

CONNECTEUR À CHARNIÈRE POUR CONSTRUCTIONS POTEAU - POUTRE

CONSTRUCTIONS POTEAU - POUTRE

Il standardise les assemblages poutre-poutre et poutre-poteau pour les systèmes poteau-poutre, même avec de grandes portées. Les composants modulaires et les différentes possibilités de fixation satisferont tous les types d'assemblage sur bois, béton ou acier.

TOLÉRANCE ET MONTAGE

Tolérance axiale jusqu'à 8 mm (± 4 mm) pour s'adapter aux imprécisions d'installation. Le fraisage supérieur permet d'utiliser un boulon pour guider le positionnement. La connexion peut être pré-assemblée en usine et complétée sur place avec des boulons.

COMPATIBILITÉ ROTATIONNELLE

Les trous oblongs permettent la rotation du connecteur et garantissent un comportement structurel articulé. La rotation du connecteur est compatible avec la dérive entre étages provoqué par des tremblements de terre et des actions du vent, réduisant le transfert de moment et les dommages structurels.



SC1 SC2

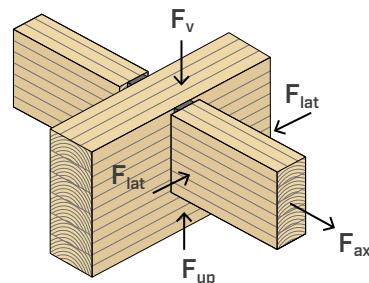
CLASSE DE SERVICE

MATÉRIAU

alu
6062

alliage d'aluminium EN AW-6082

SOLLICITATIONS



VIDÉO

Scannez le code QR et regardez la vidéo sur notre chaîne YouTube



HP



HVG



JVG



JS



DOMAINES D'UTILISATION

Assemblage invisible pour poutres en configuration bois-bois, bois-béton ou bois-acier, adapté aux planchers et constructions poteau-poutre, même avec de grandes portées.

Appliquer sur :

- bois lamellé-collé, softwood et hardwood
- LVL (lamibois)



FEU

Les multiples méthodes d'installation permettent de toujours avoir une pose invisible et une protection contre le feu, en insérant éventuellement FIRE STRIPE GRAPHITE pour sceller l'interface joist-header.

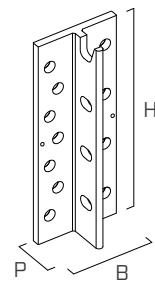
STRUCTURES HYBRIDES

La version HP peut être fixée sur bois, béton ou acier. Idéale pour des structures hybrides bois-béton ou bois-acier.

CODES ET DIMENSIONS

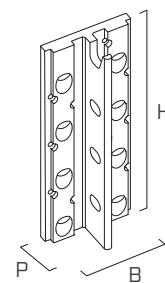
HP – connecteur pour élément principal [HEADER] pour bois [vis HBS PLATE], béton et acier

CODE	B x H x P [mm]	pcs.
ALUMEGA240HP	95 x 240 x 50	1
ALUMEGA360HP	95 x 360 x 50	1
ALUMEGA480HP	95 x 480 x 50	1
ALUMEGA600HP	95 x 600 x 50	1
ALUMEGA720HP	95 x 720 x 50	1
ALUMEGA840HP	95 x 840 x 50	1



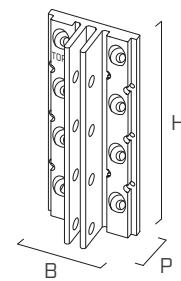
HVG – connecteur pour élément principal [HEADER] pour bois avec vis VGS inclinées

CODE	B x H x P [mm]	pcs.
ALUMEGA240HVG	95 x 240 x 50	1
ALUMEGA360HVG	95 x 360 x 50	1
ALUMEGA480HVG	95 x 480 x 50	1
ALUMEGA600HVG	95 x 600 x 50	1
ALUMEGA720HVG	95 x 720 x 50	1
ALUMEGA840HVG	95 x 840 x 50	1



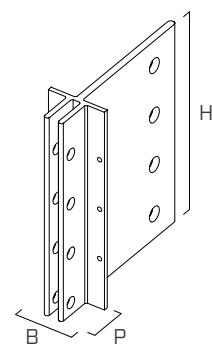
JVG – connecteur pour poutre [JOIST] avec vis VGS inclinées

CODE	B x H x P [mm]	pcs.
ALUMEGA240JVG	95 x 240 x 49	1
ALUMEGA360JVG	95 x 360 x 49	1
ALUMEGA480JVG	95 x 480 x 49	1
ALUMEGA600JVG	95 x 600 x 49	1
ALUMEGA720JVG	95 x 720 x 49	1
ALUMEGA840JVG	95 x 840 x 49	1



JS - connecteur pour poutre [JOIST] avec broches STA/SBD

CODE	B x H x P [mm]	pcs.
ALUMEGA240JS	68 x 240 x 49	1
ALUMEGA360JS	68 x 360 x 49	1
ALUMEGA480JS	68 x 480 x 49	1
ALUMEGA600JS	68 x 600 x 49	1
ALUMEGA720JS	68 x 720 x 49	1
ALUMEGA840JS	68 x 840 x 49	1



Les connecteurs peuvent être coupés en multiples de 60 mm, en respectant la hauteur minimum de 240 mm.

Par exemple, il est possible d'obtenir deux connecteurs ALUMEGA JVG avec H = 300 mm à partir du connecteur ALUMEGA600JVG.

RACCORDEMENT ENTRE CONNECTEURS

30

TOP

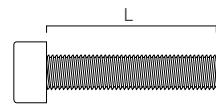
TOP

S'assurer d'installer correctement les connecteurs **JVG** et **JS** à la poutre secondaire, en se référant au marquage "**TOP**" présent sur le produit.

PRODUITS COMPLÉMENTAIRES - FIXATIONS

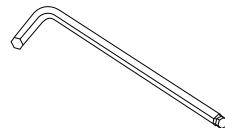
MEGABOLT - boulon à tête cylindrique à six pans creux

CODE	matériaux	d ₁ [mm]	L [mm]	pcs.
MEGABOLT12030	classe acier 8.8	M12	30	100
MEGABOLT12150	électrozingué ISO 4762	M12	150	50
MEGABOLT12270		M12	270	25



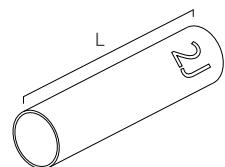
CLÉ HEXAGONALE 10 mm

CODE	d ₁ [mm]	L [mm]	pcs.
HEX10L234	10	234	1



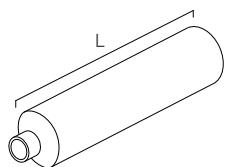
JIG ALUMEGA - set de gabarits pour le montage de connecteurs ALUMEGA juxtaposés

CODE	combinaison d'installation	distance entre des connecteurs juxtaposés		L [mm]	pcs.
		[mm]	[mm]		
JIGALUMEGA10	ALUMEGA HVG + JVG ALUMEGA HVG + JS	HVG = 10 JVG = 10 HVG = 10 JS = 37		82 (1J) - 97 (1H)	6 + 6
JIGALUMEGA22	ALUMEGA HP + JVG ALUMEGA HP + JS	HP = 22 JVG = 22 HP = 22 JS = 49		94 (2J) - 109 (2H)	6 + 6



JIGVGS - gabarit de perçage pour ALUMEGA HVG et JVG

CODE	domaines d'utilisation	L [mm]	d _h [mm]	d _v [mm]	pcs.
JIGVGS9	bois de conifère (softwood)	80	5,3	5	1
JIGVGSH9	hardwood et LVL	80	6,3	6	1



d_h = diamètre trou gabarit

d_v = diamètre pré-perçage

produit	description	d [mm]	support	connecteur de référence
HBS PLATE HBS PLATE EVO	vis à tête tronconique	10		ALUMEGA HP
KOS	boulon tête hexagonale	12		ALUMEGA HP
LBS HARDWOOD EVO LBS	vis à tête ronde	5		ALUMEGA HP ALUMEGA HVG ALUMEGA JVG ALUMEGA JS
VGS VGS EVO	vis à filetage total et tête fraisée	9		ALUMEGA HVG ALUMEGA JVG
STA STA A2 AISI304	broche lisse	16		ALUMEGA JS
SBD	broche autoforeuse	7,5		ALUMEGA JS
INA	tige filetée pour ancrages chimiques	12		ALUMEGA HP
VIN-FIX	scellement chimique vinylester	-		ALUMEGA HP
ULS 440	rondelle	12		ALUMEGA HP

