFIL C)
NF EN 15048-1, NF EN ISO 898-1 / 898-2	Boulonnerie de construction non précontrainte (vis, écrous, rondelles)
NF DTU 40.35 — NF DTU 43.3	Couverture en plaques nervurées acier — Toitures en tôles d'acier nervurées avec revêtement d'étanchéité (fixation de la paroi sur les pannes)
Catalogue Struô® PROFIL C	Géométrie et caractéristiques des profils et des accessoires

1.3 Le vocabulaire de l'empannage

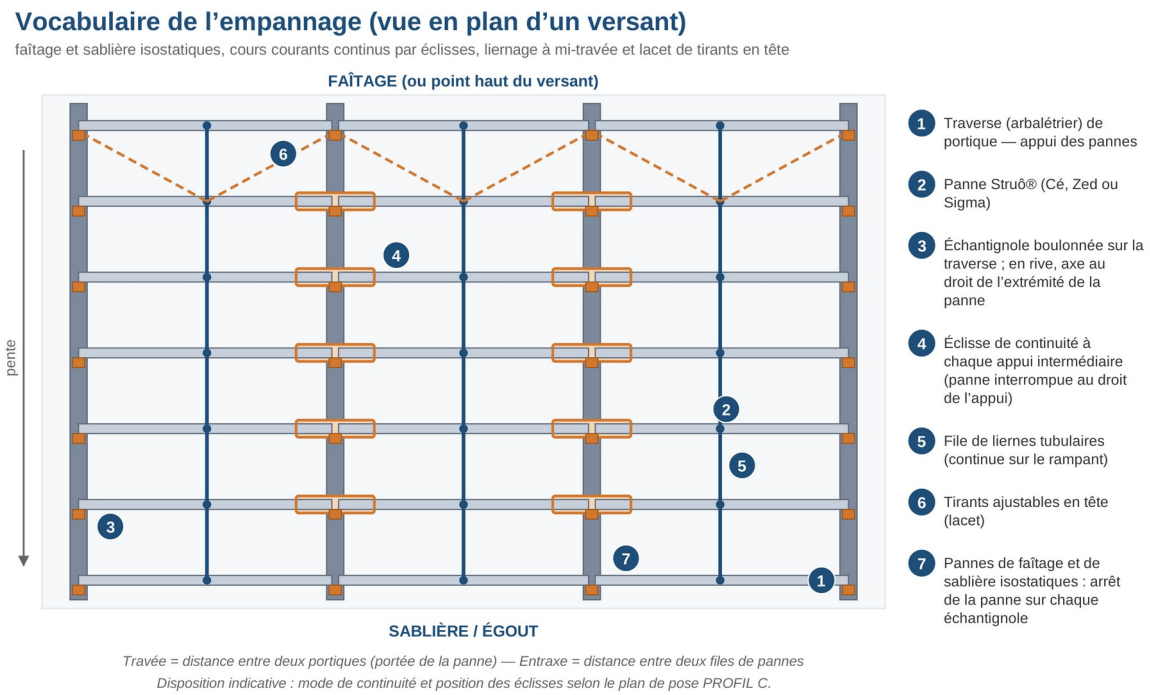
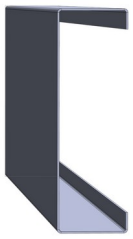


Figure 1 — Vue en plan d'un versant : portiques, pannes, échantignoles, éclisses, liernes et tirants.

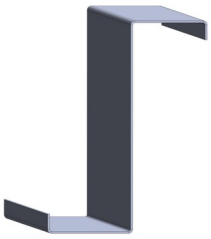
Terme	Signification
Panne / lisse	Profil porteur de la couverture (panne) ou du bardage (lisse), posé perpendiculairement aux portiques ou aux poteaux.
Traverse (arbalétrier) / poteau	Élément de portique qui reçoit les échantignoles : c'est l'appui des pannes ou des lisses.
Échantignole	Pièce boulonnée sur la traverse qui reprend les réactions d'appui et maintient la panne à l'appui (anti-écrasement, anti-déversement).
Éclisse	Pièce profilée boulonnée de part et d'autre d'un appui pour assurer la continuité entre deux profils.
Emboîtement	Continuité propre aux Zed : deux profils retournés à 180° glissés l'un dans l'autre, boulonnés sur l'appui (boulon central de maintien et 4 boulons d'assemblage traversant les deux profils et l'échantignole) et à chaque extrémité du recouvrement.
Lierne tubulaire	Tube vissé entre deux pannes qui maintient leur écartement et la semelle libre contre le déversement.
Tirant ajustable (bretelle)	Câble à tendeur qui retient une file de liernes et ramène les efforts parallèles au versant vers les portiques.
Portée / travée	Distance entre deux appuis consécutifs (portiques).
Entraxe	Distance entre deux files de pannes (ou de lisses) voisines.
Semelle libre	Semelle du profil non tenue par la paroi : c'est elle que les liernes stabilisent.
Effet diaphragme	Maintien de la semelle supérieure par la paroi vissée ; il conditionne la note de calcul et impose des règles de fixation et de translucides.

1.4 La gamme Struô®

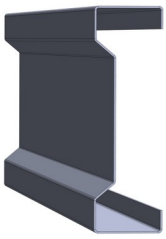
La gamme comporte trois familles de sections, fabriquées à Vaudrey (Jura) sur mesure : longueurs, perçages et repérage sont réalisés en usine d'après le plan de pose.



Cé



Zed



Sigma

Caractéristique	Cé	Zed	Sigma
Hauteurs (mm)	120 – 140 – 180 – 200 – 230 – 250 – 300 – 330 – 350	120 – 140 – 180 – 200 – 230 – 250 – 300 – 330 – 350	120 – 140 – 170 – 200 – 230 – 260 – 300 – 320 – 350
Ailes (mm)	55 ou 72 selon hauteur	55/63 (Z120, Z140) — 72/80 (Z180 à Z350)	55, 70 ou 80 selon hauteur
Épaisseurs (mm)	1,50 à 3,00	1,50 à 3,00	1,50 à 3,00
Continuité sur appui	Éclisse	Éclisse ou emboîtement	Éclisse
Échantignoles	Gamme EBC	Gamme EBZ	Gamme EBS
Perçages profil / échantignole	Ø14 (h ≤ 230) — Ø18 (h ≥ 250)	Ø14 (h ≤ 230) — Ø18 (h ≥ 250)	Ø14 (h ≤ 230) — Ø18 (h ≥ 260)

Acier : S350GD (NF EN 10346). **Revêtement :** Zinc-Magnésium 140 g/m² en standard. **Désignation :** famille + hauteur + aile + épaisseur (ex. S20070200 = Sigma 200, aile 70, 2,00 mm ; C230200 = Cé 230, 2,00 mm ; Z200-72/80-200 = Zed 200, ailes 72/80, 2,00 mm).

1.5 Rôles et responsabilités

Intervenant	Responsabilités
PROFIL C	Note de calcul NF EN 1993-1-3 ; plan de pose et de repérage ; fabrication et marquage CE (NF EN 1090-1) ; DoP ; fourniture des profils et accessoires listés au bordereau ; assistance technique.
Charpentier / monteur	Contrôle de la structure porteuse ; montage conforme au plan et au présent cahier ; boulonnerie si elle n'est pas comprise dans la fourniture ; justification des fixations d'échantignoles sur la traverse, du support et des bracons ; autocontrôle et enregistrements (NF EN 1090-2, §12).
Couvreur / bardeur	Fixation de la paroi selon le DTU et la densité indiquée sur le plan ; respect des règles de chargement et d'implantation des translucides (§9).
Maîtrise d'œuvre / contrôle technique	Fixe la classe d'exécution ; reçoit et vise le dossier de justification et le dossier de fin de chantier.

> **À noter —** *Lorsque la paroi participe à la stabilité des pannes ou des lisses (effet diaphragme), le charpentier en informe le couvreur s'il n'est pas titulaire de ce lot, et le maître d'ouvrage : toute modification ultérieure de la couverture ou du bardage doit faire l'objet d'un avis préalable.*

2. Exigences de la NF EN 1090 pour le chantier

2.1 Classe d'exécution

La classe d'exécution (EXC1 à EXC4) est fixée par les documents du marché. Les profils Struô® sont déclarés pour les classes **EXC1 à EXC3** (NF EN 1090-2). **À défaut de spécification, la classe EXC2 s'applique** : c'est la classe courante des bâtiments industriels, agricoles, logistiques et tertiaires. La classe retenue s'applique à toute l'ossature secondaire, montage compris.

- La classe d'exécution figure sur le plan de pose ; en cas d'absence ou de doute, la faire préciser avant tout montage.
- Dès EXC2, toute soudure éventuelle (échantignoles soudées sur la traverse) est réalisée sous coordination en soudage (NF EN ISO 14731), par des soudeurs qualifiés (NF EN ISO 9606-1), selon un mode opératoire qualifié.
- Les exigences de traçabilité, d'inspection et d'enregistrement croissent avec la classe : les fiches d'autocontrôle de l'annexe A couvrent les besoins courants jusqu'à EXC2 ; en EXC3, compléter selon le plan qualité du marché.

