Guide de montage

Abri d'observatoire à toiture motorisée — structure tubulaire et panneaux sandwich

1. Vue d'ensemble

L'abri a une surface libre intérieure carrée de 1,20 × 1,20 m (emprise extérieure d'environ 1,26 × 1,26 m), composé de quatre panneaux muraux démontables (A, B, C, D) et d'une toiture motorisée à deux demi-pans coulissants. Chaque panneau mural est constitué d'un squelette tubulaire acier autoportant sur lequel vient se fixer, indépendamment, un panneau sandwich isolant.

Le mur A porte le moteur, le coffret électrique et les capteurs météo. Les murs B et D, en vis-à-vis, portent chacun une vis TR8 et une glissière de toit. Le mur C est un panneau nu, sans équipement.

Les murs et la toiture répondent à des logiques thermiques opposées, volontairement. Les murs sont isolés (XPS 10mm, §3.2) pour tamponner les écarts de température entre le jour et la nuit pendant le stockage du télescope entre deux séances, et limiter la condensation à l'intérieur de l'abri. La toiture, à l'inverse, reste en tôle simple non isolée (§3.3) : une faible masse thermique lui permet de rejoindre rapidement la température ambiante une fois ouverte, plutôt que de restituer lentement la chaleur accumulée dans la journée — ce qui créerait des turbulences locales au-dessus de l'instrument en début de séance. Le feutre anti-condensation collé sous le toit (§3.3) gère l'humidité qui s'y dépose par point de rosée lors des nuits claires et froides, sans revenir sur ce choix de faible masse thermique.

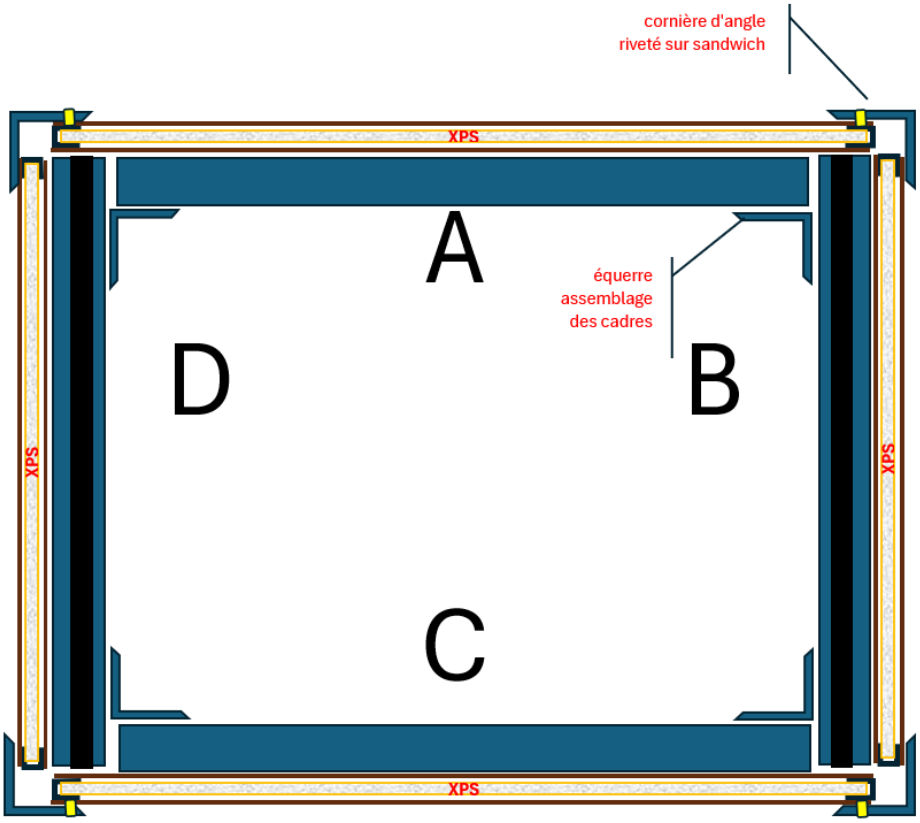


Fig. 1 — Vue de dessus : disposition des 4 panneaux, sandwich et cornières d'angle

2. Nomenclature et cotes des panneaux

Panneau	Largeur	Hauteur	Rôle	Équipement
A	1,20 m	1,00 m	Mur en retrait	Moteur Nema23, coffret électrique, capteurs météo
B	1,26 m	1,00 m	Mur plein	Vis TR8, glissière de toit
C	1,20 m	1,00 m	Mur en retrait	Aucun (panneau nu)
D	1,26 m	1,00 m	Mur plein	Vis TR8, glissière de toit

« Mur plein » : le squelette va d'angle à angle sans interruption — c'est lui qui porte la continuité de la vis TR8.
« Mur en retrait » : le squelette est raccourci de 30 mm à chaque extrémité (une épaisseur de tube) pour venir buter contre le flanc du montant du mur plein voisin. C'est ce retrait qui explique l'écart entre 1,20 m et 1,26 m.