PRODUITS CONNEXES



LEWIS



BIT



TORQUE LIMITER



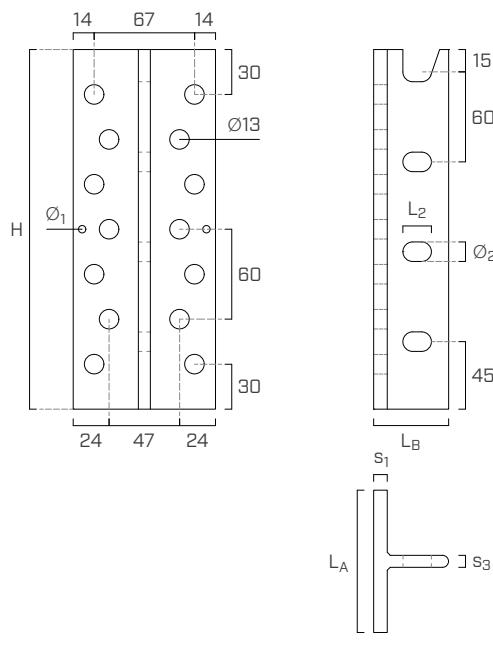
BEAR



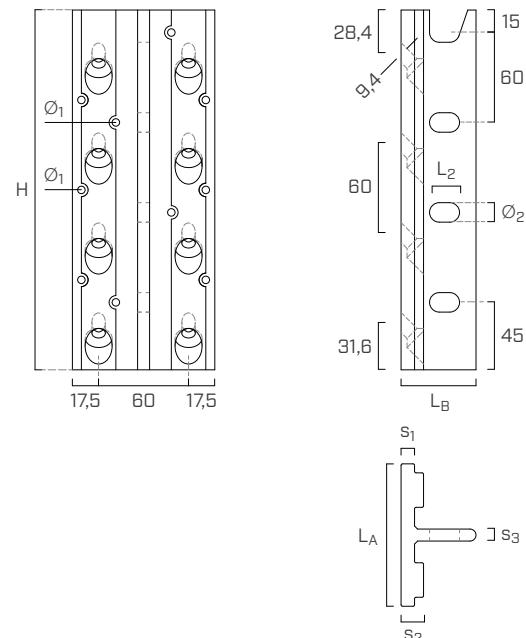
FIRE STRIPE GRAPHITE

GÉOMÉTRIE

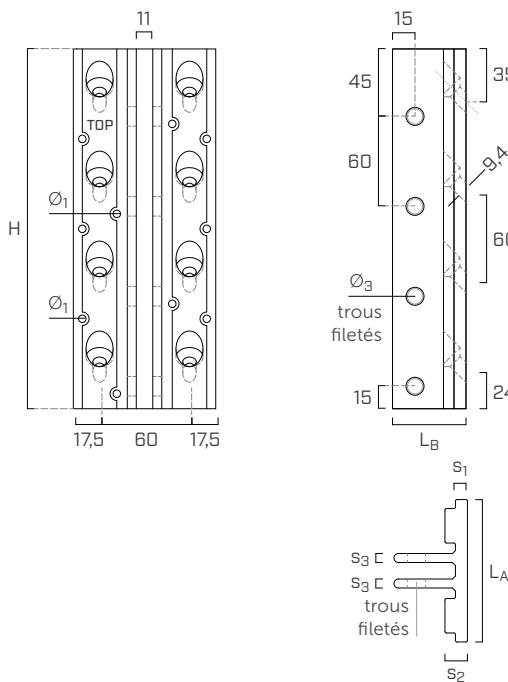
HP – connecteur pour élément principal (**HEADER**) pour bois [vis HBS **PLATE**], béton et acier



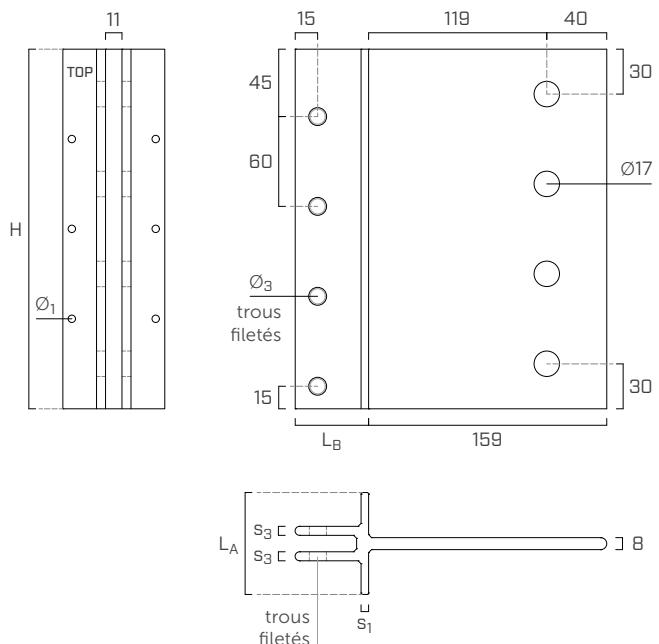
HVG – connecteur pour élément principal (**HEADER**) pour bois avec vis **VGS** inclinées



JVG – connecteur pour poutre (**JOIST**) avec vis **VGS** inclinées



JS - connecteur pour poutre (**JOIST**) avec broches **STA/SBD**



		HP	HVG	JVG	JS
épaisseur aile	s_1 [mm]	9	9	8	5
épaisseur aile	s_2 [mm]	-	15	15	-
épaisseur âme	s_3 [mm]	8	8	6	6
longueur de l'aile	L_A [mm]	95	95	95	68
longueur âme	L_B [mm]	50	50	49	49
trous aile	$\Ø_1$ [mm]	5	5	5	5
trous oblongs âme	$\Ø_2 \times L_2$ [mm]	$\Ø 13 \times 20$	$\Ø 13 \times 20$	-	-
trous filetés âme	$\Ø_3$ [mm]	-	-	M12	M12

OPTIONS DE FIXATION

Deux types de connecteur pour l'élément principal sont disponibles (HP et HVG) et deux types de connecteur pour la poutre secondaire (JVG et JS). Les options de fixation offrent une liberté de conception en termes de section des éléments structuraux et de résistance.

HP – connecteur pour élément principal (**HEADER**) pour bois [vis HBS **PLATE**], béton et acier

CODE	HBS PLATE Ø10 [pcs.]	KOS Ø12 ⁽¹⁾ [pcs.]	ancrage VIN-FIX Ø12 x 245 [pcs.]	boulon Ø12 [pcs.]
ALUMEGA240HP	14	8	6	6
ALUMEGA360HP	22	12	8	8
ALUMEGA480HP	30	16	12	10
ALUMEGA600HP	38	20	16	12
ALUMEGA720HP	46	24	18	14
ALUMEGA840HP	54	28	20	16

(1) Utiliser les deux rangées de trous extérieures.

HVG – connecteur pour élément principal (**HEADER**) pour bois avec vis **VGS** inclinées

CODE	fixation totale VGS Ø9 [pcs.]	fixation partielle ⁽²⁾ VGS Ø9 [pcs.]	LBS HARDWOOD EVO ⁽³⁾ Ø5 x 80 [pcs.]
ALUMEGA240HVG	8	6	6
ALUMEGA360HVG	12	10	10
ALUMEGA480HVG	16	14	14
ALUMEGA600HVG	20	18	18
ALUMEGA720HVG	24	22	22
ALUMEGA840HVG	28	26	26

(2) Ne pas utiliser la première rangée de trous.

(3) L'utilisation des vis LBS HARDWOOD EVO est obligatoire. Il est conseillé d'utiliser les deux rangées de trous extérieures.