2.2 Documents à tenir sur le chantier

- **Plan de pose et de repérage PROFIL C** à l'indice en vigueur, et le bordereau de livraison (nomenclature des repères).
- **Spécifications de la note de calcul** : boulonnerie (diamètre, classe), nombre de cours de liernes, position des tirants, densité de fixation de la paroi, conditions d'effet diaphragme.
- **Mode opératoire de montage** de l'entreprise (NF EN 1090-2 et NF EN 1090-4, §9) : phasage, stabilité provisoire, moyens de levage, accès et protections collectives.
- Le présent cahier de pose, les **DoP** et les certificats de la boulonnerie.
- Les **fiches d'autocontrôle** (annexe A) et le registre des non-conformités.

2.3 Personnel, sécurité et stabilité au montage

Le montage est confié à du personnel formé, encadré par un chef de chantier qui dispose des documents ci-dessus. Les travaux en hauteur imposent la mise en place préalable des protections collectives (filets, garde-corps, nacelles) prévues au PPSPS.

- Les portiques doivent être réglés, contreventés et boulonnés avant la pose des pannes ; sauf indication du plan, les pannes ne constituent pas un contreventement provisoire.
- Ne jamais circuler ni stocker sur des pannes non liernées ou dont les boulons ne sont pas serrés.
- Une panne ne sert d'ancrage à un EPI ou à une ligne de vie que si cet usage a été prévu et justifié par le calcul.
- Aucune soudure, aucun oxycoupage ni aucune chauffe sur les profils minces, les éclisses, les liernes ou les tirants.

2.4 Correspondance avec les normes

Exigence	NF EN 1090-2	NF EN 1090-4	Dans ce cahier
Documentation d'exécution, classe d'exécution	§4	§4.1, §4.2	Chapitre 2
Produits constitutifs, identification, traçabilité	§5	§5.2	Chapitre 3
Fixations mécaniques (boulonnage)	§8	§8	Chapitre 6
Montage : conditions de chantier, stockage, levage, éléments endommagés	§9	§9	Chapitres 3 à 10
Traitement de surface, retouches	§10	§10, annexe E	Chapitre 11
Tolérances géométriques	§11, annexe B	§11, annexe D	Chapitre 12
Contrôles, essais et rectifications	§12	§12	Chapitre 13

3. Réception, manutention et stockage

3.1 À la réception

Vérifier la livraison en présence du transporteur avant de signer le bon de livraison : nombre de colis, repères au regard du bordereau, sections, épaisseurs et longueurs, état des profils (plis, voilements, bords tombés écrasés) et du revêtement, présence des accessoires (échantignoles, éclisses, liernes, tirants, boulonnerie éventuelle).

- Toute avarie ou manquant est noté **le jour même, par écrit, sur le document de livraison**, puis confirmé au transporteur par lettre recommandée dans les 3 jours (conditions générales de vente PROFIL C).
- Les produits faisant l'objet d'une réserve ne sont pas mis en œuvre avant décision de PROFIL C.

3.2 Identification et traçabilité

- Chaque profil porte son **repère** correspondant au plan de pose ; les liernes portent leur repère et leur longueur **gravés sur le tube**.
- Conserver les étiquettes de colis jusqu'à la pose : elles assurent le lien avec la DoP et les certificats matière (NF EN 10204).
- Ne jamais recouper, repercer ou réaffecter un profil à un autre repère.

3.3 Manutention et levage

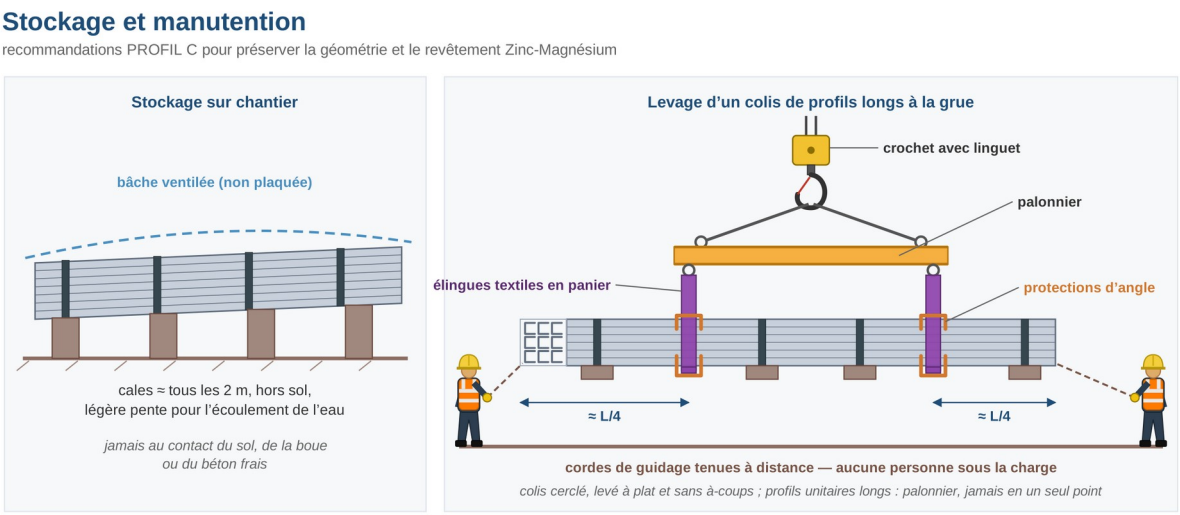


Figure 2 — Stockage sur cales et levage d'un colis au palonnier avec élingues textiles.

- Décharger colis par colis ; au chariot élévateur, écarter les fourches au maximum ; personne sous la charge.
- À la grue : colis cerclé levé à plat au **palonnier**, avec **deux élingues textiles en panier** placées à environ L/4 de chaque extrémité ; **protections d'angle** au contact des élingues ; crochet muni de son linguet.
- Guider la charge à distance par des cordes fixées aux extrémités ; aucune personne sous la charge ; levage et dépose sans à-coups.
- Ne jamais traîner, jeter ou laisser tomber un profil ; porter les profils unitaires à deux, sans les fléchir.

3.4 Stockage

- Sur cales espacées d'environ 2 m, hors sol, en légère pente pour l'écoulement de l'eau ; jamais au contact du sol, de la boue ou du béton frais.
- Sous bâche **ventilée** ; un colis mouillé est ouvert et séché sans attendre : l'humidité piégée entre profils provoque des taches de corrosion blanche du revêtement Zinc-Magnésium.
- Accessoires et boulonnerie à l'abri, dans leurs emballages ; tenir à distance des produits agressifs (ciment, chaux, engrais, sels).

3.5 Éléments endommagés

Conformément aux NF EN 1090-2 et NF EN 1090-4 (§9), un élément déformé (pli, voilement local, vrillage, bord tombé ou semelle écrasés), percé à tort ou dont le revêtement est fortement endommagé **n'est ni posé ni redressé sur chantier** (pas de redressage au marteau ni à chaud). Il est isolé, signalé à PROFIL C et remplacé. Les rayures superficielles du revêtement sont retouchées (§11).

4. Préparation : structure porteuse et échantignoles

4.1 Contrôles avant pose

- Portiques montés, réglés, contreventés et boulonnés ; ouvrage réceptionné par le charpentier (vérification de l'ouvrage précédent, NF EN 1090-2 / NF EN 1090-4, §9).
- Implantation des portiques et portées conformes au plan ; niveau, pente et alignement des traverses dans les tolérances de la NF EN 1090-2 (§11 et annexe B).
- Position des perçages de fixation des échantignoles sur les traverses (ou des échantignoles soudées) conforme au plan de pose.
- Tout écart est signalé avant la pose : il ne doit jamais être rattrapé en ovalisant des trous, en forçant les profils ou en recoupant des liernes.

4.2 Pose des échantignoles

Hauteur de profil	Sigma	Cé	Zed	Épaisseur	Trous profil → boulon	Platine → boulon
120 à 200 mm	EBS120 à EBS200	EBC120 à EBC200	EBZ120 à EBZ200	3 mm	Ø14 → M12	Ø18 → M16
230 mm	EBS230	EBC230	EBZ230	4 mm	Ø14 → M12	Ø18 → M16
250 à 350 mm	EBS260 à EBS350	EBC250 à EBC350	EBZ250 à EBZ350	4 mm	Ø18 → M16	Ø18 → M16

- **Fixation :** deux boulons M16 dans la platine (entraxe E de 50 à 100 mm, repéré sur le plan par un symbole : triangle 50, cercle 60, losange 70, pentagone 80, carré 90, ellipse 100). Classe des boulons selon la note de calcul ; la résistance de la semelle de traverse est justifiée par le charpentier.
- **Orientation :** sauf indication contraire du plan, l'échantignole est placée côté bas de versant ; la panne vient s'appuyer contre elle. Toutes les échantignoles d'une même file sont alignées au cordeau d'un portique à l'autre.
- **Perçages de l'âme :** chaque échantignole comporte **4 trous de fixation** pour la panne. Sur un appui intermédiaire, les 4 sont utilisés (2 par panne en pose isostatique, ou boulons d'assemblage de l'éclisse ou du recouvrement) ; sur une **échantignole d'extrémité** (appui de rive), l'**axe de l'échantignole est placé au droit de l'extrémité de la panne** : seuls les 2 trous situés sous la panne sont utilisés, les 2 autres restent libres.
- **Implantation :** entraxe des files selon le plan, mesuré depuis une référence fixe (faîtage ou sablière) et non de proche en proche, pour éviter le cumul des écarts (tolérance au §12).
- **Échantignoles soudées (variante) :** sur la traverse uniquement, cordon et mode opératoire selon la note de calcul et la classe d'exécution (§2.1) ; brossage et retouche du revêtement après soudage.

