

Tab. 6. Facteur de déformation (k_{def}) selon la classe de service et l'humidité H_{bois}

Matériau			Classe de service		
			1 $H_{bois} < 13 \%$ (local chauffé)	2 $13 \% < H_{bois} < 20 \%$ (sous abri)	3 $H_{bois} > 20 \%$ (extérieur)
Essence	Type	Classe de service (1)			
Bois massif	—	—	0,60	0,80	2,00
Lamellé-collé	—	—	0,60	0,80	2,00
Lamibois (LVL)	—	—	0,60	0,80	2,00
Contreplaqué	1	1	0,80	Sans objet	Sans objet
	2	2	0,80	1,00	Sans objet
	3	3	0,80	1,00	2,50
OSB	OSB/2	1	2,25	Sans objet	Sans objet
	OSB/3/4	2	1,50	2,25	Sans objet
Panneau particules	P4	1	2,25	Sans objet	Sans objet
	P5	2	2,25	3,00	Sans objet
	P6	1 (2)	1,50	Sans objet	Sans objet
	P7	2 (2)	1,50	2,25	Sans objet
Panneau fibre dur	HB.LA	1	2,25	Sans objet	Sans objet
	HB.HLA	2	2,25	3	Sans objet
Panneau fibre semi-dur	MHB.LA	1	2,25	Sans objet	Sans objet
	MHB.HL S	2	1,50	2,25	Sans objet
Panneau fibre MDF	MDF.LA	1	2,25	Sans objet	Sans objet
	MDF.HL S	2	1,50	2,25	Sans objet

(1) On distingue 3 classes de service, numérotées 1, 2 et 3 :

Classe de service	Utilisation du bois	Humidité d'équilibre du bois
1	Dans un local chauffé	< 13 % pendant la majorité de l'année, valeur qui peut être dépassée pendant quelques semaines par an
2	Dans un local non chauffé	Comprise entre 13 et 20 % pendant la majorité de l'année, valeur peut être dépassée pendant quelques semaines par an
3	À l'extérieur	> 20 % pendant la majorité de l'année

(2) Sous contrainte élevée.

Familles des combinaisons

– Charges descendantes ELU(STR) : $q = \gamma_{G,sup} G + \gamma_Q Q_1 + \sum_{n=2}^{\infty} \psi_{0,i} \gamma_Q Q_i$

– Soulèvement ELU(STR et EQU) : $q = \gamma_{G,inf} G + \gamma_Q W$

– Situations accidentelles (excepté l'incendie) : $q = G + A + \sum_{n=2}^{\infty} \psi_{2,i} Q_i$

– Situations d'incendie : $q = G + \psi_{1,i} Q_1 + \sum_{n=2}^{\infty} \psi_{2,i} Q_i$

– Déformation instantanée sous charges variables (ELS) : $q = Q_1 + \sum_{n=2}^{\infty} \psi_{0,i} Q_i$

– Déformation totale avec une charge variable (ELS) : $q = G + Q_1 + k_{def} (G + \psi_{2,1} Q_1)$

– Déformation totale avec deux charges variables (ELS) :

$$q = G + Q_1 + \psi_{0,2} Q_2 + k_{def} (G + \psi_{2,1} Q_1 + \psi_{2,2} Q_2)$$

Tab. 7. Valeurs caractéristiques des matériaux employés

	Résineux C18	acier S235	KERTO Q	
Contrainte de Compression Axiale ($f_{c,0,k}$) :	18	235	26	N/mm ²
Contrainte de Traction Axiale ($f_{t,0,k}$) :	11	235	26	N/mm ²
Contrainte de Flexion ($f_{m,k}$) :	18	235	32	N/mm ²
Contrainte de Cisaillement ($f_{v,k}$) :	3.4	136	4.5	N/mm ²
Cte de Compression Transversale ($f_{c,90,k}$) :	2.2	235	9	N/mm ²
Contrainte de Traction Transversale ($f_{t,90,k}$) :	0.4	235	6	N/mm ²
Module moyen d'Elasticité Axial ($E_{0,mean}$) :	9000	210000	10500	N/mm ²
Module d'Elasticité au fractile 5% ($E_{0,05}$) :	6000	140000	8800	N/mm ²
Module moy. d'Elasticité Transversal ($E_{90,mean}$) :	300	70000	2400	N/mm ²
Module moyen de Cisaillement (G_{mean}) :	560	80800	600	N/mm ²
Densité Matière (Masse moyenne) :	380	7850	510	kg/m ³