JVG – connecteur pour poutre (**JOIST**) avec vis **VGS** inclinées

CODE	fixation totale VGS Ø9 [pcs.]	fixation partielle ⁽⁴⁾ VGS Ø9 [pcs.]	LBS HARDWOOD EVO ⁽⁵⁾ Ø5 x 80 [pcs.]
ALUMEGA240JVG	8	6	6
ALUMEGA360JVG	12	10	10
ALUMEGA480JVG	16	14	14
ALUMEGA600JVG	20	18	18
ALUMEGA720JVG	24	22	22
ALUMEGA840JVG	28	26	26

(4) Ne pas utiliser la dernière rangée de trous.

(5) L'utilisation des vis LBS HARDWOOD EVO est obligatoire. Il est conseillé d'utiliser les deux rangées de trous extérieures.

JS - connecteur pour poutre (**JOIST**) avec broches **STA/SBD**

CODE	STA Ø16 [pcs.]	fixation totale ⁽⁶⁾ SBD Ø7,5 [pcs.]	fixation partielle ⁽⁶⁾ SBD Ø7,5 [pcs.]
ALUMEGA240JS	4	14	8
ALUMEGA360JS	6	22	12
ALUMEGA480JS	8	30	16
ALUMEGA600JS	10	38	20
ALUMEGA720JS	12	46	24
ALUMEGA840JS	14	54	28

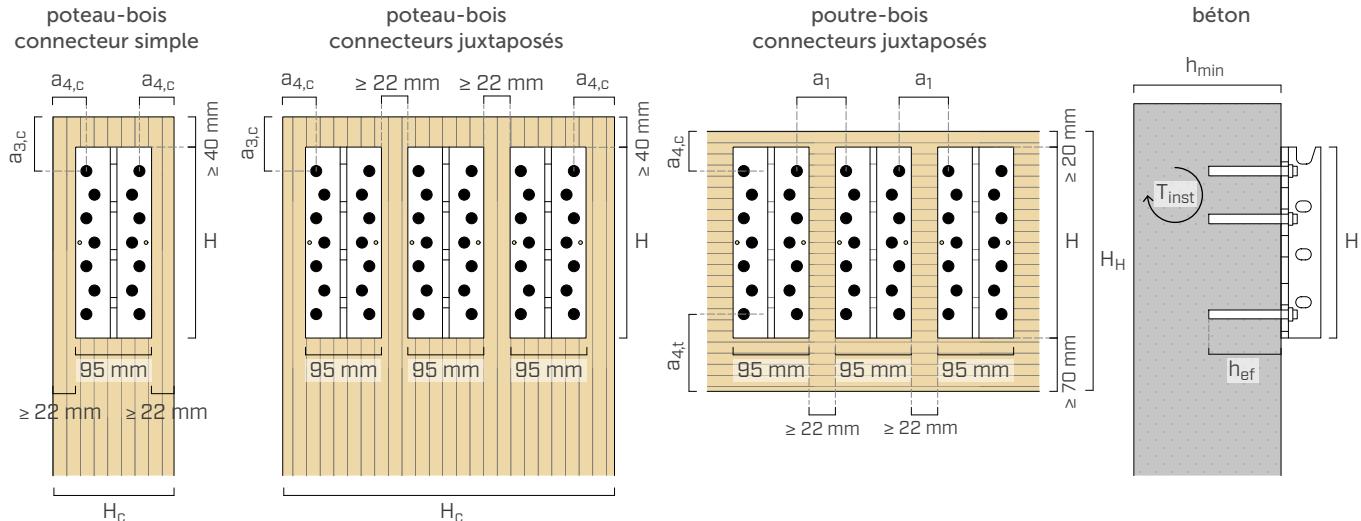
MEGABOLT

H [mm]	fixation totale MEGABOLT Ø12 [pcs.]
240	4
360	6
480	8
600	10
720	12
840	14

(6) La position des broches SBD pour une fixation totale et partielle est indiquée à la page 10.

INSTALLATION | ALUMEGA HP

DISTANCES ET DIMENSIONS MINIMALES



Hauteur de la poutre primaire $H_H \geq H + 90\text{mm}$, où H est la hauteur du connecteur.

Les espacements entre connecteurs se réfèrent à des éléments en bois avec une masse volumique de $\rho_K \leq 420 \text{ kg/m}^3$, des vis insérées sans pré-perçage et pour des sollicitations F_v . Pour d'autres configurations, se référer à l'ATE-23/0824.

ALUMEGA HP - distances minimales

élément principal-bois	HBS PLATE Ø10					
	poteau angle entre effort et fil du bois $\alpha = 0^\circ$			poutre angle entre effort et fil du bois $\alpha = 90^\circ$		
vis-vis	a_1 [mm]	-	-	$\geq 5 \cdot d$	≥ 50	
vis-extrémité déchargée	$a_{3,c}$ [mm]	$\geq 7 \cdot d$	≥ 70	-	-	
vis-bord chargé	$a_{4,t}$ [mm]	-	-	$\geq 10 \cdot d$	≥ 100	
vis-bord non chargé	$a_{4,c}$ [mm]	$\geq 3,6 \cdot d$	≥ 36	$\geq 5 \cdot d$	≥ 50	

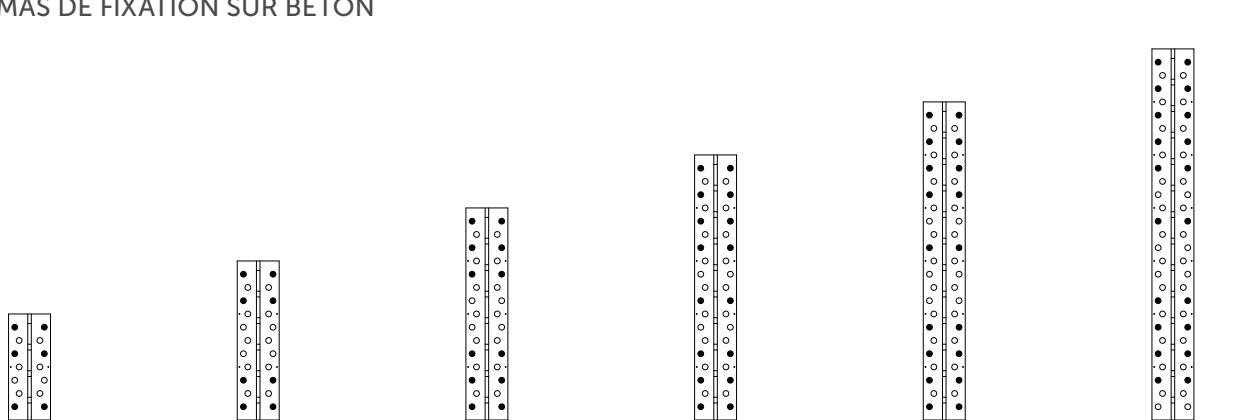
ALUMEGA HP - connecteurs juxtaposés

	connecteur simple	connecteur double	connecteur triple	
largeur du poteau	H_c [mm]	139	256	373

béton	ancrage chimique VIN-FIX Ø12
épaisseur minimale support	h_{min} [mm]
diamètre du trou dans le béton	d_0 [mm]
couple de serrage	T_{inst} [Nm]

h_{ef} = profondeur d'ancrage effective dans le béton

SCHÉMAS DE FIXATION SUR BÉTON

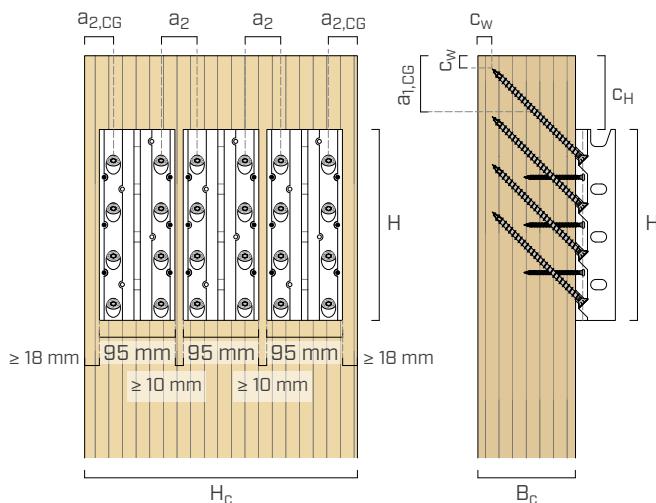


En fonction des sollicitations, de l'épaisseur minimale du béton et des distances des bords, différents schémas de fixation peuvent être utilisés ; nous conseillons d'utiliser le logiciel gratuit Concrete Anchors (www.rothoblaas.fr).