> **À noter —** *Les liernes tubulaires sont fabriquées à longueur fixe, égale à l'entraxe des pannes. Un défaut d'implantation des échantignoles se retrouve directement sur les liernes : ne jamais forcer une lierne ni recouper un tube.*

5. Pose des pannes

5.1 Orientation et sens de pose

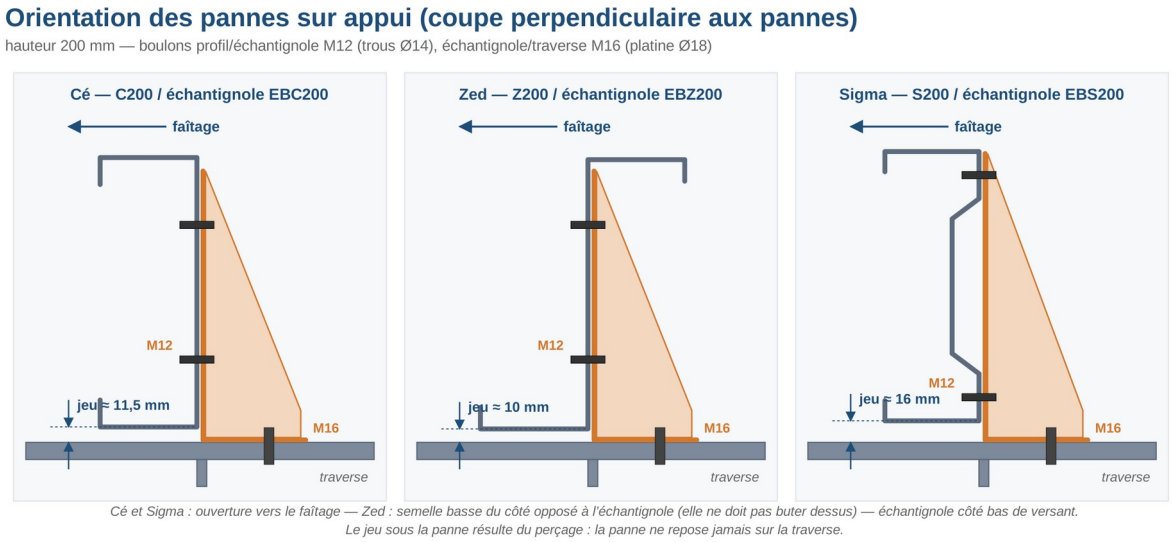
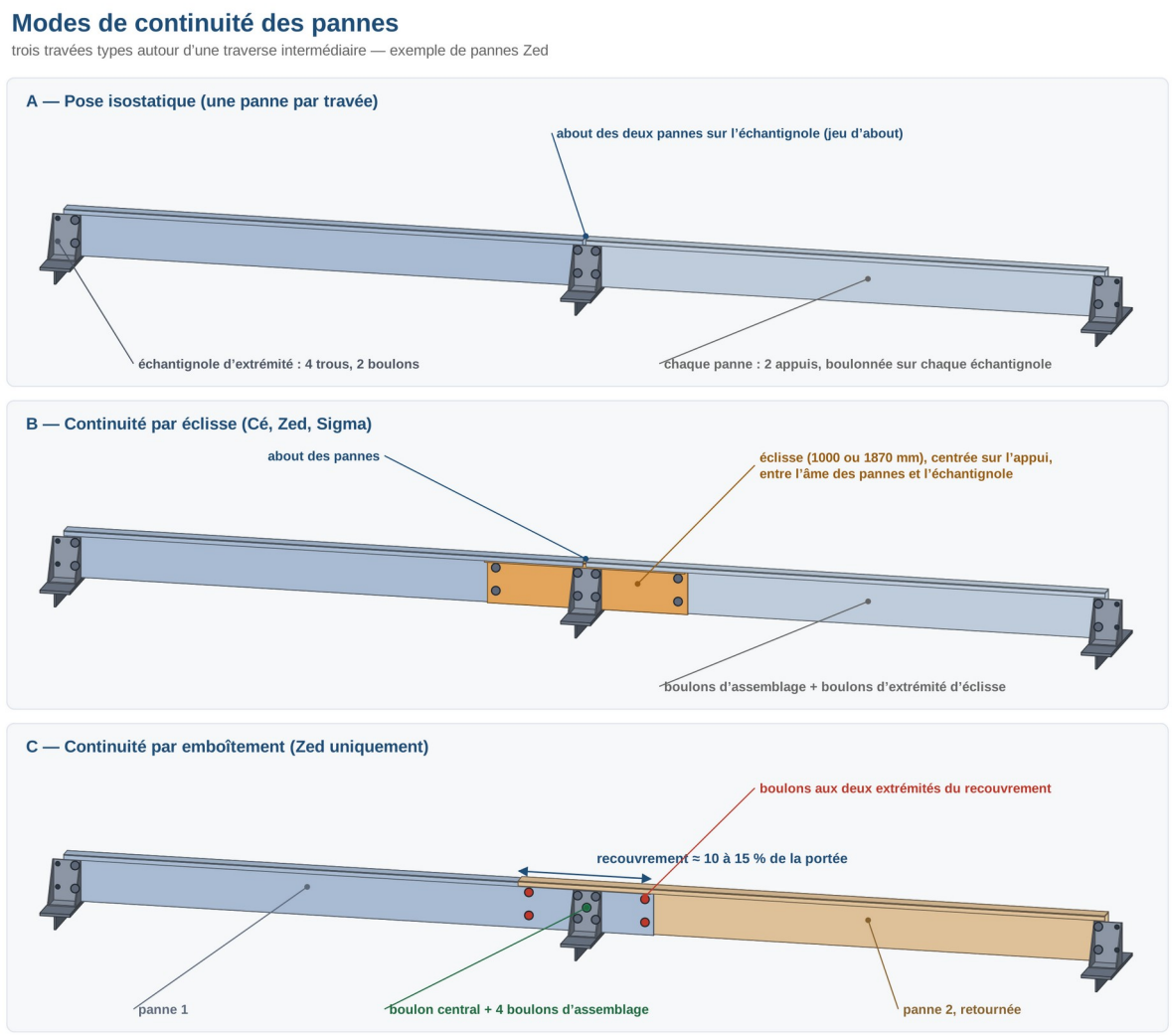


Figure 3 — Orientation des Cé, Zed et Sigma sur leur échantignole.

- **Cé et Sigma :** ouverture du profil orientée vers le faîtage (vers le point haut en mono-pente). **Zed :** profil posé de façon que sa **semelle basse soit du côté opposé à l'échantignole** — posé dans l'autre sens, le bas du Zed bute contre l'échantignole et le montage est impossible ; la petite semelle est en haut, sauf alternance imposée par l'emboîtement (§5.5).
- La panne est **suspendue à l'échantignole** par ses boulons : elle ne repose jamais sur la traverse. Le jeu sous la panne résulte de la position des perçages du profil et de l'échantignole ; il ne doit pas être supprimé.
- Respecter le repère et le sens de chaque profil : les perçages de liernes, d'éclisses et de recouvrement ne sont pas symétriques sur toutes les pièces.

5.2 Modes de continuité



Vues côté échantignole, portées raccourcies pour la lisibilité. Mode de continuité, longueurs d'éclisse et de recouvrement : selon le plan de pose PROFIL C.

Figure 4 — Pose isostatique, continuité par éclisse et continuité par emboîtement.

Mode	Profils	Principe	Points clés
Isostatique	Cé, Zed, Sigma	Une panne par travée, sur deux appuis	Deux boulons par extrémité ; pose à l'avancement, travée par travée
Éclisse courte	Cé, Zed, Sigma (140 à 300)	Éclisse de 1000 mm, 8 perçages	About des pannes au droit de l'appui, éclisse centrée sur l'échantignole
Éclisse longue	Cé, Zed, Sigma (200 à 350)	Éclisse de 1870 mm, 12 perçages	Portées et charges plus élevées ; même mode opératoire
Emboîtement	Zed uniquement	Recouvrement d'environ 10 à 15 % de la portée	Profils de même section retournés à 180° ; boulonnage sur appui et aux deux extrémités du recouvrement

> **À noter —** *Le mode de continuité, la position des éclisses et la longueur des recouvrements sont donnés par le plan de pose : ils ne se choisissent pas sur chantier.*

5.3 Pose isostatique

- Poser les pannes travée par travée en partant d'un pignon ; boulonner chaque extrémité sur son échantignole (deux boulons par extrémité ; sur l'échantignole d'extrémité, 2 des 4 trous restent libres).

- Laisser un léger jeu d'about entre deux pannes consécutives sur un même appui : les profils ne doivent pas être mis en compression l'un contre l'autre.
- Poser les liernes d'une travée dès que ses pannes sont en place (§7), avant de charger la travée.