Tableau 8 : Valeur de k_{mod} du bois massif, du lamellé-collé, du lamibois (LVL) et du contreplaqué.

Durée de chargement		Classe de service		
Classe de durée	Exemple	1 Hbois < 13% (local chauffé)	2 13%<Hbois < 20% (sous abris)	3 Hbois > 20 % (extérieur)
permanente (>10 ans)	Charge de structure	0,6	0,6	0,5
long terme (6mois à 10 ans)	Stockage	0,7	0,7	0,55
moyen terme (1 semaine à 6mois)	Charges d'exploitation Neige Altitude >1000m	0,8	0,8	0,65
court terme (<1semaine)	Neige Altitude ≤1000m	0,9	0,9	0,7
Instantanée	Vent Situation accidentelle Neige exceptionnelle	1,1	1,1	0,9

Tab. 9. Valeur coefficient γ_M .

Éléments considérés		γ_M
Matériaux	Bois	1,3
	Lamellé-collé	1,25
	Lamibois (LVL), OSB	1,2
	Panneaux de particules et de fibres	1,3
Assemblages		1,3
Combinaisons accidentelles		1

Tab. 10. Valeurs limites réglementaires des flèches

	Bâtiments courants			Bâtiments agricoles et similaires		
	$W_{inst(Q)}$	$W_{net,fin}$	W_{fin}	$W_{inst(Q)}$	$W_{net,fin}$	W_{fin}
Chevrans	-	L/150	L/125	-	L/150	L/100
Éléments structuraux	L/300	L/200	L/125	L/200	L/150	L/100

Remarque

- La valeur limite des consoles et porte-à-faux est doublée. Elle est toujours supérieure à 5 mm.
- Les panneaux de planchers et supports de toiture ont une valeur limite de flèche nette finale ($W_{net,fin}$) de L/250.
- La valeur limite de flèche horizontale est de L/200 pour les éléments individuels soumis au vent. Pour les autres applications, elles sont identiques aux valeurs limites verticales des éléments structuraux.

ASSEMBLAGE PAR BOULONS

(3) Il convient que les espacements et distances minimum soient pris à partir du **Tableau 8.4**, avec les symboles illustrés en **Figure 8.7**.

Tableau 8.4 — Espacements et distances minimum pour les boulons

Espacement et distance (voir Figure 8.7)	Angle	Distance minimum
a_1 (parallèle au fil)	$0^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$(4 + \cos \alpha) d$
a_2 (perpendiculaire au fil)	$0^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$4 d$
$a_{3,t}$ (distance d'extrémité chargée)	$-90^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$	$\max(7 d ; 80 \text{ mm})$
$a_{3,c}$ (distance d'extrémité non chargée)	$90^\circ \leq \alpha < 150^\circ$	$\max[(1 + 6 \sin \alpha) d ; 4d]$
	$150^\circ \leq \alpha < 210^\circ$	$4 d$
	$210^\circ \leq \alpha \leq 270^\circ$	$\max[(1 + 6 \sin \alpha) d ; 4d]$
$a_{4,t}$ (distance de rive chargée)	$0^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ$	$\max[(2 + 2 \sin \alpha) d ; 3d]$
$a_{4,c}$ (distance de rive non chargée)	$180^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$3 d$

(4) Pour une file de n boulons parallèle au fil du bois, il convient que la capacité résistante parallèle au fil soit calculée à partir du nombre efficace n_{ef} d'organes dans la file où :

$$n_{ef} = \min \left\{ n, n^{0.9} \sqrt[4]{\frac{a_1}{13d}} \right\} \quad \dots (8.34)$$

où :

a_1 est l'espacement entre boulons dans la direction du fil du bois ;

d est le diamètre du boulon ;

n est le nombre de boulons dans une file.