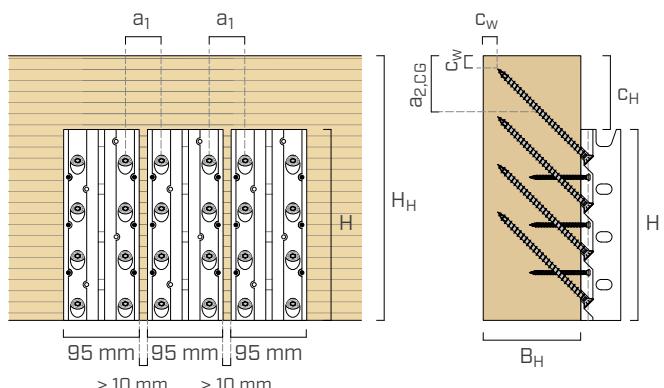
INSTALLATION | ALUMEGA HVG

DISTANCES ET DIMENSIONS MINIMALES

fixation totale avec vis VGS sur poteau connecteurs juxtaposés



fixation totale avec vis VGS sur poutre principale connecteurs juxtaposés



ALUMEGA HVG - connecteur simple

H [mm]	VGS Ø9 x 160				VGS Ø9 x 200				VGS Ø9 x 240			
	poteau		poutre principale		poteau		poutre principale		poteau		poutre principale	
	B _c x H _c [mm]	c _H [mm]	B _H x H _H [mm]	c _H [mm]	B _c x H _c [mm]	c _H [mm]	B _H x H _H [mm]	c _H [mm]	B _c x H _c [mm]	c _H [mm]	B _H x H _H [mm]	c _H [mm]
240	113 x 132		113 x 325		141 x 132		141 x 353		170 x 132		170 x 381	
360	113 x 132		113 x 445		141 x 132		141 x 473		170 x 132		170 x 501	
480	113 x 132	99	113 x 565	85	141 x 132	113	141 x 593	113	170 x 132	141	170 x 621	141
600	113 x 132		113 x 685		141 x 132		141 x 713		170 x 132		170 x 741	
720	113 x 132		113 x 805		141 x 132		141 x 833		170 x 132		170 x 861	
840	113 x 132		113 x 925		141 x 132		141 x 953		170 x 132		170 x 981	

ALUMEGA HVG - distances minimales

élément principal-bois	VGS Ø9		
vis-vis	a ₁ [mm]	≥ 5·d	≥ 45
vis-vis	a ₂ [mm]	≥ 5·d	≥ 45
vis-extrémité poteau	a _{1,CG} [mm]	≥ 8,4·d	≥ 76
vis-bord poutre/poteau	a _{2,CG} [mm]	≥ 4·d	≥ 36

ALUMEGA HVG - connecteurs juxtaposés

	connecteur simple	connecteur double	connecteur triple	
largeur du poteau	H _c [mm]	132	237	342

NOTES

- Les distances a_{1,CG} et a_{2,CG} se réfèrent au barycentre de la partie filetée de la vis dans l'élément en bois.
- Outre les distances minimales indiquées a_{1,CG} et a_{2,CG}, il est conseillé d'utiliser un cache-bois c_w ≥ 10 mm.
- La longueur minimum des vis VGS est de 160 mm.
- Les distances minimales et les espacements pour des connecteurs simples se réfèrent à des éléments en bois avec une masse volumique de $\rho_k \leq 420 \text{ kg/m}^3$ et des sollicitations F_v, F_{ax} et F_{up}.

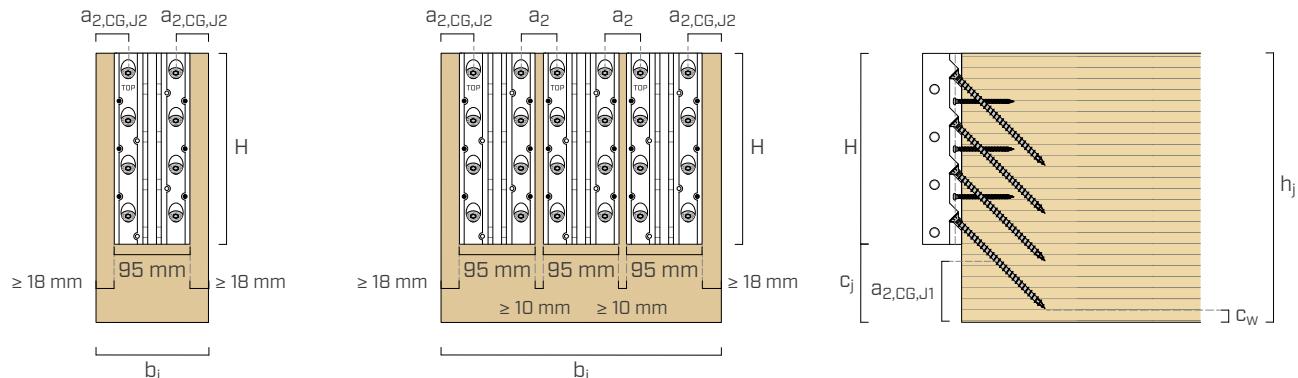
- Les espacements pour des connecteurs juxtaposés ne considèrent pas la contribution en termes de résistance des vis LBS HARDWOOD EVO et se réfèrent à des sollicitations F_v, F_{ax} et F_{up}.
- Pour d'autres configurations, se référer à l'ATE-23/0824.

INSTALLATION | ALUMEGA JVG

DISTANCES ET DIMENSIONS MINIMALES

fixation totale avec vis VGS sur
poutre secondaire
connecteur simple

fixation totale avec vis VGS sur
poutre secondaire
connecteurs juxtaposés



ALUMEGA JVG - connecteur simple

H [mm]	VGS Ø9 x 160		VGS Ø9 x 200		VGS Ø9 x 240	
	b _j x h _j [mm]	c _j [mm]	b _j x h _j [mm]	c _j [mm]	b _j x h _j [mm]	c _j [mm]
240	132 x 343		132 x 358		132 x 386	
360	132 x 463		132 x 478		132 x 506	
480	132 x 583		132 x 598		132 x 626	
600	132 x 703	103	132 x 718	118	132 x 746	146
720	132 x 823		132 x 838		132 x 866	
840	132 x 943		132 x 958		132 x 986	

ALUMEGA JVG - distances minimales

poutre secondaire - bois			VGS Ø9		
vis-vis	a ₂ [mm]		≥ 5·d	≥ 45	
vis-bord poutre	a _{2,CG,J1} [mm]		≥ 8,4·d	≥ 76	
vis-bord poutre	a _{2,CG,J2} [mm]		≥ 4·d	≥ 36	

ALUMEGA JVG - connecteurs juxtaposés

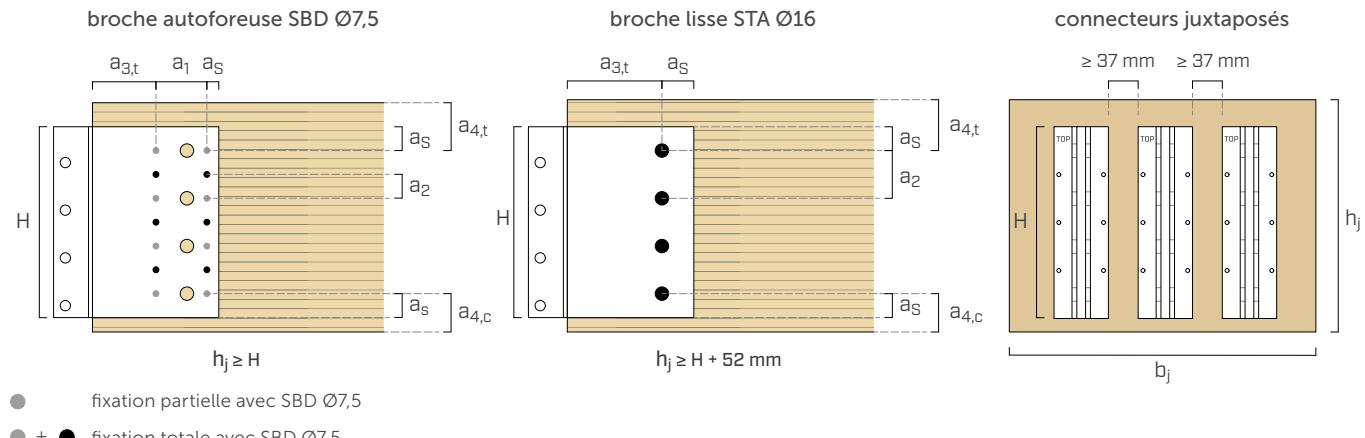
base de poutre secondaire	b _j [mm]	connecteur simple	connecteur double	connecteur triple
		132	237	342