5.4 Pose avec éclisses (Cé, Zed, Sigma)

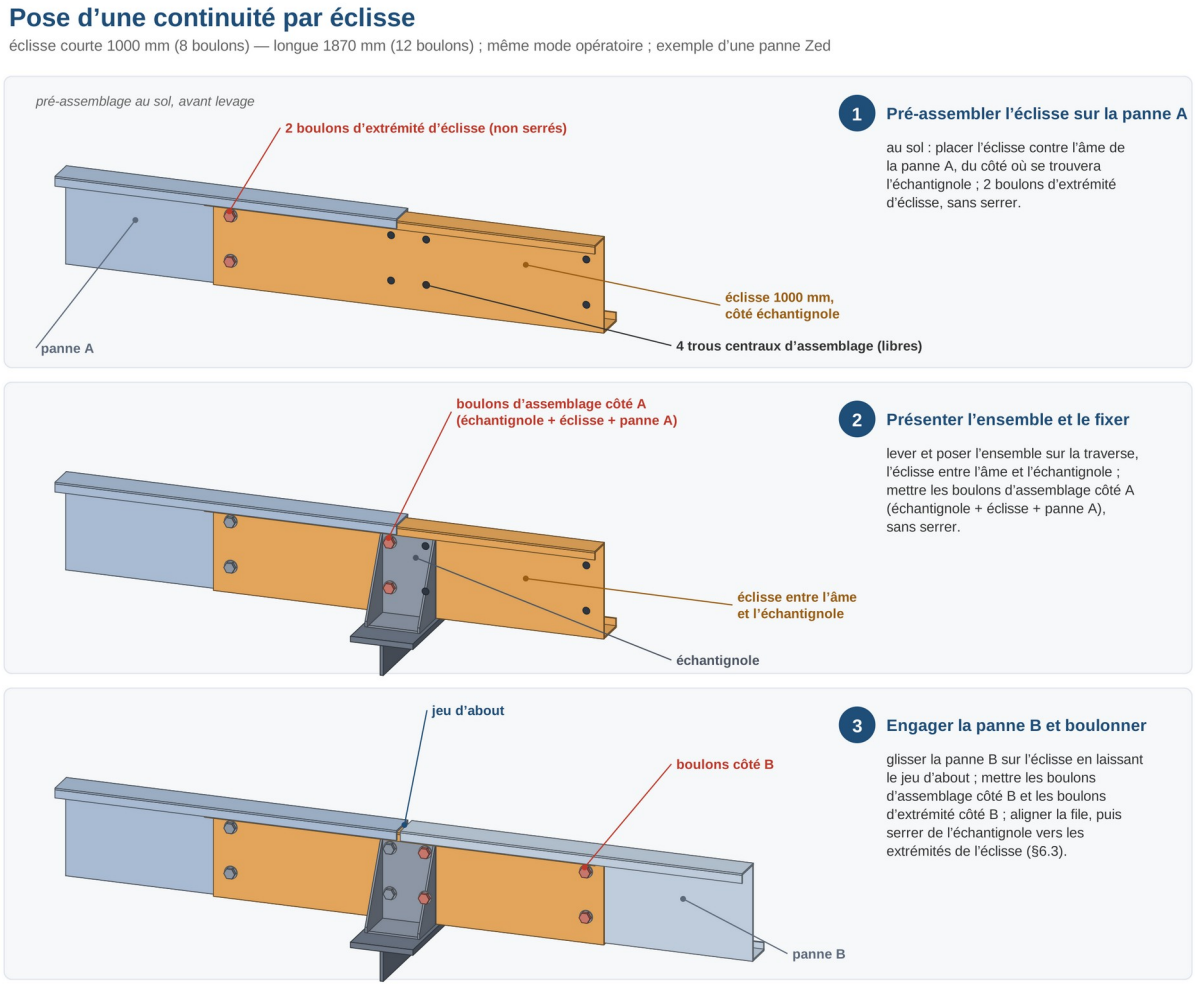


Figure 5 — Mode opératoire de pose d'une éclisse de continuité.

- **Étape 1 —** au sol, pré-assembler l'éclisse contre l'âme de la panne A, **du côté où se trouvera l'échantignole**, avec les 2 boulons d'extrémité d'éclisse côté A, sans serrer.
- **Étape 2 —** lever et présenter l'ensemble sur la traverse, l'éclisse placée **entre l'âme de la panne et l'échantignole** ; mettre les boulons d'assemblage côté A, qui traversent l'échantignole, l'éclisse et la panne A, sans serrer.
- **Étape 3 —** engager la panne B sur l'éclisse en respectant le jeu d'about, mettre les boulons d'assemblage côté B et les 2 boulons d'extrémité d'éclisse côté B, aligner la file, puis serrer de l'échantignole vers les extrémités de l'éclisse (§6.3).

Éclisse	Sigma	Cé	Zed	Longueur	Perçages
Courte	ECSC 140 à 300	ECCC 140 à 300	ECZC 140 à 300	1000 mm	8 — Ø14 jusqu'à 230, Ø18 au-delà
Longue	ECSL 200 à 350	ECCL 200 à 350	ECZL 200 à 350	1870 mm	12 — Ø14 jusqu'à 230, Ø18 au-delà

> **À noter —** *L'éclisse se place entre les profils et l'échantignole ; elle est centrée sur l'appui (repère sur le plan : trait simple pour l'éclisse courte, croix pour l'éclisse longue).*

5.5 Pose par emboîtement (Zed)

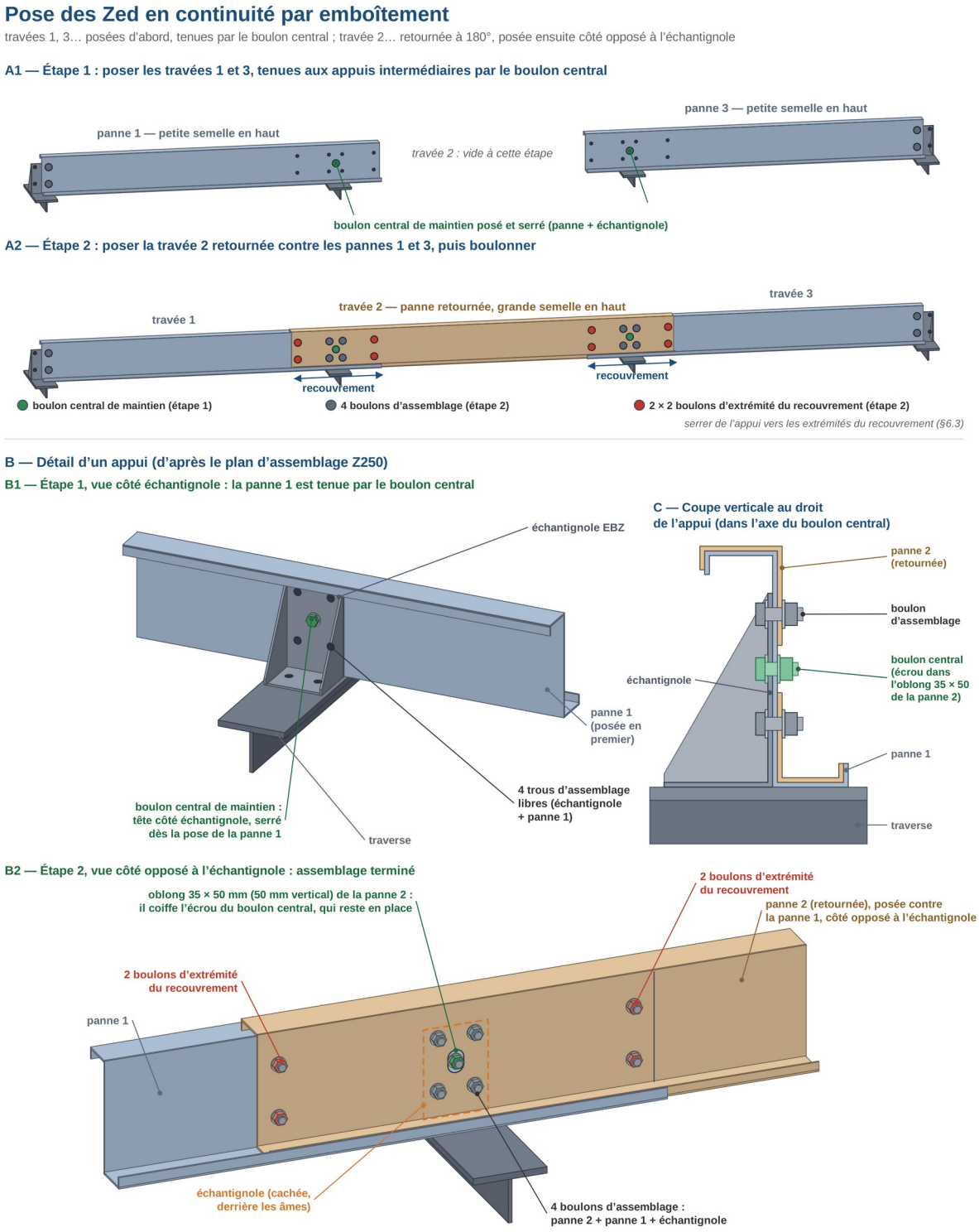


Figure 6 — Séquence de pose des Zed emboîtés et boulonnage d'un appui (boulon central de maintien).