Pour les charges perpendiculaires au fil, il convient que le nombre efficace d'organes soit pris selon :

$$n_{ef} = n \quad \dots (8.35)$$

Pour les angles $0^\circ < \alpha < 90^\circ$ entre la charge et la direction du fil, n_{ef} peut être déterminé par interpolation linéaire entre les équations (8.34) et (8.35).

► Résistance au cisaillement du boulon

$$F_{v,Ed} < F_{v,Rd}$$

$F_{v,Ed}$: effort de calcul appliqué en cisaillement pour un boulon et un plan de cisaillement.

$F_{v,Rd}$: résistance de calcul en cisaillement.

$$\text{Avec : } F_{v,Rd} = \frac{\alpha_v \cdot f_{ub} \cdot A}{\gamma_{M2}}$$

α_v : coefficient.

f_{ub} : résistance ultime de l'acier du boulon en traction (correspond à f_u pour le calcul du moment d'écoulement plastique de la tige, les deux eurocodes n'ayant pas les mêmes notations).

Tableau 5 : coefficient α_v et résistance ultime

Classe des boulons	4,6	4,8	5,6	5,8	6,8	8,8	10,9
α_v	0,6	0,5	0,6	0,5	0,5	0,6	0,5
f_{ub} (MPa)	400	400	500	500	600	800	1 000

A : section résistante en traction du boulon avec $A = A_s$ si la partie filetée est située dans la zone cisailée.

Tableau 6 : section résistante en traction des boulons

Diamètre nominal	mm	10	12	14	16	18	20	22	24	27	30	33
A : section nominale	mm ²	79	113	154	201	254	314	380	452	573	707	855
A_s : section résistante de la partie filetée	mm ²	58	84	115	156	192	245	303	352	459	560	693

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

► Résistance en pression diamétrale

$$F_{v,Ed} < F_{b,Rd}$$

$F_{v,Ed}$: effort de calcul appliqué en cisaillement sur un boulon et sur une plaque d'épaisseur t .

$F_{b,Rd}$: résistance de calcul en pression diamétrale.

si $e_1 = e_2 = 1,5 \cdot d_0$, alors $F_{b,Rd} \leq f_u \cdot d \cdot t$

si $e_1 = e_2 = 1,8 \cdot d_0$, alors $F_{b,Rd} \leq 1,2 \cdot f_u \cdot d \cdot t$

f_u : résistance ultime de l'acier de la plaque.