NOTES

- Les distances a_{1,CG,J1} et a_{2,CG,J2} se réfèrent au barycentre de la partie filetée de la vis dans l'élément en bois.
- Outre les distances minimales indiquées a_{1,CG,J1} et a_{2,CG,J2}, il est conseillé d'utiliser un cache-bois c_w ≥ 10 mm.
- La longueur minimum des vis VGS est de 160 mm.
- Les distances minimales et les espacements pour des connecteurs simples se réfèrent à des éléments en bois avec une masse volumique de ρ_k ≤ 420 kg/m³ et des sollicitations F_v, F_{ax} et F_{up}.
- Les espacements pour des connecteurs juxtaposés ne considèrent pas la contribution en termes de résistance des vis LBS HARDWOOD EVO et se réfèrent à des sollicitations F_v, F_{ax} et F_{up}.
- Pour d'autres configurations, se référer à l'ATE-23/0824.

■ INSTALLATION | ALUMEGA JS

DISTANCES ET DIMENSIONS MINIMALES



L'espacement entre ALUMEGA JS juxtaposés $\geq 37 \text{ mm}$ répond aux exigences d'espacement minimum de 10 mm entre connecteurs HVG sur poutre et poteau. Si le connecteur JS est fixé à un connecteur HP sur poutre et poteau pour des sollicitations F_v , l'espacement minimum entre connecteurs est de 49 mm.

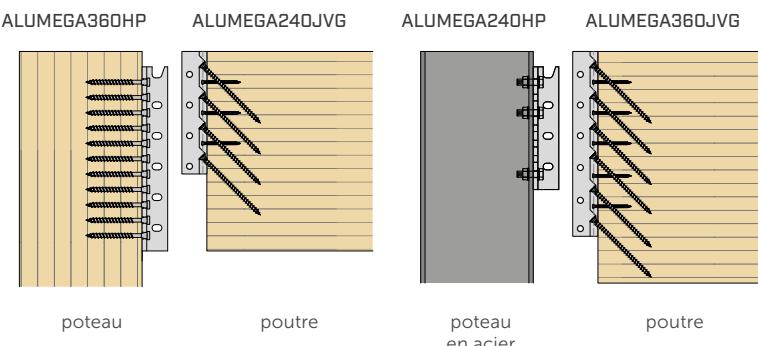
poutre secondaire - bois		SBD Ø7,5	STA Ø16
broche - broche	$a_1^{(1)}$ [mm]	$\geq 3 \cdot d \mid \geq 5 \cdot d$	$\geq 23 \mid \geq 38$
broche - broche	a_2 [mm]	$\geq 3 \cdot d$	≥ 23
broche - extrémité poutre	$a_{3,t}$ [mm]	max (7 d ; 80 mm)	≥ 80
broche - extrados poutre	$a_{4,t}$ [mm]	$\geq 4 \cdot d$	≥ 30
broche - intrados poutre	$a_{4,c}$ [mm]	$\geq 3 \cdot d$	≥ 23
broche - bord étrier	$a_s^{(2)}$ [mm]	$\geq 1,2 \cdot d_0^{(3)}$	≥ 21

(1) Espacement entre broches SBD parallèlement au fil respectivement pour angle force-fibre $\alpha = 90^\circ$ (sollicitations F_v ou F_{up}) et $\alpha = 0^\circ$ (sollicitation F_{ax}).

(2) Il est conseillé de faire particulièrement attention au positionnement des broches SBD dans le respect de la distance du bord de l'étrier, en utilisant éventuellement un trou de guidage.

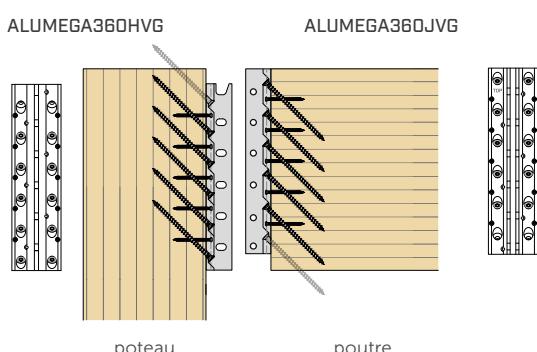
(3) Diamètre du trou.

■ ASSEMBLAGE DE CONNECTEURS DE DIFFÉRENTE HAUTEUR



Il est possible de fixer un connecteur pour poutre secondaire (JVG et JS) à un connecteur pour élément principal (HVG e HP) d'une hauteur différente. Les configurations représentées permettent d'équilibrer les résistances entre les connecteurs HP et JVG, et de limiter l'extension des vis inclinées au-delà du contour des connecteurs (exemple à gauche). La résistance finale est le minimum entre la résistance des connecteurs et des boulons.

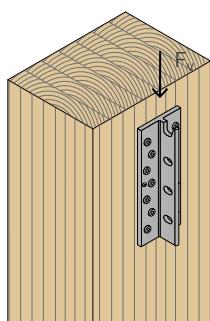
■ FIXATION PARTIELLE POUR CONNECTEURS HVG ET JVG



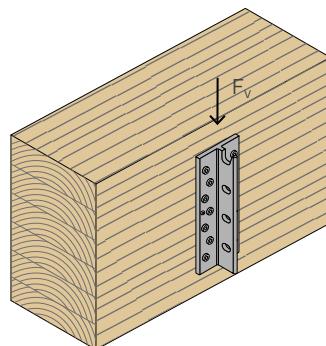
La fixation partielle est possible pour les connecteurs HVG et JVG en omettant la première et la dernière rangée de vis VGS, respectivement. Cette configuration est particulièrement favorable pour des connexions poutres-poteau, avec l'extrados du poteau aligné avec l'extrados de la poutre.

VALEURS STATIQUES | ALUMEGA HP | F_v

poteau



poutre principale

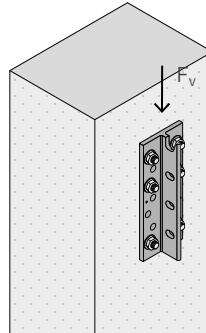


H [mm]	fixations			$R_{v,k}$ timber poteau			$R_{v,k}$ timber poutre principale			$R_{v,k}$ alu
	vis LBSHEVO ⁽¹⁾ $\varnothing 5 \times 80$	vis HBS PL $\varnothing 10$	boulons MEGABOLT $\varnothing 12$	HBS PL $\varnothing 10 \times 100$	HBS PL $\varnothing 10 \times 140$	HBS PL $\varnothing 10 \times 180$	HBS PL $\varnothing 10 \times 100$	HBS PL $\varnothing 10 \times 140$	HBS PL $\varnothing 10 \times 180$	MEGABOLT $\varnothing 12$
	[pcs.]	[pcs.]	[pcs.]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
240	2	14	4	94	108	123	111	129	148	188
360	4	22	6	145	165	187	182	208	236	286
480	6	30	8	193	219	248	251	285	324	384
600	8	38	10	239	271	307	320	363	411	483
720	10	46	12	285	322	365	388	440	499	581
840	12	54	14	329	373	422	457	517	586	679

⁽¹⁾Il est conseillé d'utiliser les vis LBS HARDWOOD EVO pour la fixation de la plaque à l'élément en bois et avant l'insertion des vis HBS PLATE. Pour le calcul des résistances F_{up} , F_{ax} et F_{lat} et pour d'autres configurations, se référer à la feuille de calcul ALUMEGA sur le site web www.rothoblaas.fr.

Pour les PRINCIPES GÉNÉRAUX de calcul, voir la page 13.