3. Matériaux

3.1 Squelette tubulaire

- Tube carré acier laminé à froid, non galvanisé, 30 × 30 mm, épaisseur de paroi 1,5 mm
- Finition après soudure/assemblage : dégraissage, décapage de la calamine, primaire riche en zinc, finition polyuréthane ou glycéro extérieure

3.2 Panneau sandwich (murs)

- 2 tôles acier prélaqué blanc, 0,5 mm d'épaisseur, substrat galvanisé Z275 (protection envers/backcoat en option à la commande)
- Âme isolante : polystyrène extrudé (XPS) 10 mm
- Cadre périphérique : profilé en U acier, ouverture intérieure 10 mm, épaisseur 1,5–2 mm

3.3 Toiture (2 demi-pans)

- Cadre tube acier 30 × 30 mm, même nuance que les murs
- Hauteur du demi-toit ≈ 400 mm (dégagement au joint central inclus)
- Tôle doublée (non sandwich) : 2 tôles acier prélaquées blanc 0,5 mm chacune, collées dos à dos (colle polymère MS, type silane modifié — prise progressive qui laisse le temps de repositionner les tôles avant durcissement, contrairement à une colle contact ; surfaces dégraissées avant encollage) et fixées sur le tube par rivets 4,8×20 à tête large (Ø16mm), pas 100 mm maximum — le même rivet traverse les 2 tôles et accroche le tube, tête large pour limiter le risque d'arrachement. Épaisseur simple non trouvée dans le commerce en blanc, le doublage collé+riveté vise une résistance à l'effraction proche d'une tôle pleine ~1 mm sans le point faible du rivetage seul (risque de pelage entre rivets)
- Joint périphérique de chaque panneau doublé scellé (mastic butyl ou silicone), pour empêcher toute infiltration d'humidité entre les deux tôles
- Feutre anti-condensation autocollant, 3 à 5 mm, collé en face intérieure du dessus de chaque demi-toit

3.4 Visserie et quincaillerie

- Écrous sertis M8 (rivet nuts) pour les équerres d'angle entre panneaux — les jonctions internes montant/traverse de chaque panneau sont soudées
- Équerres 60 × 60 mm à 4 trous pour les assemblages traverse/montant et traverse/traverse voisine
- Vis autotaraudeuses ou rivets, pas 200–250 mm, pour la fixation indépendante du panneau sandwich sur le squelette
- Glissières à tiroir charge lourde 120 kg, section hors tout 53 × 19 mm (H × ép.), longueur rétractée 600 mm, extraction totale 600 mm

- Cornière inégale 30 × 60 mm pour le support de glissière, montée à champ (aile de 60 mm dressée verticalement)

4. Poids approximatif par panneau

Panneau	Tube	Tôle + XPS	Cadre U	Quincaillerie	Total (hors élec./méca.)
A / C	8,8 kg	10,3 kg	2,7 kg	≈ 0,4 kg	≈ 22,2 kg
B / D	9,1 kg	10,3 kg	2,7 kg	≈ 0,4 kg	≈ 22,5 kg

> ⚠️ *À ce poids unitaire, chaque panneau reste manipulable par une seule personne. Ne pas chercher à l'alléger davantage : la tôle est déjà le principal levier de résistance à l'effraction identifié, l'amincir encore la fragiliserait sans gain déterminant.*

5. Outillage nécessaire

- Poste à souder inverter (IGBT), 200 A, MIG/MAG avec dévidage synergique, compatible fil fourré sans gaz (méthode retenue pour ce montage) — pour les jonctions internes montant/traverse de chaque panneau, §6.1
- Accessoires de soudure : bobine de fil fourré Ø0,9 mm, pince de masse, torche, masque de soudure (auto-obscurcissant recommandé), gants de soudure, brosse métallique et marteau à piquer pour le décrassage du laitier propre au fil fourré
- Équerres magnétiques, pour maintenir les tubes en position pendant la soudure
- Écrous à sertir M5 et M8
- Pince à sertir les écrous
- Rivets pop (aveugles)
- Pince à riveter
- Perceuse et forets métaux
- Meuleuse d'angle

6. Construction du squelette tubulaire (par panneau)

Principe général : les deux montants verticaux sont d'un seul tenant, du bas jusqu'en haut. Les quatre traverses horizontales (haute, à 0,10 m sous le haut, à mi-hauteur, basse) sont coupées à longueur pour s'insérer entre les deux montants, et non l'inverse.

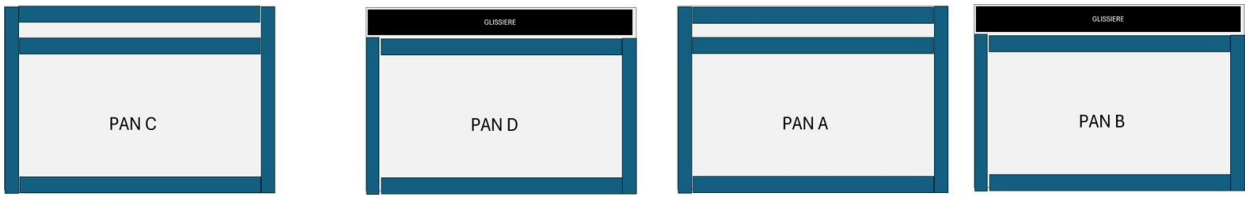


Fig. 2 — Élévations des 4 pans (glissière visible sur D et B)