1. **Étape 1 — travées 1 et 3 (puis 5, 7…) :** poser les pannes petite semelle en haut. Aux appuis d'extrémité, boulonner et serrer. Aux appuis intermédiaires, fixer chaque panne sur l'échantignole par le **boulon central de maintien** (trou central de l'âme et de l'échantignole) et le serrer : les pannes sont tenues dans leur position définitive, sans boulons provisoires.
2. **Étape 2 — travée 2 (puis 4, 6…) :** présenter la panne retournée à 180° (grande semelle en haut) **contre l'âme des deux pannes voisines, côté opposé à l'échantignole**, dans les deux zones de recouvrement. Ses trous centraux sont des **oblongs de 35 × 50 mm (grand axe vertical)** : ils viennent coiffer les écrous des boulons de maintien, qui restent en place, et laissent le jeu nécessaire à l'alignement des perçages

d'assemblage. À chaque appui, mettre en place les **4 boulons d'assemblage**, qui traversent les deux âmes et l'échantignole, puis les **2 boulons à chaque extrémité du recouvrement** ; serrer de l'appui vers les extrémités (§6.3).

3. Contrôler que la longueur de recouvrement et le nombre de boulons sont ceux du plan (exemple du plan d'assemblage Z250 : 1 boulon central + 4 boulons d'assemblage + 2 × 2 boulons d'extrémité = **9 boulons par appui**) ; utiliser exclusivement les perçages d'usine, sans agrandir ni ajouter de trou.

> **À noter —** *Le boulon central assure la* **stabilité provisoire** *de la panne en attente (NF EN 1090-2 et NF EN 1090-4, §9) : il est posé et serré dès la mise en place de chaque panne de l'étape 1 et n'est jamais retiré. La continuité par emboîtement n'est assurée que si les profils sont boulonnés* **à la fois sur l'appui et aux deux extrémités du recouvrement** *: ce sont les boulons d'extrémité qui transmettent le moment de continuité. Un recouvrement boulonné seulement sur l'échantignole fonctionne comme une pose isostatique et ne correspond pas au calcul.*

5.6 Profils doublés et renforts

Lorsque le plan le prévoit (travées de rive, charges localisées, portées plus longues…), une panne peut être **doublée** : un second profil, identique à la panne, est assemblé **dos à dos** contre elle, sur la longueur de la travée indiquée au plan.

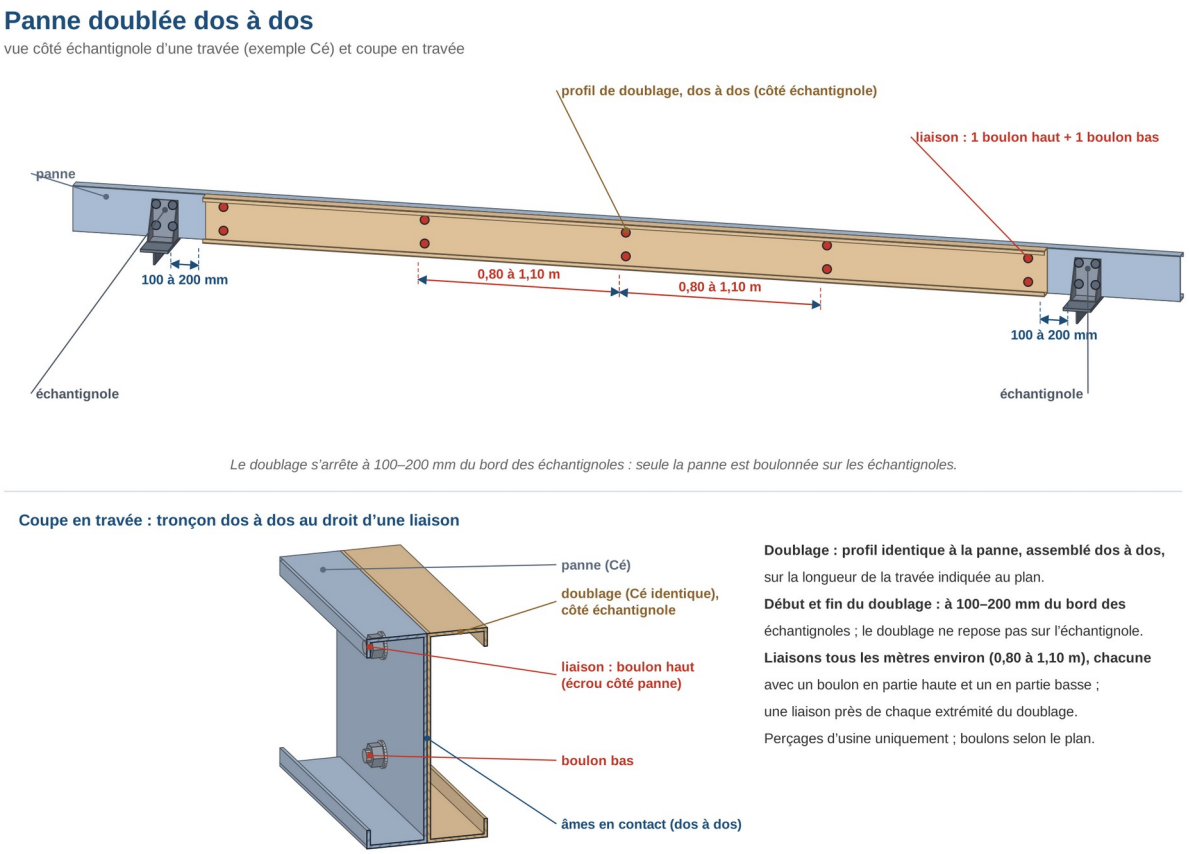


Figure 7 — Panne doublée dos à dos : position du doublage par rapport aux échantignoles et entraxe des liaisons.

- **Début et fin du doublage :** le profil de doublage commence à environ **100 à 200 mm du bord de l'échantignole** et s'arrête à la même distance du bord de l'échantignole opposée. Il ne repose pas sur les échantignoles : seule la panne y est boulonnée.
- **Liaisons :** les deux profils sont liaisonnés **tous les mètres environ (entraxe 0,80 à 1,10 m)**, chaque liaison comportant un boulon en partie haute et un boulon en partie basse ; prévoir une liaison près de chaque extrémité du doublage.
- **Pose :** poser et boulonner la panne sur ses échantignoles, présenter le doublage dos à dos, mettre en place toutes les liaisons, aligner puis serrer (§6.3). Utiliser exclusivement les perçages d'usine.

6. Boulonnage des assemblages

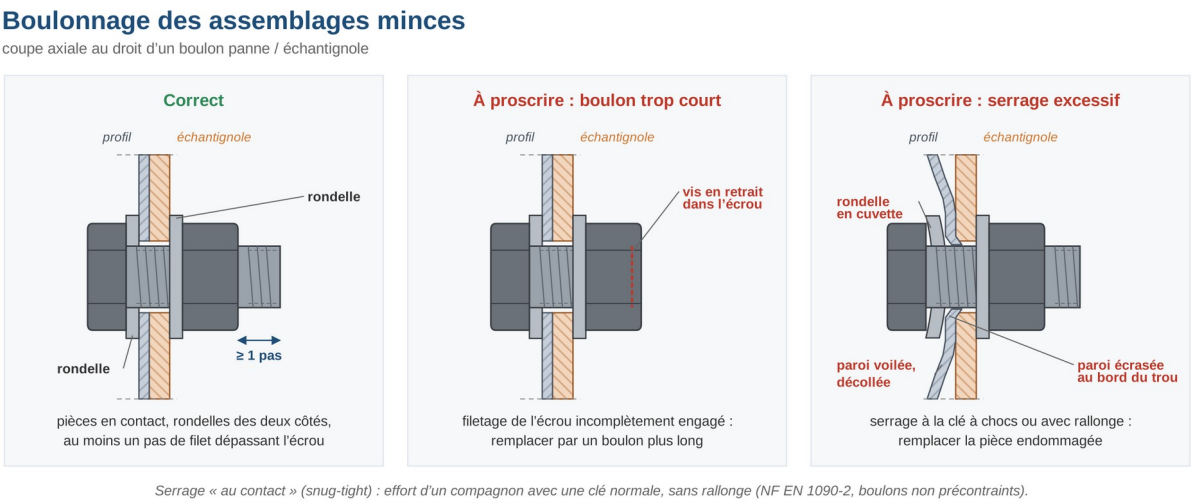
Les assemblages des systèmes Struô® sont réalisés par **boulons non précontraints** (catégorie A, cisaillement et pression diamétrale), conformément à la NF EN 1090-2 et à la NF EN 1090-4 (§8).

6.1 Boulonnerie

Assemblage	Boulon	Remarques
Profil / échantignole, éclisse, recouvrement — hauteur ≤ 230 mm	M12 (trous Ø14)	Classe selon note de calcul (8.8 recommandée)
Profil / échantignole, éclisse, recouvrement — hauteur ≥ 250 mm	M16 (trous Ø18)	Classe selon note de calcul (8.8 recommandée)
Échantignole / traverse	M16 (platine Ø18)	Classe et longueur selon note de calcul et épaisseur de la traverse
Liaison entre liernes (traversée d'âme)	Tige filetée M12 × 80 sans tête	Vissée en atelier dans un embout jusqu'à la zone de frein ; l'embout de la lierne suivante se visse dessus sur chantier ; extrémités de file selon plan

- Boulonnerie de construction non précontrainte conforme à la **NF EN 15048-1** (vis NF EN ISO 898-1, écrous NF EN ISO 898-2, rondelles plates NF EN ISO 7089/7091), de classe compatible vis/écrou ; ne jamais mélanger les classes dans un même assemblage.
- Protection : galvanisée à chaud en extérieur ou en ambiance humide ; zingage électrolytique admis en ambiance intérieure sèche.