VALEURS STATIQUES | ALUMEGA HP | F_v

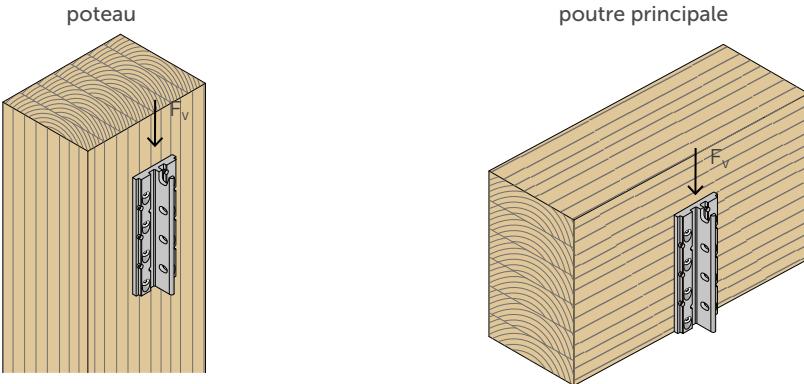


CONNECTEUR	fixation	$R_{v,d}$ concrete					
		H=240 [kN]	H=360 [kN]	H=480 [kN]	H=600 [kN]	H=720 [kN]	H=840 [kN]
ALUMEGA HP	ancrage VIN-FIX $\varnothing 12 \times 245$	157	213	322	429	486	541

NOTES

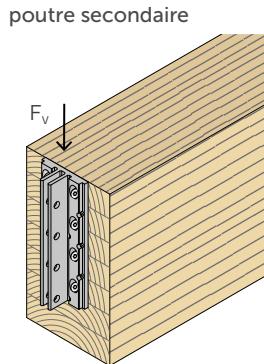
- Pour le calcul, un béton C25/30 peu armé et sans distances du bord est considéré.
- Ancre chimique VIN-FIX conformément à l'ATE-20/0363 avec tiges filetées (type INA) de classe d'acier minimale 8.8 avec $h_{ef} = 225$ mm.
- Les valeurs de calcul sont selon la norme EN 1992:2018 avec $a_{sus} = 0,6$.
- Les valeurs indiquées dans le tableau sont des valeurs nominales se référant aux schémas de chevillage illustrés page 7.
- La résistance côté aluminium doit être vérifiée conformément à l'ATE-23/0824.
- Se référer à l'ATE-23/0824 pour le calcul de $F_{ax,d}$, $F_{up,d}$ et $F_{lat,d}$.

VALEURS STATIQUES | ALUMEGA HVG | F_v



H [mm]	fixations			$R_{v,k}$ screw [1][2]				$R_{v,k}$ alu	
				$R_{v,k}$ timber		$R_{v,k}$ poteau/poutre principale			
	vis LBSHEVO $\varnothing 5 \times 80$ [pcs.]	vis VGS $\varnothing 9$ [pcs.]	boulons MEGABOLT $\varnothing 12$ [pcs.]	VGS $\varnothing 9 \times 160$ [kN]	VGS $\varnothing 9 \times 200$ [kN]	VGS $\varnothing 9 \times 240$ [kN]	VGS $\varnothing 9 \times 280$ [kN]	VGS $\varnothing 9$ [kN]	MEGABOLT $\varnothing 12$ [kN]
240	6	8	4	116	-	-	-	179	188
360	10	12	6	158	-	-	-	244	286
480	14	16	8	211	269	-	-	325	384
600	18	20	10	264	336	-	-	406	483
720	22	24	12	316	404	491	-	488	581
840	26	28	14	369	471	573	675	569	679

VALEURS STATIQUES | ALUMEGA JVG | F_v



H [mm]	fixations			$R_{v,k}$ screw [1][2]				$R_{v,k}$ alu	
				$R_{v,k}$ timber		$R_{v,k}$ poutre secondaire			
	vis LBSHEVO $\varnothing 5 \times 80$ [pcs.]	vis VGS $\varnothing 9$ [pcs.]	boulons MEGABOLT $\varnothing 12$ [pcs.]	VGS $\varnothing 9 \times 160$ [kN]	VGS $\varnothing 9 \times 200$ [kN]	VGS $\varnothing 9 \times 240$ [kN]	VGS $\varnothing 9 \times 280$ [kN]		MEGABOLT $\varnothing 12$ [kN]
240	6	8	4	116	-	-	-	179	188
360	10	12	6	158	-	-	-	244	286
480	14	16	8	211	269	-	-	325	384
600	18	20	10	264	336	-	-	406	483
720	22	24	12	316	404	491	-	488	581
840	26	28	14	369	471	573	675	569	679

NOTES

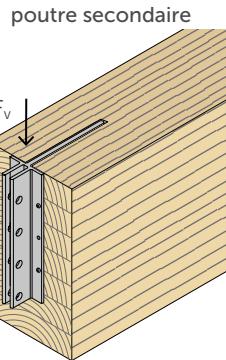
(1) Les résistances $R_{v,k}$ screw pour la fixation partielle peuvent être déterminées en multipliant par le rapport suivant : (Nombre de vis de fixation partielle)/(nombre de vis de fixation totale).

(2) La campagne expérimentale pour ATE-23/0824 a permis de certifier tous les modèles d'ALUMEGA HVG et JVG avec des vis VGS d'une longueur allant jusqu'à 300 mm. Il est préférable d'utiliser des connecteurs avec des vis courtes afin d'augmenter la sécurité en cas d'installation erronée. Dans tous les cas, il est conseillé de réaliser un trou de guidage $\varnothing 5 \times 50$ mm à l'aide du gabarit JIGVGS et d'insérer des vis VGS avec un couple contrôlé ≤ 20 Nm au moyen de TORQUE LIMITER ou d'une clé dynamométrique BEAR.

Pour le calcul des résistances F_{up} , F_{ax} et F_{lat} et pour d'autres configurations, se référer à la feuille de calcul ALUMEGA sur le site web www.rothoblaas.fr.

Pour les PRINCIPES GÉNÉRAUX de calcul, voir la page 13.

VALEURS STATIQUES | ALUMEGA JS | F_v



H [mm]	fixations vis boulons		fixation totale broches lisses		fixation partielle broches autoforeuses		fixation totale broches autoforeuses		R _{v,k alu} MEGABOLT Ø12 [kN]
	LBSHEVO ⁽¹⁾ Ø5 x 80 [pcs.]	MEGABOLT Ø12 [pcs.]	STA ⁽³⁾ Ø16 x 240 [pcs.]	R _{v,k timber} ⁽²⁾ [kN]	SBD ⁽⁴⁾ Ø7,5 x 195 [pcs.]	R _{v,k timber} ⁽²⁾ [kN]	SBD ⁽⁴⁾ Ø7,5 x 195 [pcs.]	R _{v,k timber} ⁽²⁾ [kN]	
240	4	4	4	77	8	63	14	106	188
360	4	6	6	142	12	114	22	205	286
480	6	8	8	206	16	170	30	312	384
600	6	10	10	269	20	224	38	422	483
720	8	12	12	331	24	279	46	530	581
840	8	14	14	394	28	332	54	638	679

NOTES

- (1) Il est conseillé d'utiliser les vis LBS HARDWOOD EVO pour la fixation de la plaque à l'élément en bois et avant l'insertion des broches.
- (2) Les valeurs fournies sont calculées avec un fraisage dans le bois de 12 mm d'épaisseur et conformément aux schémas à la page 10.

(3) Broches lisses STA Ø16 : M_{y,k} = 191000 Nmm.

(4) Broches autoforeuses SBD Ø7,5 : M_{y,k} = 75000 Nmm.