6.1 Séquence de montage du cadre

- Poser les deux montants verticaux, parallèles, à l'écart correspondant à la largeur du panneau
- Positionner les 4 traverses aux hauteurs prévues (voir tableau 6.2), vérifier l'équerrage (diagonales égales)
- Souder les traverses aux montants

6.2 Position des traverses

Traverse	Position depuis le haut	Liaison vers le panneau voisin
Haute	0 m (rail structurel)	Aucune : cet espace est occupé par la glissière sur B/D
Intermédiaire	0,10 m	1 équerre horizontale, 2 écrous sertis M8 de chaque côté du joint
Mi-hauteur	0,50 m	1 équerre horizontale, 2 écrous sertis M8 de chaque côté du joint
Basse	1,00 m (bas)	1 équerre horizontale, 2 écrous sertis M8 de chaque côté du joint

> ⚠️ *Les jonctions montant/traverse à l'intérieur d'un même panneau sont soudées — les équerres 60×60 ne servent qu'à relier les panneaux entre eux (§7), pas à l'assemblage interne d'un cadre.*

7. Assemblage d'angle entre panneaux adjacents

- Le montant du mur plein (B ou D) est positionné exactement au coin réel de l'abri
- Le montant du mur en retrait (A ou C) est en retrait de 30 mm et vient buter contre le flanc du montant du mur plein
- L'équerre horizontale de chaque traverse (niveaux 0,10 m / mi-hauteur / basse) relie les deux panneaux à ce niveau, avec 2 écrous sertis de chaque côté du joint
- L'habillage sandwich de A et C est surdimensionné à 1,26 m de large (au lieu des 1,20 m du cadre) : les 30 mm de débord de chaque côté viennent se poser directement sur le montant du mur plein voisin, qu'ils recouvrent — pas de porte-à-faux, le débord est porté par ce montant
- Une cornière d'angle extérieure capote la jonction entre les deux tôles au coin réel, qui affleurent au même niveau — son rôle se limite à l'étanchéité et à la protection des vis, sans reprise d'effort en porte-à-faux
- La cornière d'angle n'a pas de fixation propre : elle est rivetée en bout de panneau en même temps que la tôle extérieure, aux mêmes points que la fixation tôle → aile du U (§8.1) — un seul passage de rivet traverse cornière + tôle + aile du U à ces points, avec un rivet 4×14mm blanc tête bombée, plus long que le 4×10 utilisé ailleurs sur le pourtour pour couvrir l'empilement à 3 couches
- En complément, 3 boulons M6×50 de sécurité (Ø6mm) traversent le sandwich, les ailes du U et le tube du montant à chaque angle, répartis verticalement sur la cornière (détail de perçage en §8.1) — pour reprendre l'effort d'arrachement de la cornière indépendamment du rivetage sur la tôle

> ⚠️ *Séquence obligatoire : les squelettes des 4 murs doivent être assemblés entre eux avant la pose des sandwichs de A et C, puisque leurs bords fixent en partie sur le montant du panneau voisin.*
>
> ⚠️ *Orienter les vis d'assemblage structurelles tête côté intérieur / écrou serti côté extérieur (ou l'inverse selon la cornière) pour qu'aucune vis ne soit dévissable à main nue une fois la cornière en place.*

8. Construction du panneau sandwich (module indépendant)

Le sandwich est assemblé à part, comme un sous-ensemble fermé, avant d'être rapporté sur le squelette déjà monté.

8.1 Séquence

- Découper les 4 longueurs de profilé en U à onglet 45°, assembler en cadre fermé (points de soudure ou rivets — ce cadre n'a pas besoin d'être démontable)
- Poser la tôle arrière à plat
- Poser le cadre en U par-dessus, en périphérie, âme vers l'extérieur, ailes vers l'intérieur
- Garnir de XPS 10 mm, flush avec le niveau des ailes du U
- Poser la tôle avant, qui referme l'ensemble
- Fixer chaque tôle sur son aile de U respective : rivets pop 4×10mm pour les deux tôles (avant et arrière), pas 150–200 mm sur tout le pourtour

- Aux angles de l'abri, la cornière d'angle extérieure (§7) se positionne contre la tôle avant la pose des rivets d'extrémité : elle est prise dans les mêmes points que la tôle, avec des rivets 4×14mm blanc tête bombée (plus longs que le 4×10 courant pour couvrir l'empilement cornière + tôle + aile du U), pas de perçage ni de fixation séparés
- Chaque cornière d'angle reçoit en plus 3 perçages Ø6mm, répartis verticalement sur sa hauteur, pour 3 boulons M6×50 de sécurité traversant le sandwich (cornière + tôle + XPS), les ailes du U et le tube 30×30 du montant situé derrière

> ⚠️ *Le XPS est maintenu par simple compression entre les deux tôles vissées sur le U — pas de collage nécessaire. En cas de bombement constaté, une colle polymère MS (type silane modifié, compatible XPS) peut être ajoutée en appoint, jamais une colle contact ou mousse PU classique qui attaquerait le XPS.*