6.2 Longueur des boulons et rondelles



Serrage « au contact » (snug-tight) : effort d'un compagnon avec une clé normale, sans rallonge (NF EN 1090-2, boulons non précontraints).
Exemple : boulon M12 dans trous Ø14, profil 2 mm, échantignole 4 mm — échelle approximative.

Figure 8 — Boulonnage correct et défauts à proscrire.

- Après serrage, la vis dépasse de l'écrou d'**au moins un pas de filet** (NF EN 1090-2) ; un boulon trop court est remplacé.
- Longueur minimale = somme des épaisseurs serrées + rondelles + hauteur d'écrou + un pas. Repères courants : **M12 × 30** et **M16 × 35** pour les assemblages profil / échantignole et profil / éclisse / échantignole (jusqu'à 10 mm d'épaisseur serrée) ; la longueur des boulons de platine dépend de l'épaisseur de la traverse. Le boulon central de maintien des Zed emboîtés ne serre que l'échantignole et la panne 1 : il est donc plus court que les boulons d'assemblage.
- PROFIL C recommande une rondelle plate sous la tête et sous l'écrou, au contact des parois minces.

6.3 Serrage

- Serrage **« au contact » (snug-tight)** : les pièces sont mises en contact ferme, avec l'effort d'un compagnon et une clé normale, sans rallonge. Aucun couple n'est prescrit pour ces boulons non précontraints.
- Serrer chaque groupe de boulons de la partie la plus rigide vers la moins rigide (de l'échantignole vers les extrémités de l'éclisse ou du recouvrement), après alignement de la file.
- Proscrire le serrage à fond à la clé à chocs : il écrase la paroi mince et endommage le revêtement (figure 8).
- Contrôle visuel de 100 % des assemblages après serrage : boulon présent, rondelles en place, dépassement correct, pièces en contact ; compléter ou resserrer si besoin (§13).

6.4 Perçages et coupes

- Tous les perçages sont réalisés en usine. Un perçage complémentaire n'est admis qu'avec l'accord écrit de PROFIL C, **au foret**, au diamètre du boulon + 2 mm.
- Interdits : agrandir ou ovaliser un trou, percer au chalumeau, poinçonner au marteau, souder.
- Toute coupe ou tout perçage de chantier est ébavuré, nettoyé de ses limailles et retouché (§11).

7. Liernage et tirants

7.1 Rôle du liernage

Les liernes et les tirants assurent trois fonctions : maintenir l'écartement et la **rectitude** des pannes au montage ; créer des appuis latéraux pour la **semelle libre** contre le déversement ; reporter vers les portiques les efforts **parallèles au versant** (ou au bardage). Ils font partie du système calculé : ils sont posés et réglés **avant** la couverture ou le bardage.

- Liernes et tirants sont disposés pour travailler en **traction** ; chaque versant ou façade comporte au moins un système de liernage indépendant, retenu en tête par un lacet de tirants.
- Une lierne qui doit reprendre de la compression (lierne de faîtage reliant les deux versants, tête de toiture mono-pente, maintien sous soulèvement au vent) est obligatoirement **tubulaire** : sa position est donnée par le plan.

7.2 Pose des liernes tubulaires

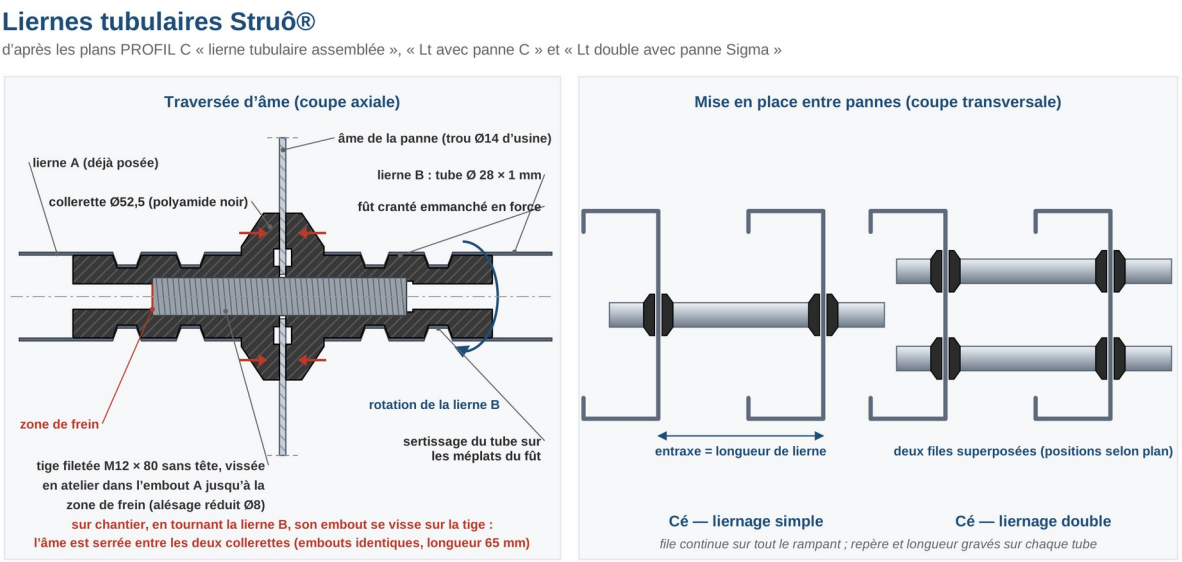


Figure 9 — Liernes tubulaires : traversée d'âme (embouts identiques reliés par une tige filetée M12 × 80), liernage simple et double.

- Vérifier le repère et la longueur gravés sur chaque tube au regard du plan (longueur = entraxe des pannes).
- Les deux embouts d'une lierne sont identiques : pièce en polyamide noir de 65 mm de long, collerette d'appui Ø52,5 raccordée par un cône à un fût cranté emmanché en force dans le tube Ø28 × 1 et serti sur

deux zones de méplats ; alésage central Ø9,7 recevant la tige filetée. Les embouts sont solidaires du tube : ne jamais les extraire ni les faire tourner dans le tube. Au droit de chaque âme, les liernes sont reliées par une **tige filetée M12 × 80 sans tête**, vissée **en atelier**, avant livraison, dans un embout de la lierne jusqu'à la **zone de frein** (alésage réduit Ø8, à 40 mm de la face d'appui) : elle dépasse donc d'environ 40 mm et ne doit être ni dévissée ni déplacée sur chantier. Sur chantier, engager la tige dans le trou de l'âme, puis **faire tourner la lierne suivante à la main** pour visser son embout sur la tige, jusqu'à ce que les deux collerettes serrent fermement l'âme. Le serrage participe au maintien en rotation de la panne. Ne pas utiliser d'outil : un serrage forcé détériore les embouts en polyamide.

- La file est continue sur toute la longueur du rampant ; les extrémités de file sont fixées sur la dernière panne selon le plan de pose.
- En liernage double (cas courant des Sigma de grande hauteur), les deux files sont superposées dans la même travée, dans la partie centrale de l'âme, à proximité des plis du raidisseur, aux perçages prévus.
- Ne jamais percer un trou de lierne sur chantier, ni recouper ou rallonger un tube.

7.3 Nombre de cours de liernes

Le nombre et la position des cours de liernes sont donnés par le plan de pose. À titre de contrôle de cohérence, le système PROFIL C retenait historiquement les minimums suivants par travée (CCT PROFIL C) :

Portée L de la travée	Paroi participante, pente ≤ 21 %	Paroi non participante ou pente 21 à 31 %	Pente > 31 %
L ≤ 2,5 m	0	0	0
2,5 < L ≤ 3 m	0	0	1
3 < L ≤ 3,75 m	0	1	1
3,75 < L ≤ 5 m	1	1	1
5 < L ≤ 6 m	1	1	2
6 < L ≤ 7,5 m	1	2	2
7,5 < L ≤ 10 m	2	2	3
10 < L ≤ 11,25 m	2	3	4
11,25 < L ≤ 12 m	3	3	4

> **À noter —** *Paroi participante : bac acier vissé (avec ou sans isolant, support d'étanchéité, panneaux sandwich) fixé par vis autoperceuses et vis de couture selon le DTU. Paroi non participante : fibres-ciment, fixation par crochets, translucides hors règles du §9.3. Ces valeurs ne remplacent pas le plan de pose de l'affaire.*