Tableau 7 : résistance ultime de l'acier

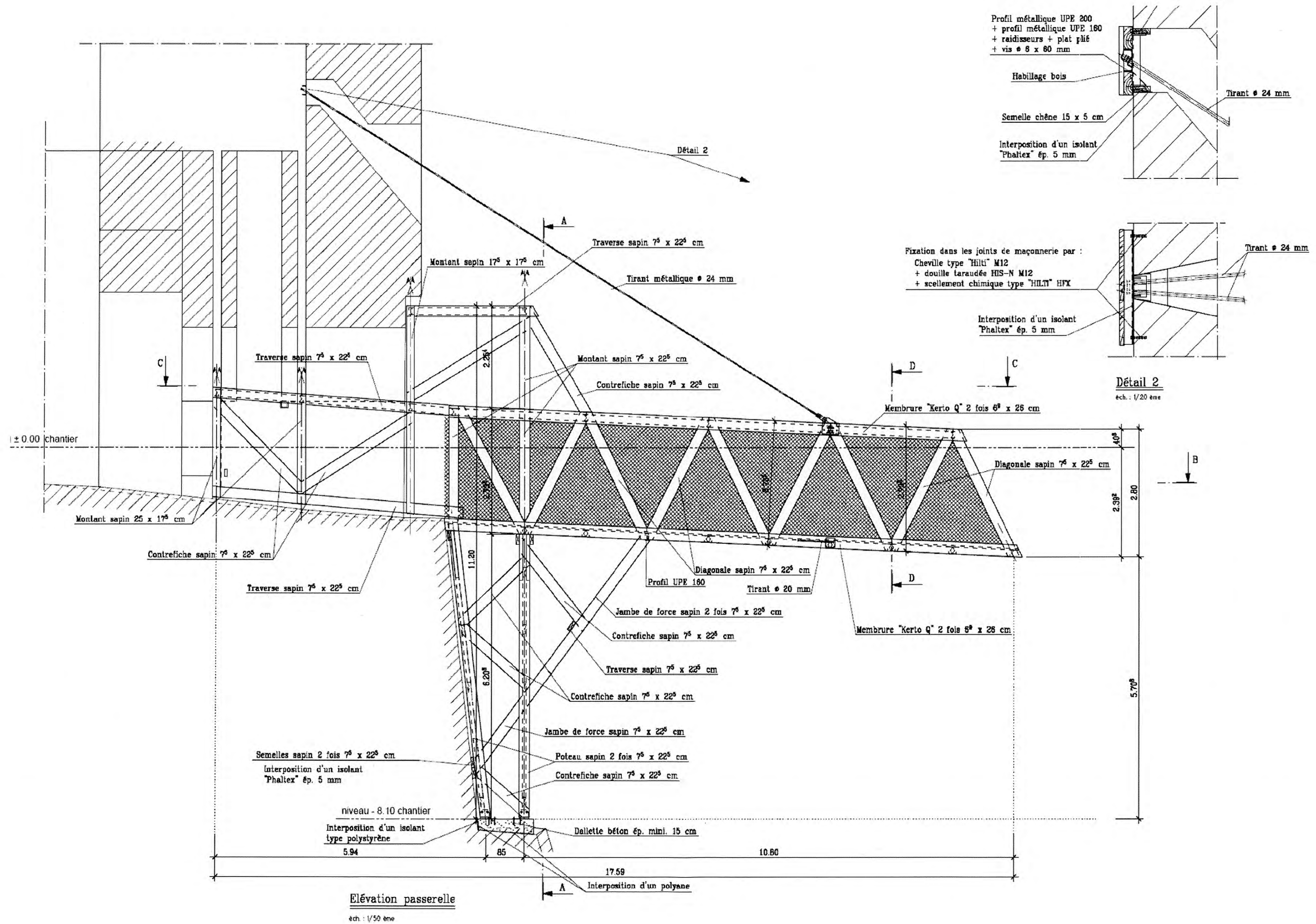
Nuance de l'acier	S 235	S 275	S 355	S 450
f_u (MPa)	360	430	510	550