8.2 Fixation du module sur le squelette

- Sur les traverses haute et basse uniquement, une cornière est fixée sur le tube du squelette (soudée ou rivetée selon le cas), et c'est sur cette cornière que se visse l'âme du U — nulle part l'âme ne se visse directement sur la face du tube, les deux étant perpendiculaires l'une à l'autre
- Fixation du sandwich sur ces cornières périphériques : écrous sertis M5
- Sur B et D, la cornière de la traverse haute est la cornière porte-glissière déjà décrite (§10.2), qui remplit donc une double fonction. Sur A et C (pas de glissière), il s'agit d'une cornière dédiée à cette seule fixation. La cornière de la traverse basse est dédiée à cette fixation sur les 4 panneaux
- Sur les deux bords verticaux, l'âme du U ne se visse pas : le sandwich y est tenu par la cornière d'angle extérieure (§7), sans fixation séparée de l'âme sur le montant
- Avant la pose des boulons M6×50 définitifs, plaquer et maintenir le panneau en position (serre-joints ou vis provisoires) sur toute sa hauteur : rien ne le tient sur ses bords verticaux tant que la cornière d'angle n'est pas posée
- Cette visserie est indépendante des écrous sertis M8 structurels de l'assemblage du squelette (§7) : déposer un panneau ne touche jamais à cet assemblage
- Cas particulier de A et C : les 30 mm de débord du sandwich sur les bords verticaux (§7) reposent sur le montant du mur plein voisin sans fixation dédiée, tenus comme le reste du bord vertical par la cornière d'angle extérieure

9. Spécificités du mur A

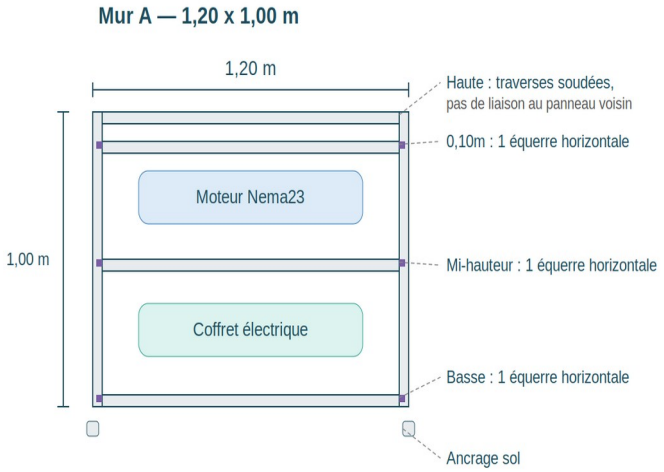


Fig. 3 — Élévation cotée du mur A

- Moteur Nema23 (2 Nm, 24 V) à deux sorties d'arbre coaxiales tournant dans le même sens, fixé en partie haute du panneau
- Coffret électrique fixé à l'intérieur, en dessous du moteur
- Capteurs météo fixés à l'extérieur, en vis-à-vis du coffret

> ⚠️ *La hauteur de fixation du moteur doit être rigoureusement identique à celle des renvois d'angle sur B et D : c'est un axe droit sans jeu de réglage vertical. Percer/fixer moteur et renvois sur un gabarit commun plutôt que panneau par panneau.*

10. Spécificités des murs B et D

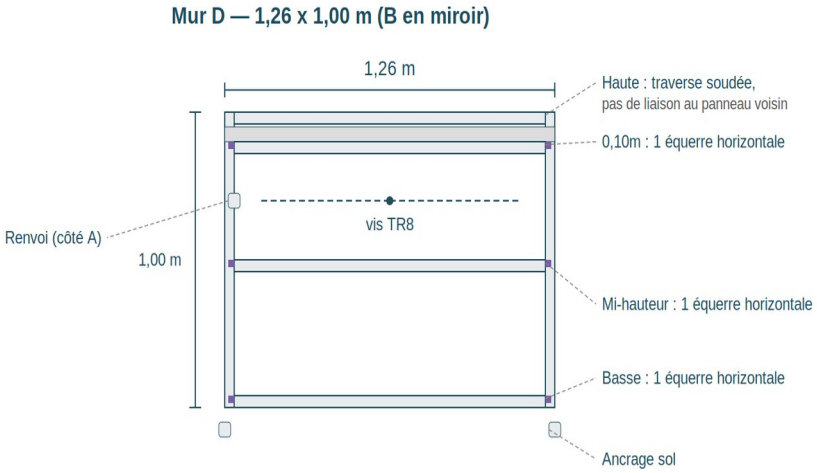


Fig. 4 — Élévation cotée du mur D (B en miroir)