7.4 Tirants ajustables

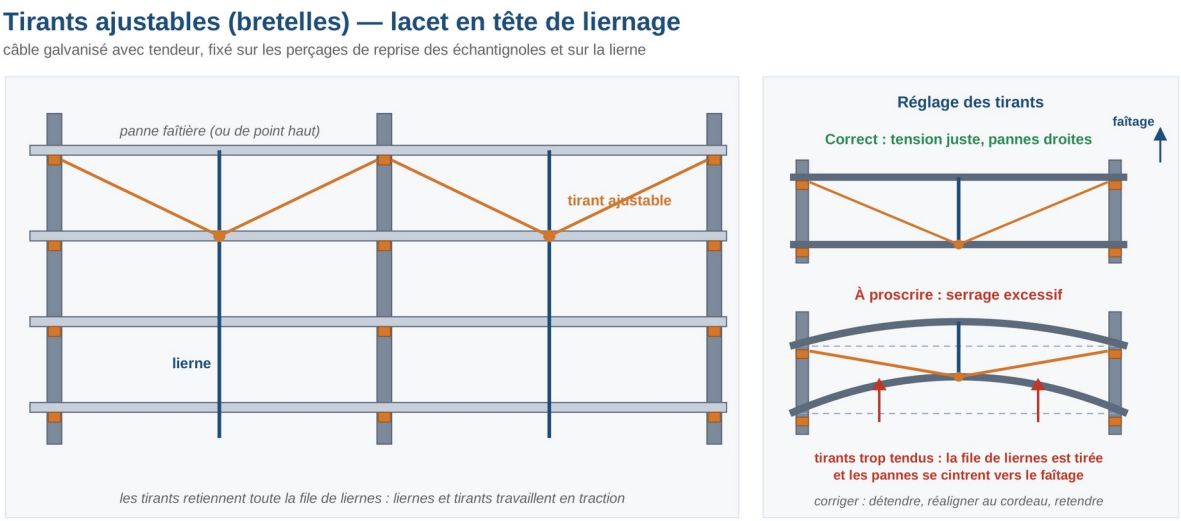


Figure 10 — Lacet de tirants en tête de liernage et effet d'un serrage excessif.

- Les tirants (câble galvanisé Ø 4,5 mm avec tendeur) sont fixés d'un côté sur la file de liernes, de l'autre sur les **perçages de reprise des échantignoles** prévus à cet effet.
- Position et nombre selon le plan : au minimum un lacet de tirants en tête de chaque système de liernage ; le calcul peut imposer des tirants supplémentaires (bas de versant sous soulèvement, consoles, rives).
- Les tirants sont montés **symétriquement, en funiculaire**, pour ne pas introduire de flexion dans les liernes.

7.5 Réglage et rectitude

- Régler après la pose de toutes les liernes d'un versant ou d'une façade, avant la paroi : mise en tension progressive et symétrique au tendeur, puis blocage par contre-écrou.
- Contrôler la rectitude de chaque panne au cordeau : flèche dans le plan du versant **f ≤ min (L/500 ; 20 mm)** (§12).
- Un serrage excessif tire la file de liernes et cintre les pannes vers le faîtage (figure 10) : détendre, réaligner au cordeau et régler à nouveau.

8. Pose des lisses de bardage

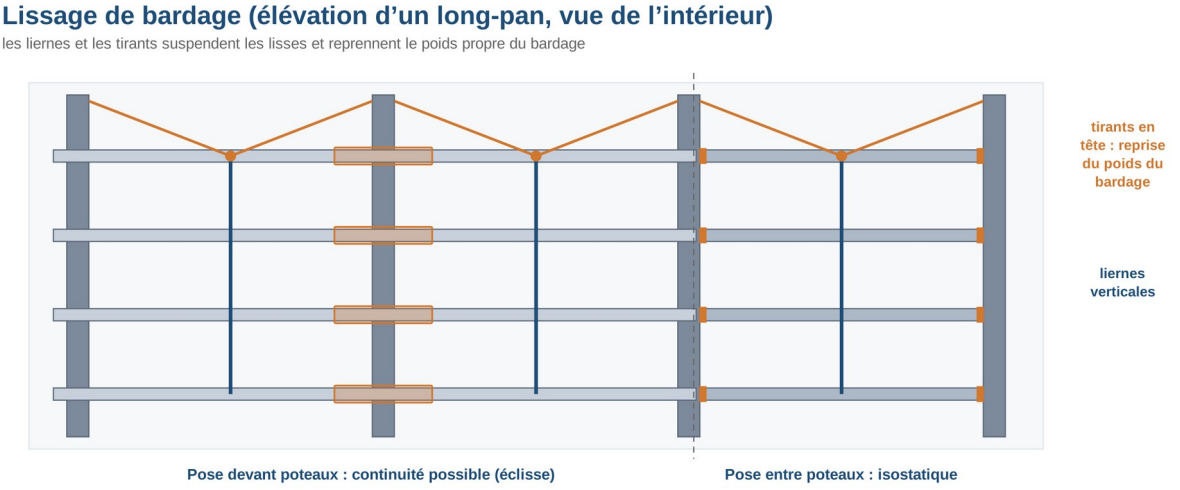


Figure 11 — Lisses posées devant ou entre les poteaux, suspendues par liernes et tirants.

8.1 Lisses devant ou entre poteaux

- **Devant les poteaux :** mise en œuvre analogue à l'empannage ; continuité par éclisse (ou par emboîtement pour les Zed) possible selon le plan.
- **Entre les poteaux :** pose isostatique obligatoire, sans continuité ; échantignoles adaptées au poteau ; laisser un léger jeu d'about de chaque côté pour que la lisse ne soit pas bloquée entre les poteaux.

8.2 Orientation et reprise du poids du bardage

- Orientation selon le plan de pose ; à défaut, éviter toute position créant une rétention d'eau ou de salissures dans le profil.
- Les lisses sont peu raides dans le sens vertical : le poids du bardage est repris par les **liernes verticales** et les **tirants en tête**, ancrés aux poteaux en partie haute (de préférence entre la première et la deuxième lisse).
- Poser et régler liernes et tirants avant le bardage : horizontalité et rectitude des lisses dans les tolérances du §12.
- Baies, portes et encadrements : chevêtres, montants et lisses de rive selon le plan ; ne jamais interrompre une lisse sans disposition prévue par PROFIL C.

9. Pose de la couverture et du bardage

9.1 Conditions préalables

- Liernes et tirants posés et réglés, boulons serrés, rectitude contrôlée et fiche d'autocontrôle visée.
- Plan de fixation de la paroi transmis au couvreur ou au bardeur : type de vis, densité, vis de couture, implantation des translucides.

9.2 Fixation de la paroi

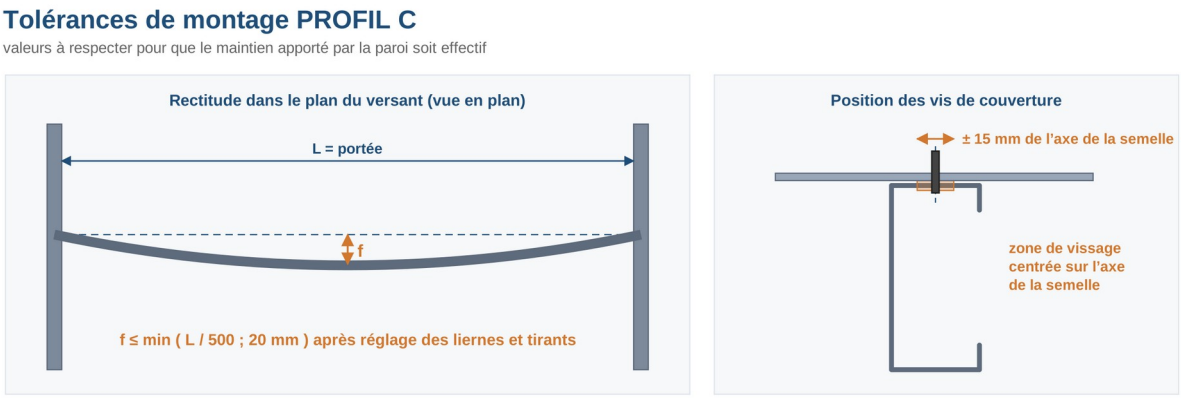


Figure 12 — Rectitude après réglage et zone de vissage sur la semelle.

- Fixations et densité conformes au DTU applicable et au plan : la note de calcul tient compte du maintien apporté par la paroi ; **ne jamais réduire la densité**.
- Vis autoperceuses de capacité adaptée à l'épaisseur de la semelle (1,50 à 3,00 mm), posées **à ± 15 mm de l'axe de la semelle** ; un fil tendu le long de chaque file facilite le respect de cette tolérance.
- Les vis de couture entre plaques sont obligatoires lorsque la paroi participe à la stabilité des pannes.

9.3 Plaques translucides

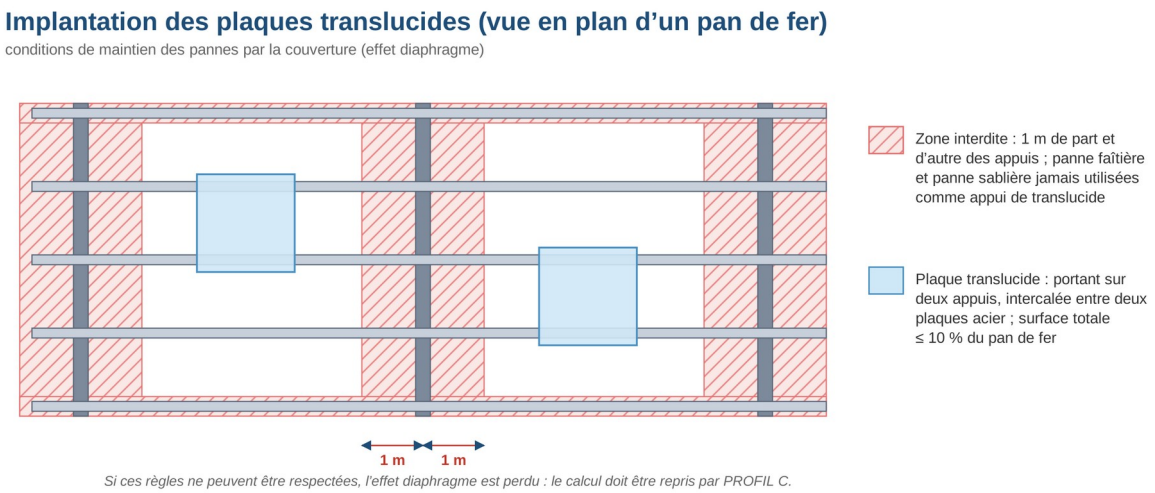


Figure 13 — Règles d'implantation des plaques translucides.