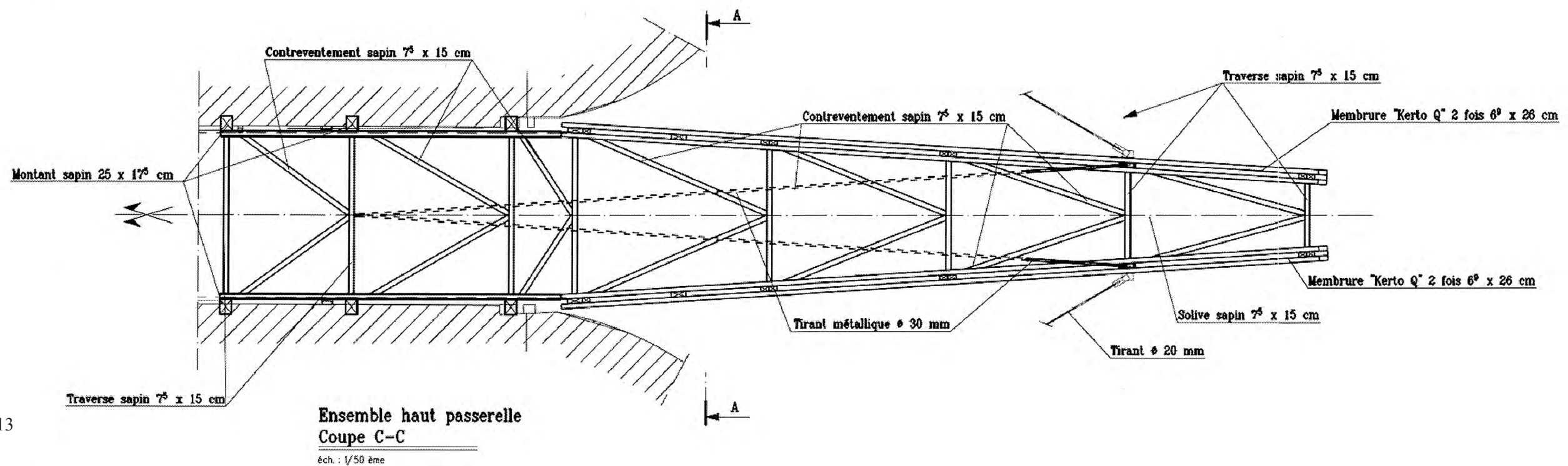
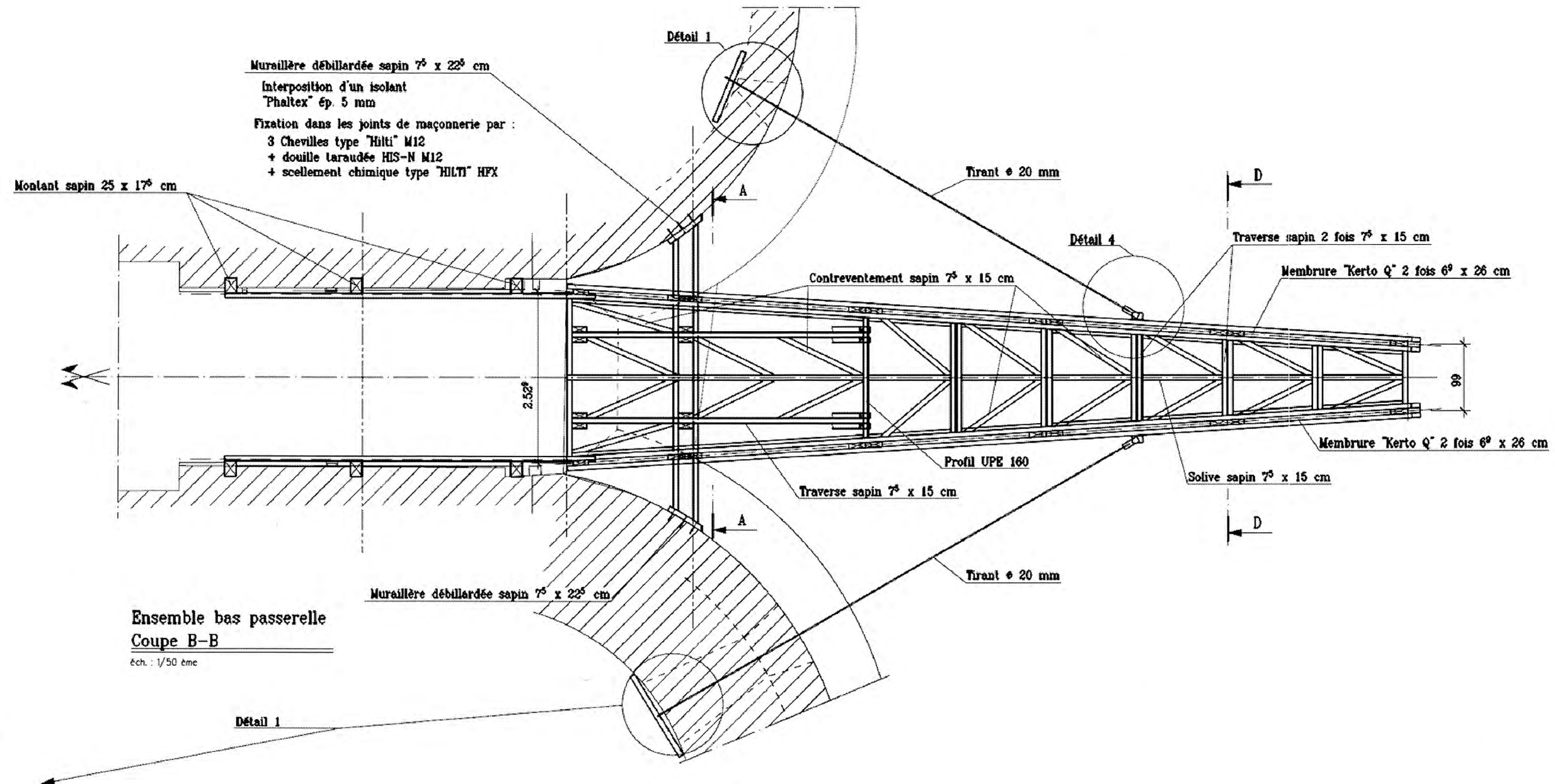
d : diamètre du boulon.