10.1 Vis TR8 et renvoi d'angle

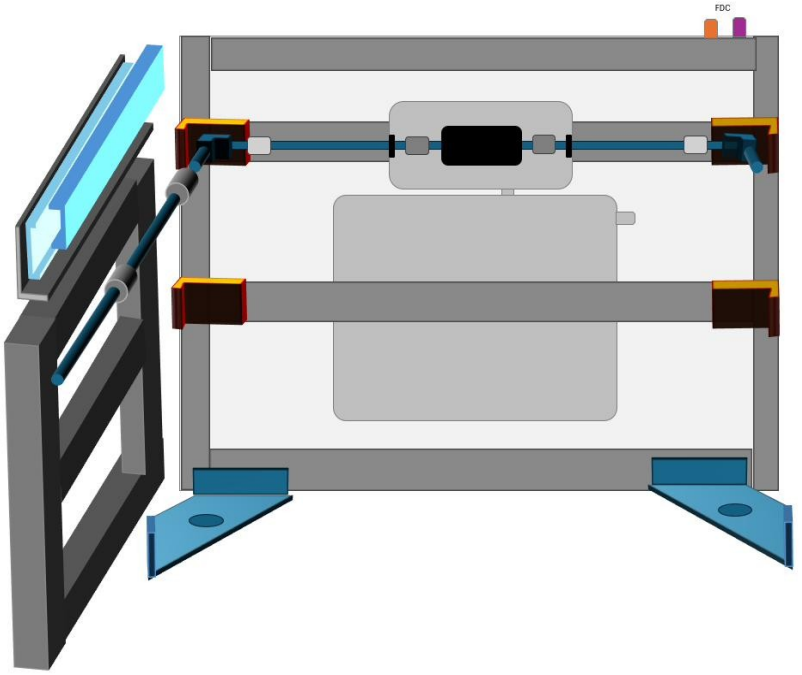


Fig. 5 — Ensemble mécanique : moteur, renvois d'angle et vis TR8 sur A/B/D

- La vis TR8 (lead 2 mm) est horizontale, parallèle à la glissière, montée en deux tronçons à pas inversé reliés par un raccord souple au milieu du panneau
- Le renvoi d'angle à 90° se trouve uniquement à l'extrémité du panneau qui fait le coin avec le mur A — c'est lui qui reçoit l'arbre du moteur
- Le raccord souple central autorise un léger désalignement, mais l'axe moteur → renvoi doit rester rigoureusement droit

> ⚠️ *Le couple du moteur (2,8 Nm) offre une marge très largement suffisante face à la charge réelle des demi-toits — la contrainte de dimensionnement à surveiller est la charge admissible des glissières (120 kg chacune, §3.4), pas le couple moteur.*

10.2 Glissière et cornière porte-glissière

- Cornière inégale 30 × 60 mm soudée par sa petite aile sur le tube de la traverse haute — cet assemblage n'a pas besoin d'être démontable
- La glissière (53 mm de haut) est montée à champ sur la grande aile (60 mm) de cette cornière — marge de 7 mm en hauteur. En épaisseur, la glissière (19 mm) repose sur l'aile de la cornière et non sur le tube directement : en supposant une cornière de 3 mm d'épaisseur (courant du commerce pour ce profil, à confirmer à l'achat), il reste 30 − 3 − 19 = 8 mm de marge dans la profondeur du tube
- La glissière est fixée par des vis à tête fraisée qui traversent successivement la glissière, la cornière porte-glissière, puis la seconde cornière (retournée, qui accroche le profil en U du panneau sandwich) — un seul jeu de vis solidarise les trois pièces, écrou côté intérieur derrière le sandwich
- Cette seconde cornière, retournée et fixée par ces mêmes vis, accroche le profil en U du panneau sandwich en tête de mur

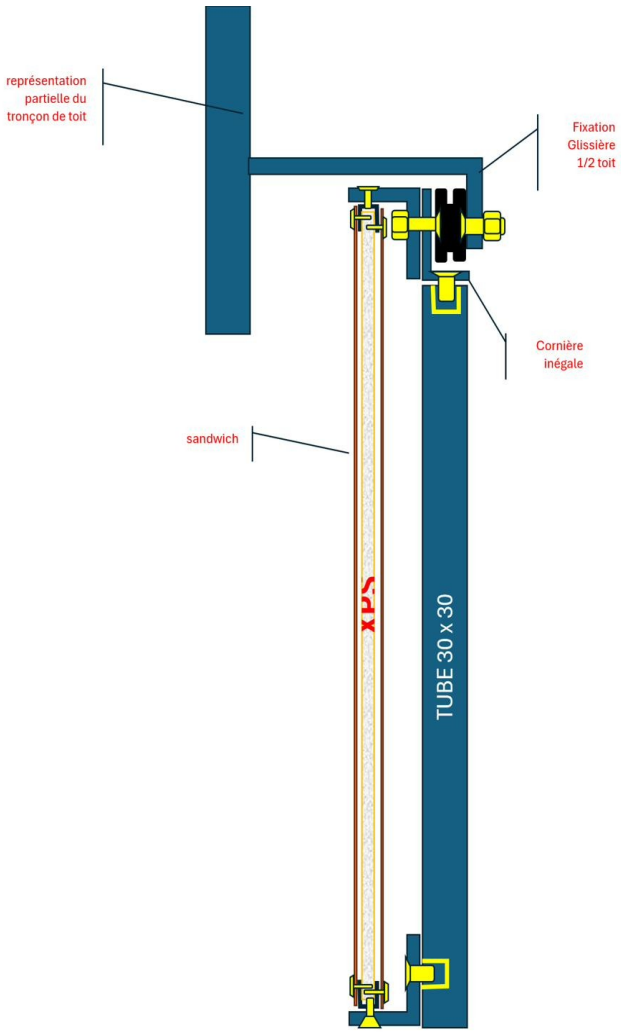


Fig. 6 — Coupe de tête de mur D : glissière, cornière porte-glissière et fixation du sandwich