PRINCIPES GÉNÉRAUX

- Les distances indiquées dans la section installation sont des dimensions minimales des éléments structuraux, pour des vis insérées sans pré-perçage, et ne tiennent pas compte des exigences en matière de résistance au feu.
- Pour le calcul, la masse volumique des éléments en bois a été estimée à ρ_k = 385 kg/m³ avec du béton C25/30 peu armé, sans distance au bord.
- Les coefficients k_{mod}, γ_M et γ_{M2} sont établis en fonction de la réglementation en vigueur utilisée pour le calcul.
- Le dimensionnement et la vérification des éléments en bois et béton doivent être effectués séparément.
- Les valeurs caractéristiques sont celles de la norme EN 1995-1-1, EN 1999-1-1 et conformément à l'ATE-23/0824.
- Se référer à l'ATE-23/0824 pour le module de glissement.
- L'ATE-23/0824 ne prend pas en compte les contraintes F_v avec excentricité, c'est-à-dire l'application d'un moment de torsion sur la connexion. Il appartient au concepteur d'évaluer l'utilisation d'un système de fixation supplémentaire ou de connecteurs ALUMEGA juxtaposés. Se référer aux informations détaillées page 17.
- Concernant l'installation du connecteur, et en particulier des vis VGS et HBS PLATE, il est conseillé de respecter scrupuleusement les instructions d'installation des pages 19 et 20, ainsi que les contenus techniques disponibles sur le site web www.rothoblaas.fr, afin de garantir la conformité des performances structurelles attendues.

CONNECTEURS JUXTAPOSÉS

- Une attention particulière doit être portée à l'alignement durant la pose, afin d'éviter des sollicitations différentes entre les connecteurs. Il est conseillé d'utiliser le gabarit de montage JIGALUMEGA.
- La résistance totale d'une connexion comprenant jusqu'à trois connecteurs juxtaposés est obtenue par la somme des résistances de chaque connecteur.

ALUMEGA HP

- Les valeurs de calcul sont obtenues à partir des valeurs caractéristiques suivantes :

$$R_{v,Rd} = \min \left\{ \frac{\frac{R_{v,k} \text{ timber} \cdot k_{mod}}{\gamma_M}}{\gamma_{M2,a}}, \frac{R_{v,k} \text{ alu}}{\gamma_{M2,a}} \right\}$$

ALUMEGA HVG-ALUMEGA JVG

- Les valeurs de calcul sont obtenues à partir des valeurs caractéristiques suivantes :

$$R_{v,Rd} = \min \left\{ \frac{\frac{R_{v,k} \text{ timber} \cdot k_{mod}}{\gamma_M}}{\gamma_{M2,s}}, \frac{R_{tens,45,k}}{\gamma_{M2,s}}, \frac{R_{v,k} \text{ alu}}{\gamma_{M2,a}} \right\}$$

avec γ_{M2,s} coefficient partiel du matériau en acier et γ_{M2,a} coefficient partiel du matériau aluminium.

ALUMEGA JS

- Les valeurs de calcul sont obtenues à partir des valeurs caractéristiques suivantes :

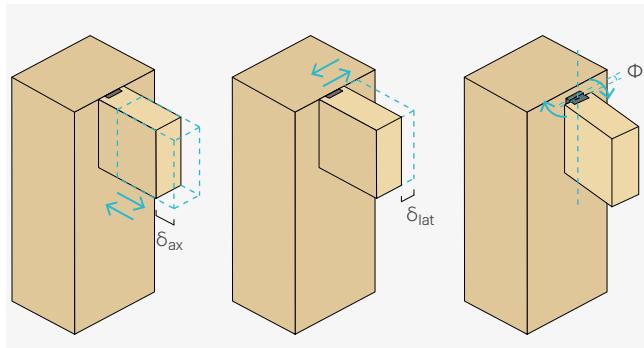
$$R_{v,Rd} = \min \left\{ \frac{\frac{R_{v,k} \text{ timber} \cdot k_{mod}}{\gamma_M}}{\gamma_{M2,a}}, \frac{R_{v,k} \text{ alu}}{\gamma_{M2,a}} \right\}$$

- La poutre secondaire doit être en contact avec l'aile du connecteur JS.

- Dans certains cas, la résistance R_{v,k} timber de la connexion peut être particulièrement élevée et être supérieure à la résistance au cisaillement de la poutre secondaire. Il est dès lors conseillé de bien vérifier la résistance au cisaillement de la section réduite de la poutre secondaire au niveau de l'étrier.

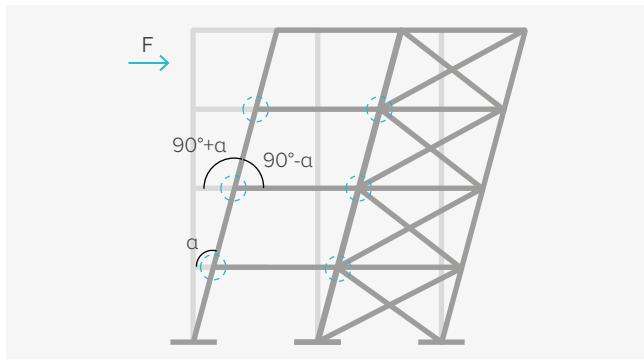
PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES

TOLÉRANCE DE MONTAGE



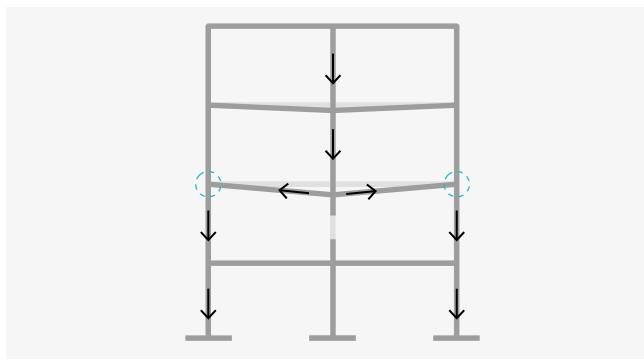
Il offre la plus grande tolérance de montage par rapport aux autres connecteurs à haute résistance disponibles sur le marché : $\delta_{ax} = 8 \text{ mm } (\pm 4 \text{ mm})$, $\delta_{lat} = 3 \text{ mm } (\pm 1,5 \text{ mm})$ et $\Phi = \pm 6^\circ$.

INTER-STORY DRIFT POUR DES ACTIONS HORIZONTALES



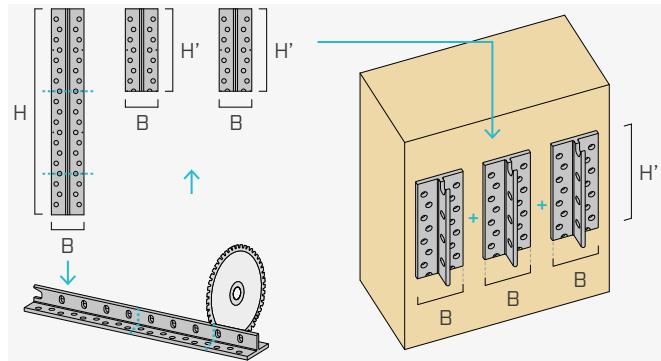
Selon la configuration d'installation, la rotation du connecteur est compatible avec les déplacements inter-étages (inter-storey drift) provoqués par un séisme ou le vent.

SOLIDITÉ STRUCTURELLE



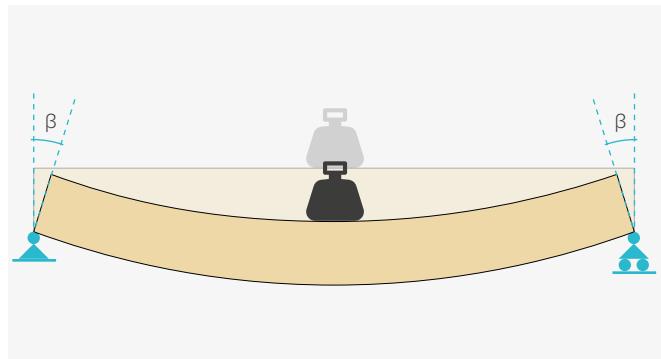
La grande capacité de rotation du connecteur permet le développement de l'effet caténaire dans des situations exceptionnelles. Pour des efforts de traction élevés, l'utilisation de connexions supplémentaires et une évaluation globale de la structure sont recommandées.

MODULARITÉ



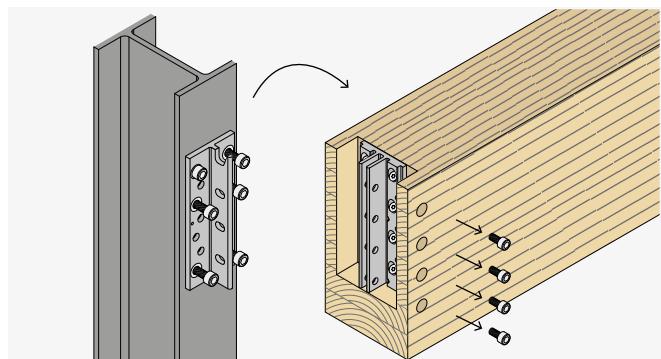
Disponible en 6 tailles standard (hauteurs) ; la hauteur H peut être modifiée grâce à la géométrie modulaire du connecteur. De plus, les connecteurs peuvent être posés côte à côté pour répondre aux exigences géométriques ou de résistance.