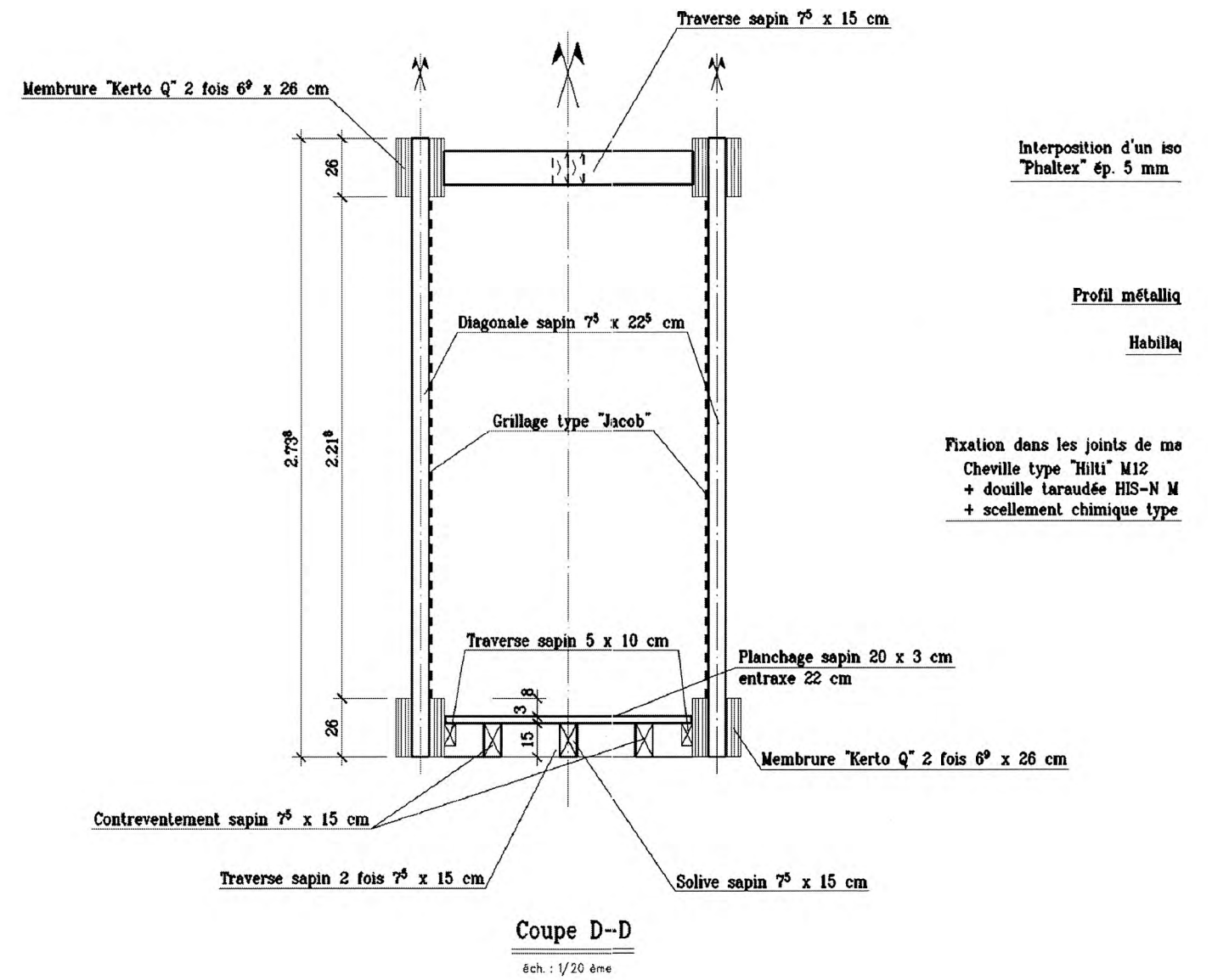