11. Ancrage au sol

- Sans réhausse : équerres fixées aux 4 angles bas des panneaux, sur ancrages au sol type trampoline, un par angle
- Avec réhausse : la platine d'ancrage (§14.5) prend le relais à la base de chaque réhausse, sur les mêmes ancrages type trampoline — les panneaux muraux reposent alors sur les réhausses plutôt que directement au sol

12. Séquence de montage recommandée

- Assembler les 4 squelettes tubulaires des murs à plat, un par un (§6)
- Vérifier l'équerrage de chaque cadre avant de passer au suivant
- Si des réhausses sont utilisées : assembler les 4 cadres de réhausse selon le même principe (§14.5), et les mettre en place en premier sur les ancrages au sol
- Redresser et assembler les 4 squelettes des murs entre eux par les équerres d'angle (§7), sur les ancrages au sol (§11) ou sur les réhausses déjà en place
- Contrôler que le squelette assemblé, à nu, tient debout tout seul et reste stable avant de poursuivre
- Fixer les cornières de fixation sandwich sur les 4 panneaux : cornières porte-glissière sur B et D, cornière haute dédiée sur A et C, cornière basse sur les 4 panneaux (§8.2, §10.2)
- Fixer les glissières sur les cornières porte-glissière de B et D (§10.2)
- Poser et fixer le moteur, le renvoi d'angle et la vis TR8 sur A/B/D, sur gabarit commun (§9, §10.1)

- Assembler les 4 modules sandwich à part (§8.1)
- Rapporter chaque module sandwich sur son squelette (§8.2), en dernier
- Poser la cornière d'angle extérieure sur les 4 coins, avec ses boulons de sécurité M6×50 (§7, §8.1)

> ⚠️ *Les écrous des boulons M6×50 se posent par l'intérieur de l'abri, contre le tube du montant — accessibles tant que la toiture n'est pas encore en place. Traiter chaque angle dès que les deux panneaux qui le composent sont montés, plutôt que d'attendre que les 4 soient posés, évite d'avoir à travailler en aveugle dans un angle déjà entouré par les panneaux voisins.*

13. Points de vigilance à ne pas oublier

- Le squelette seul, sans les tôles, doit être suffisamment rigide pour tenir debout pendant la phase intermédiaire de pose des panneaux — prévoir un étayage temporaire si besoin
- La tôle n'est pas l'organe de sécurité anti-effraction : c'est le cadre + les équerres + les verrous manuels indépendants du moteur qui portent cette fonction
- Le point de croisement entre la traverse mi-hauteur de D et la vis TR8 (à des hauteurs proches) ne doit pas cumuler deux fonctions de fixation sur un seul point non dimensionné pour cela
- Garde utile sous le toit fermé : avec la hauteur de demi-toit retenue (≈400 mm) et les murs à 1,00 m, la garde totale disponible est de ≈1,40 m depuis le sol des panneaux — à comparer à la hauteur de la réhausse en place sur le trépied de la FRA400 pour savoir si les réhausses A1/B1/C1/D1 (§14.5) sont nécessaires dans votre cas

14. Liste de débit

Quantités calculées à partir des cotes retenues (§2) et du principe montants continus / traverses insérées (§6). À considérer comme une base de commande à vérifier avant achat — prévoir une marge de chute usuelle (5–10 %) sur les longueurs de tube et de profilé.

Les §14.1 à 14.4 couvrent les 4 panneaux muraux A/B/C/D seuls (configuration sans réhausse). Les réhausses optionnelles A1/B1/C1/D1 sont chiffrées à part en §14.5, avec un récapitulatif comparatif en §14.6.

14.1 Tube 30 × 30 × 1,5 mm

Panneau	Montants (2×)	Traverses (4×, raccourcies de 30mm/extrémité)	Total par panneau
A	2 × 1,00 m = 2,00 m	4 × 1,14 m = 4,56 m	6,56 m
B	2 × 1,00 m = 2,00 m	4 × 1,20 m = 4,80 m	6,80 m
C	2 × 1,00 m = 2,00 m	4 × 1,14 m = 4,56 m	6,56 m
D	2 × 1,00 m = 2,00 m	4 × 1,20 m = 4,80 m	6,80 m

Total squelette : 26,72 m — commander environ 28 m avec marge de chute.

14.2 Panneau sandwich

Les 4 modules sandwich sont identiques : l'habillage de A et C est surdimensionné à 1,26 m de large pour recouvrir les montants voisins (§7), même si leur cadre tubulaire propre reste à 1,20 m.

Élément	Dimensions (×4 panneaux)	Total
Tôle prélaquée 0,5 mm (2 par panneau)	8 pièces de 1,26 × 1,00 m	10,08 m²
XPS 10 mm (1 par panneau)	4 pièces de 1,26 × 1,00 m	5,04 m²
Profilé U périphérique	4 × 4,52 m	18,08 m

Plaques de tôle à commander : les plaques du commerce mesurent 1000 × 2000 mm (2 m²). Chaque pièce de panneau (1000 × 1260 mm) n'utilise qu'une plaque à la fois (1260 mm dépasse la moitié de la longueur de 2000 mm, donc 2 pièces ne tiennent pas sur la même plaque) — soit 8 plaques pour les 8 pièces des 4 panneaux, avec une chute de ≈1000 × 740 mm par plaque.