- Surface de translucides limitée à **10 %** du pan de fer considéré, hors zones interdites.
- Aucune plaque translucide sur une bande de **1 m de part et d'autre des appuis** des pannes ; les pannes faîtières et de bas de versant ne servent jamais d'appui à un translucide.
- Chaque plaque translucide porte sur deux appuis et est intercalée entre deux plaques acier ; en disposition en damier, les bandes ne sont pas contiguës par les angles.
- Si ces règles ne peuvent être respectées, l'effet diaphragme est perdu : PROFIL C doit reprendre le calcul (pannes considérées comme non maintenues).

9.4 Charges de chantier

- Déposer les colis de couverture **au droit des portiques**, jamais en milieu de travée, et limiter leur poids à 2000 daN.
- Aucune charge (circulation, stockage) sur des pannes auxquelles la couverture n'est pas encore fixée.
- La pose et la fixation de la couverture débutent à partir des appuis ; une plaque n'est posée que lorsque la précédente est entièrement fixée.

10. Cas particuliers

10.1 Débords et porte-à-faux

- Débord de pignon d'au moins 80 mm, réalisé selon le plan par panne allongée ou par tronçon de panne supplémentaire (petit ou grand porte-à-faux).
- Une console peut nécessiter une file de liernes et un tirant supplémentaires : leur nécessité est fixée par le bureau d'études PROFIL C.

10.2 Bracons de stabilité

- Le trou de fixation du bracon est situé en partie inférieure de la panne ; il est réalisé en usine.
- Stabilisation par un seul bracon (vérifié au flambement) ou par deux bracons de très faible raideur latérale (type ruban) pour ne pas perturber l'empannage ; la vérification du bracon et de ses fixations incombe au charpentier.

10.3 Chevêtres, trémies et lanterneaux

Les chevêtres et encadrements de trémies (lanterneaux, exutoires, gaines) sont réalisés selon le plan avec les profils et attaches prévus. Une panne n'est jamais coupée sur chantier pour créer une trémie sans étude préalable : les charges des équipements doivent être déclarées à PROFIL C.

10.4 Charges suspendues

Réseaux, sprinklers, faux-plafonds ou équipements accrochés aux pannes doivent être déclarés au dimensionnement. Ils sont fixés par les dispositifs prévus (colliers, étriers, attaches), jamais par soudure ni par perçage des semelles ou des bords tombés.

> **Important —** *Toute transformation ou adaptation d'un système d'empannage ou de lissage (suppression de lierne, découpe, ajout de charge, changement de paroi) est soumise à l'avis préalable de PROFIL C.*

11. Protection anticorrosion et retouches

- Le revêtement Zinc-Magnésium est préservé par une manutention soignée (§3) ; les éraflures, les rives de coupe et les perçages de chantier, ainsi que les extrémités non revêtues, sont traités par le poseur.
- Retouche : brossage, dégraissage puis peinture riche en zinc appliquée selon la fiche technique du produit (NF EN 1090-2 et NF EN 1090-4, §10). Pas de bombe de peinture ordinaire.
- Après soudage d'échantignoles : élimination du laitier et des projections, puis retouche du revêtement de la traverse et de l'échantignole.
- Nettoyer immédiatement copeaux et limailles (risque de rouille de contact) ; éviter tout contact avec le cuivre, le plâtre ou le béton frais et les bois traités humides.

12. Tolérances de montage

Grandeur contrôlée	Tolérance	Référence
Entraxe des files de pannes ou de lisses (mesuré depuis une référence fixe)	± 5 mm, sans cumul	PROFIL C
Écart entre l'entraxe réel au droit d'une lierne et la longueur de la lierne	± 2 mm — ne jamais forcer	PROFIL C
Jeu sous la panne (panne / traverse)	Jeu donné par l'échantignole, aucun contact	PROFIL C
Rectitude des pannes et lisses dans le plan de la paroi, après réglage	f ≤ min (L/500 ; 20 mm)	CCT PROFIL C
Position des vis de la paroi par rapport à l'axe de la semelle	± 15 mm	CCT PROFIL C
Longueur de recouvrement (Zed), position des éclisses	Conforme au plan, perçages d'usine	Plan de pose
Dépassement des boulons au-delà de l'écrou	≥ 1 pas de filet	NF EN 1090-2, §8
Tolérances de fabrication des profils (section, rectitude, vrillage)	NF EN 1090-4, annexe D	Contrôle en cas de doute à la réception
Tolérances de la structure porteuse	NF EN 1090-2, §11 et annexe B	Vérification avant pose (§4)

Les tolérances plus sévères éventuellement exigées par les documents du marché ou par le DTU de la paroi (planéité des appuis) prévalent sur ce tableau.

13. Contrôles, réception et dossier de fin de chantier

13.1 Autocontrôle

Le charpentier réalise et enregistre l'autocontrôle de son montage (NF EN 1090-2 et NF EN 1090-4, §12) au moyen de la fiche de l'annexe A, à chaque étape et avant de livrer l'ossature au couvreur ou au bardeur.

Étape	Point de contrôle	Critère	Fréquence
Réception	Repères, quantités, état des profils et du revêtement	Conforme au bordereau, sans avarie	Chaque livraison

Étape	Point de contrôle	Critère	Fréquence
Structure porteuse	Implantation, niveaux, perçages, échantignoles	Plan de pose ; ± 5 mm	Chaque file
Pannes et lisses	Repère, orientation, sens, jeu sous panne	Plan de pose, figure 3	100 %
Continuités	Éclisses ; recouvrements : boulon central, boulons d'assemblage et d'extrémité	Plan de pose	100 %
Boulonnage	Présence, rondelles, dépassement, serrage au contact	§6	100 % visuel
Liernage	Files complètes, vissage au contact, extrémités	Plan de pose, §7	100 %
Tirants	Position, tension, contre-écrous	f ≤ min (L/500 ; 20 mm)	Chaque panne / lisse
Protection	Retouches, propreté (limailles)	Aucun défaut visible	100 %
Paroi	Position des vis, densité, translucides	± 15 mm ; DTU ; §9.3	Par le couvreur

13.2 Non-conformités et rectifications

Toute non-conformité est repérée et enregistrée ; son traitement (remplacement, renfort, reprise) est décidé avec PROFIL C, puis contrôlé à nouveau. Aucune rectification n'est improvisée sur un élément structural.

13.3 Dossier de fin de chantier

- Plan de pose et de repérage à l'indice final, intégrant les modifications validées.
- Note de calcul PROFIL C et justification des accessoires ; DoP et marquage CE des composants.
- Certificats de la boulonnerie ; justifications à la charge du charpentier (boulons d'échantignoles sur traverse, support, bracons).
- Fiches d'autocontrôle signées et fiches de non-conformité soldées ; procès-verbal de réception.

13.4 Entretien

Visite au moins annuelle par le maître d'ouvrage : état du revêtement, des boulons et des tirants, traitement immédiat de toute corrosion. Tout ajout de charge et toute modification d'une paroi participant à la stabilité des pannes requièrent l'avis préalable de PROFIL C.

Annexe A — Fiche d'autocontrôle de montage

Affaire / bâtiment		Zone / versant / façade	
Plan de pose (indice)		Classe d'exécution	
Chef de chantier		Date	

N°	Point de contrôle	C	NC	Observations / action
1	Livraison conforme au bordereau, réserves notées	☐	☐	
2	Portiques réglés et contreventés ; implantation et niveaux conformes	☐	☐	
3	Échantignoles : modèle, orientation, entraxe (± 5 mm), boulons M16	☐	☐	
4	Pannes / lisses : repères, orientation, sens, jeu sous panne	☐	☐	
5	Continuités : éclisses complètes ; recouvrements Zed : boulon central, boulons d'assemblage et boulons aux deux extrémités	☐	☐	
6	Boulons : classe, rondelles, ≥ 1 pas dépassant, serrage au contact	☐	☐	
7	Liernes : repères, files continues, vissage au contact, extrémités	☐	☐	
8	Tirants : position, tension symétrique, contre-écrous	☐	☐	
9	Rectitude après réglage : f ≤ min (L/500 ; 20 mm)	☐	☐	
10	Retouches anticorrosion, nettoyage des limailles	☐	☐	
11	Aucun élément endommagé, percé ou soudé sur chantier	☐	☐	
12	Plan de fixation de la paroi et règles translucides transmis au couvreur	☐	☐	

C : conforme — NC : non conforme (ouvrir une fiche de non-conformité).

Visa du chef de chantier : Visa du responsable qualité :

— Fin du cahier de pose —