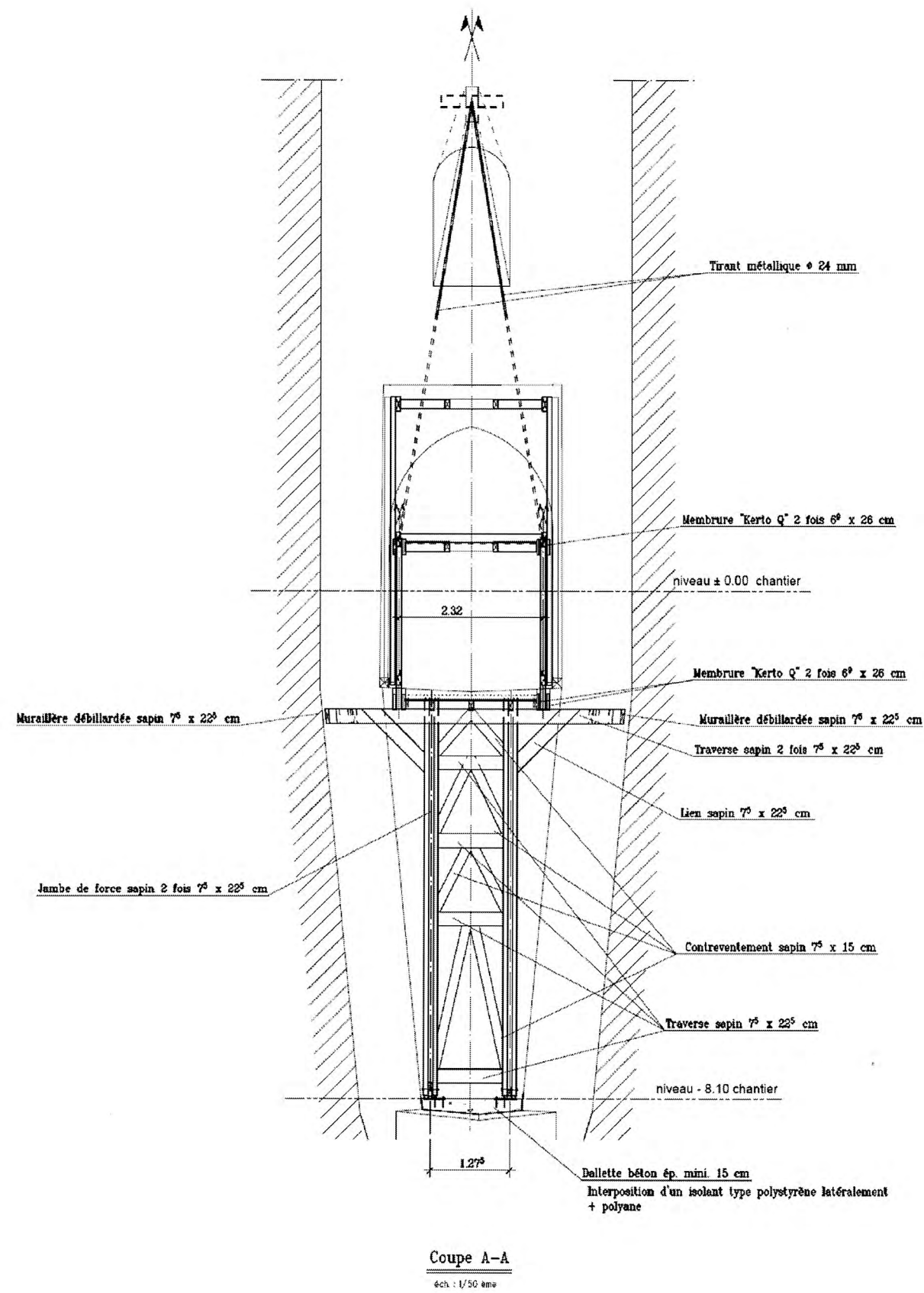
t : épaisseur de la plaque.