14.3 Quincaillerie du squelette

Élément	Quantité	Détail du calcul
Équerres horizontales (inter-panneaux)	12	3 niveaux (0,10m, mi-hauteur, basse) × 4 angles — seule utilisation des équerres, les jonctions internes montant/traverse étant soudées (§6.1)
Écrous sertis M8	≈ 50	4 écrous par équerre (2 + 2) × 12, marge incluse

14.4 Fixation du sandwich et éléments mécaniques

Élément	Quantité	Détail
Écrous sertis M5 fixation module → cornières	≈ 44	Pas 200–250 mm sur les traverses haute et basse uniquement (2 côtés) des 4 panneaux
Rivets pop 4×10mm fixation tôle extérieure → aile du U	≈ 100	Pas 150–200 mm, 1 tôle (extérieure) × pourtour × 4 panneaux
Rivets pop 4×10mm fixation tôle arrière → aile du U	≈ 100	Pas 150–200 mm, 1 tôle (arrière) × pourtour × 4 panneaux
Boulons M6×50 de sécurité cornière d'angle → montant	12	3 par angle × 4 angles, Ø6mm, traversent sandwich + ailes du U + tube du montant
Glissières à tiroir 120 kg (600 mm)	4	2 par côté (B et D), une par demi-toit
Cornière inégale 30×60 porte-glissière	2	1,26 m par pièce, soudée sur B et D
Cornière d'angle extérieure	4	1,00 m par pièce (hauteur d'un panneau) — fixée aux mêmes points que la tôle extérieure sur le U (§8.1), avec des rivets 4×14mm (≈6 par angle, soit ≈24 au total). S'ajoutent les 3 boulons M6×50 de sécurité par angle (ligne suivante), qui nécessitent un perçage Ø6mm propre à eux
Cornière fixation sandwich, traverse basse	4	1 par panneau, longueur = traverse (≈1,14 m pour A/C, ≈1,20 m pour B/D)
Cornière fixation sandwich, traverse haute (A/C uniquement)	2	Sur B/D, la cornière porte-glissière (§10.2) remplit déjà ce rôle
Vis TR8 lead 2 mm (tronçons à pas inversé)	4 tronçons + 2 raccords souples	2 par côté (B et D)
Renvoi d'angle 90°	2	1 par côté, à l'extrémité commune avec le mur A
Moteur Nema23 2 Nm 24V, double sortie	1	Sur le mur A

14.5 Réhausses A1/B1/C1/D1 (optionnel)

Une réhausse est prévue sous chaque panneau (A1 sous A, etc.), 200 mm de hauteur, pour compenser au besoin la réhausse déjà en place sur le trépied de la monture FRA400. Chaque réhausse reprend la même largeur et le même rôle (plein/retrait) que le panneau qu'elle porte, un cadre simple en tube 30×30 (2 montants + 2 traverses seulement, pas de traverse intermédiaire vu la faible hauteur), habillé du même sandwich, avec une platine d'ancrage au sol et une cornière d'angle extérieure. Les réhausses sont entièrement optionnelles : l'abri fonctionne sans, à 1,00 m de haut ; avec, il passe à 1,20 m.

> ⚠️ *Hypothèses retenues pour ce chiffrage, à confirmer : jonctions internes de la réhausse soudées comme pour les panneaux (§6.1) ; fixation du sandwich sur cornières haute/basse comme les panneaux (§8.2) ; une équerre horizontale par angle à la fois en haut et en bas de chaque réhausse (pas de conflit glissière à ce niveau, contrairement à la traverse haute des panneaux) ; la platine d'ancrage reçoit l'ancrage sol type trampoline à la base de la réhausse (§11).*

Élément	A1 / C1	B1 / D1	Total (×4 réhausses)
Tube 30×30×1,5mm (2 montants 0,20m + 2 traverses)	0,40 + 2×1,14 = 2,68 m	0,40 + 2×1,20 = 2,80 m	10,96 m (≈11 m avec chute)
Tôle prélaquée 0,5mm (2 par réhausse, 1,26×0,20m)	—	—	8 pièces, 2,02 m²
XPS 10mm (1 par réhausse)	—	—	4 pièces, 1,01 m²
Profilé U (périmètre 2×(1,26+0,20))	—	—	4 × 2,92 m = 11,68 m

Plaques de tôle réhausses : les pièces (jusqu'à 1260 × 200 mm) se nichent 5 par plaque de 1000 × 2000 mm (5 × 200 = 1000 mm de large) — 2 plaques suffisent pour les 8 pièces, avec une large chute réutilisable pour d'autres petites pièces (cornières, gousset...).