Remarque

Pour un trou oblong, si la direction de l'effort est perpendiculaire à l'axe longitudinal du trou, la résistance en pression diamétrale est celle d'un trou circulaire multipliée par le coefficient 0,6.







Modèle ENSD ©NEOPTÉC

Nom :
(Suivi, s'il y a lieu, du nom d'épouse)

Prénom :

N° d'inscription :

Né(e) le : / /

(Le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la feuille d'émargement)

Concours

Section/Option

Epreuve

Matière

GFE GIB 1

DR 1
DR 2

Document réponse DR1

Partie 1

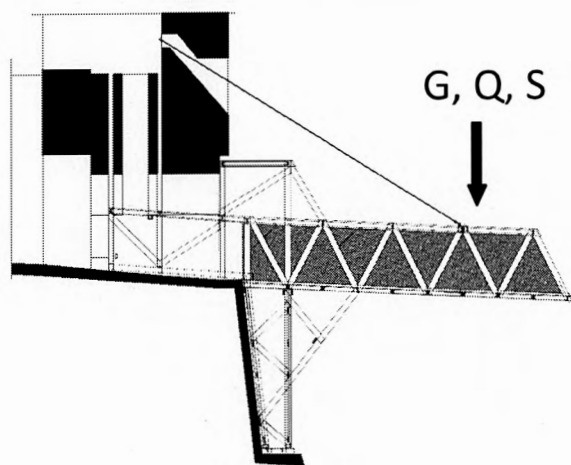


Schéma 1

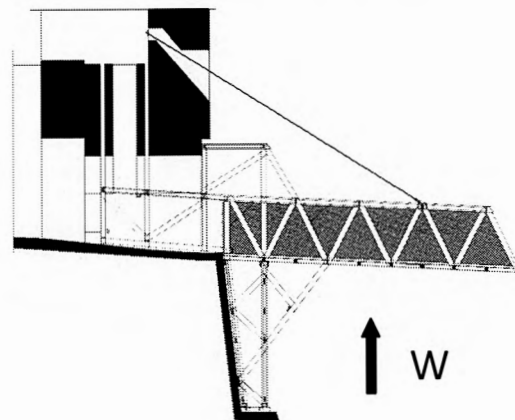


Schéma 2

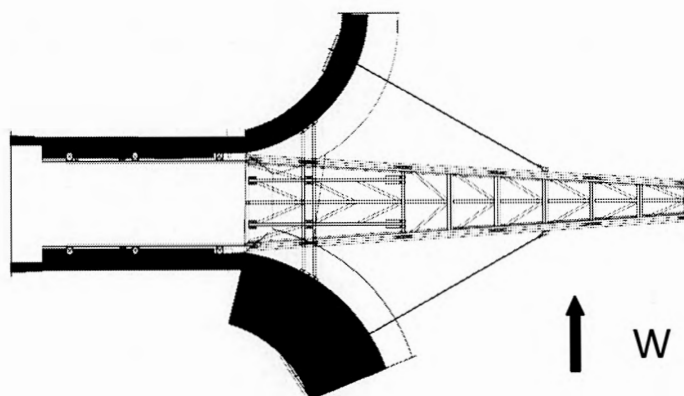


Schéma 3

Partie 2