Élément	Quantité	Détail
Équerres horizontales (inter-réhausses)	8	2 niveaux (haut + bas) × 4 angles
Écrous sertis M8	≈ 34	4 par équerre × 8, marge incluse
Écrous sertis M5 fixation module → cornières	≈ 40	Pas 200–250mm, 2 côtés (haut+bas) × 4 réhausses, pourtour réduit vu la hauteur de 200mm
Cornière fixation sandwich, haute + basse	8	2 par réhausse, longueur = traverse (≈1,14m pour A1/C1, ≈1,20m pour B1/D1)
Cornière d'angle extérieure	4	0,20 m par pièce (hauteur d'une réhausse)
Platine d'ancrage	4	1 par angle réel, reçoit l'ancrage sol type trampoline (§11)

14.6 Récapitulatif — avec ou sans réhausse

Poste	Sans réhausse	Avec réhausse
Hauteur totale de mur	1,00 m	1,20 m
Tube squelette total	≈ 28 m	≈ 39 m
Plaques de tôle (1000×2000mm)	8 plaques	10 plaques
XPS	5,04 m²	6,05 m²
Profilé U total	18,08 m	29,76 m

Poste	Sans réhausse	Avec réhausse
Poids structure murs (Annexe B)	≈ 89,5 kg	≈ 120,1 kg

Annexe A — Caractéristiques des matériaux

Matériau	Référence / caractéristique
Tube squelette	Acier laminé à froid, non galvanisé, carré 30 × 30 mm, paroi 1,5 mm
Finition tube	Décapage calamine, primaire riche en zinc, finition polyuréthane ou glycéro
Tôle sandwich (murs)	Acier prélaqué blanc 0,5 mm, substrat galvanisé Z275, protection envers en option
Âme isolante (murs)	Polystyrène extrudé (XPS) 10 mm
Profilé U (cadre sandwich)	Acier, ouverture intérieure 10 mm, épaisseur 1,5–2 mm
Tôle toiture (2 demi-pans)	2 × acier prélaqué blanc 0,5 mm, collées dos à dos (colle polymère MS) + rivetées pas 100mm maxi, joint périphérique scellé
Feutre anti-condensation	Autocollant, 3 à 5 mm, polyester non-tissé
Écrous sertis (structure)	M8 (rivet nuts)
Écrous sertis (fixation sandwich sur cornières)	M5 (rivet nuts)
Rivets pop (tôle → aile du U, murs)	4 × 10 mm
Rivets (tôle doublée → tube, toiture)	4,8 × 20 mm, tête large Ø16mm
Rivets (cornière d'angle → tôle → aile du U)	4 × 14 mm, blanc, tête bombée
Boulons de sécurité (cornière d'angle)	M6×50, 3 par angle, Ø6mm, traversent sandwich + U + tube du montant
Équerres	60 × 60 mm, 4 trous
Glissières	Charge lourde 120 kg, section hors tout 53 × 19 mm (H × ép.), longueur rétractée 600 mm, extraction totale 600 mm
Cornière porte-glissière	Inégale 30 × 60 mm, montée à champ
Cornière d'angle extérieure	Profil à définir ; fixée avec la tôle sur l'aile du U par rivets 4×14mm dédiés (voir ci-dessus)
Vis TR8	Lead 2 mm, montage en 2 tronçons à pas inversé + raccord souple
Moteur	Nema23, 2 Nm, 24 V, double sortie d'arbre coaxiale, même sens de rotation
Réhausse (optionnelle)	200 mm de hauteur, même largeur et construction que le panneau porté
Platine d'ancrage (réhausse)	Reçoit l'ancrage sol type trampoline, 1 par angle réel

Annexe B — Poids des assemblages

B.1 Détail par panneau

Panneau	Tube squelette	Tôle + XPS (sandwich)	Cadre U	Quincaillerie (est.)	Total
A	8,8 kg	10,3 kg	2,7 kg	≈ 0,4 kg	≈ 22,2 kg
B	9,1 kg	10,3 kg	2,7 kg	≈ 0,4 kg	≈ 22,5 kg
C	8,8 kg	10,3 kg	2,7 kg	≈ 0,4 kg	≈ 22,2 kg
D	9,1 kg	10,3 kg	2,7 kg	≈ 0,4 kg	≈ 22,5 kg

> ⚠️ *L'habillage sandwich de A/C étant dimensionné comme celui de B/D (1,26 × 1,00 m, §7), les 4 panneaux ont un poids de tôle/XPS et de cadre U quasi identique. La quincaillerie reste limitée aux équerres d'angle entre panneaux, les jonctions internes montant/traverse étant soudées (§6.1). Chaque panneau reste manipulable par une seule personne.*

B.2 Totaux structure

Poste	Poids total
Tube squelette (4 panneaux)	≈ 35,8 kg
Tôle + XPS (4 panneaux)	≈ 41,2 kg
Cadre U (4 panneaux)	≈ 10,8 kg
Quincaillerie (équerres + écrous d'angle, estimé)	≈ 1,7 kg
Total 4 murs (hors toit, hors moteur/coffret/capteurs)	≈ 89,5 kg

Ces totaux restent hors toiture, hors glissières, hors vis TR8/renvois/moteur et hors coffret électrique — postes non chiffrés dans ce guide.

B.3 Réhausses A1/B1/C1/D1 (optionnel)

Réhausse	Tube	Tôle + XPS	Cadre U	Total
A1	3,6 kg	2,1 kg	1,7 kg	≈ 7,6 kg
B1	3,8 kg	2,1 kg	1,7 kg	≈ 7,7 kg
C1	3,6 kg	2,1 kg	1,7 kg	≈ 7,6 kg
D1	3,8 kg	2,1 kg	1,7 kg	≈ 7,7 kg

Total 4 réhausses : ≈ 30,6 kg, quincaillerie propre non détaillée (négligeable, du même ordre que celle des panneaux). Total structure avec réhausses : ≈ 120,1 kg (89,5 + 30,6).