ROTATION POUR CHARGES GRAVITATIONNELLES



Pour les charges gravitationnelles, le connecteur a un comportement structurel articulé et garantit la rotation libre aux extrémités de la poutre, à condition que l'élément de connexion en permette la rotation effective.

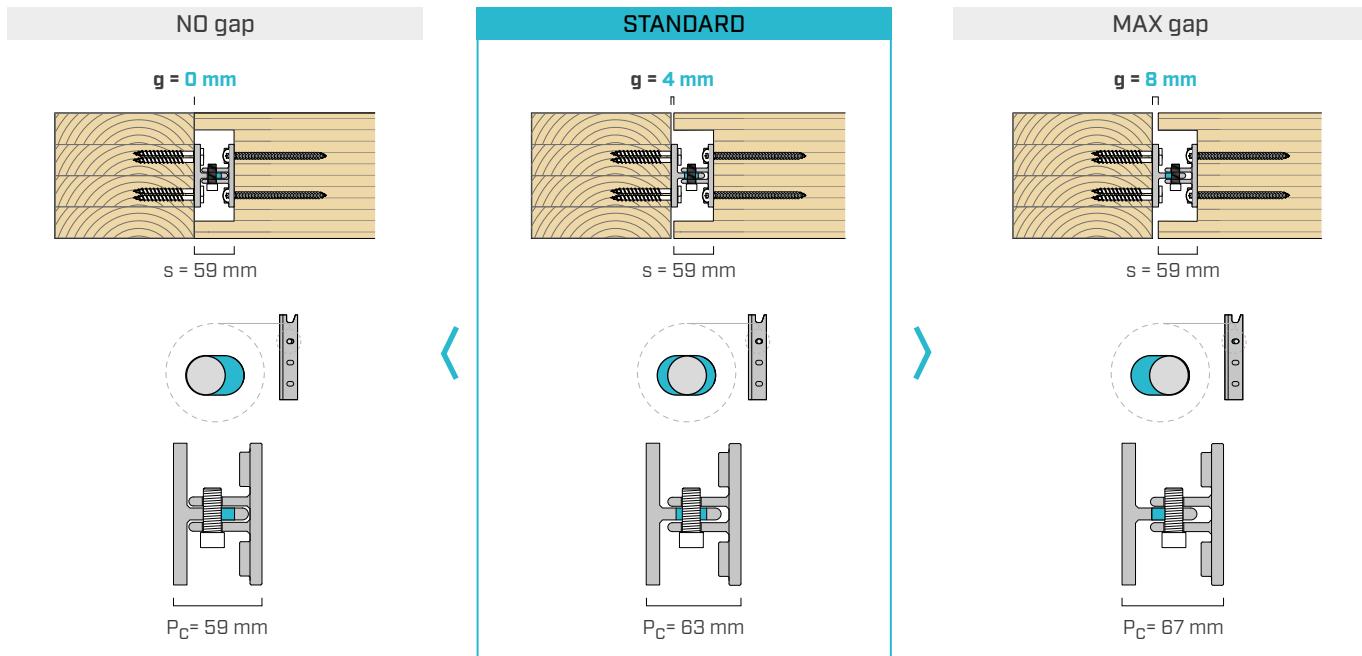
DÉMONTABLE



Particulièrement adapté pour faciliter le démontage des structures temporaires ou des structures ayant atteint la fin de leur durée de vie. La connexion avec ALUMEGA peut être facilement démontée en retirant les boulons MEGABOLT, simplifiant ainsi la séparation des composants (Design for Disassembly).

CONFIGURATIONS DE POSE

La configuration standard pour la fabrication des éléments en bois prévoit un interstice (gap) nominal de 4 mm. Sur le chantier, diverses configurations peuvent se présenter entre les deux cas limites : gap nul et gap maximal de 8 mm.



S'il est nécessaire de limiter le gap sur place, par exemple en raison des exigences de résistance au feu de la connexion, il est possible de modifier la profondeur du fraisage dans la poutre secondaire. Au fur et à mesure que la profondeur du fraisage augmente, le gap entre la poutre secondaire et l'élément primaire diminue, tout comme la tolérance de pose axiale. Le cas limite, pour lequel une précision particulière est requise en phase de montage, est obtenu avec un fraisage de 67 mm de profondeur et un gap/tolérance de pose axiale nuls.

profondeur du fraisage s [mm]	encombrement des connecteurs assemblés P_C [mm]								
	59	60	61	62	63	64	65	66	67
59									
61	-	-							
63	-	-	-	-					
65	-	-	-	-	-	-			
67	-	-	-	-	-	-	-	-	

Les exigences en matière de résistance au feu peuvent être satisfaites en limitant le gap ou en utilisant des produits dédiés à la protection contre le feu des éléments en métal, tels que FIRE STRIPE GRAPHITE, FIRE SEALING SILICONE, MS SEAL et FIRE SEALING ACRYLIC.

D'un point de vue statique, le comportement articulé de la connexion, et par conséquent la rotation libre aux extrémités de la poutre, est favorisé par la configuration d'installation avec écart maximal entre la poutre secondaire et l'élément primaire.

PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

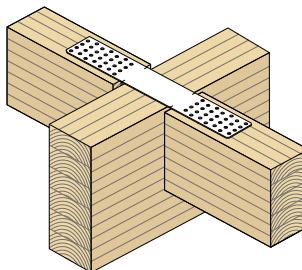
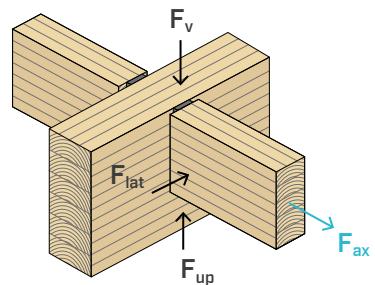
- Certains modèles d'ALUMEGA sont protégés par les Dessins Communautaires Enregistrés suivants : RCD 015032190-0002 | RCD 015032190-0003 | RCD 015032190-0004 | RCD 015032190-0005 | RCD 015032190-0006 | RCD 015032190-0007 | RCD 015032190-0008 | RCD 015032190-0009.

RÉSISTANCE À LA TRACTION

La résistance axiale F_{ax} de la connexion doit être considérée comme valable après le glissement initial créé par les trous oblongs dans les connecteurs ALUMEGA HP et HVG. S'il existe des exigences de conception selon lesquelles la connexion doit être capable de résister à un effort de traction sans glissement initial ou avec un glissement initial limité, il est conseillé d'adopter l'une des options suivantes :

- Dans le cas d'un assemblage invisible, la profondeur du fraisage dans la poutre secondaire (ou le poteau) peut être modifiée de manière à ce que le glissement axial soit réduit entièrement ou partiellement. Se référer à la section CONFIGURATIONS DE POSE.
- Utiliser un système de fixation supplémentaire positionné sur l'extrados de la poutre. En fonction des exigences géométriques et de résistance, il est possible d'utiliser des plaques métalliques standard (par exemple WHT PLATE T) ou personnalisées, ou des systèmes de vis.

Les solutions proposées peuvent modifier la rigidité en rotation de la connexion et son comportement articulé.



COMPATIBILITÉ ROTATIONNELLE

Les connecteurs ALUMEGA HVG et HP ont des trous horizontaux qui, en plus d'offrir une tolérance de pose, permettent la libre rotation de la connexion. Le tableau indique la rotation libre maximale α_{free} de la connexion et le déplacement d'inter-étage (storey-drift), selon la hauteur H du connecteur. Une fois la rotation α_{free} atteinte, le connecteur dispose d'une ultérieure rotation $\alpha_{semi-rigide}$ avant d'arriver à la rupture. La rotation $\alpha_{semi-rigide}$ a lieu grâce à la déformation du connecteur en aluminium et des fixations relatives.

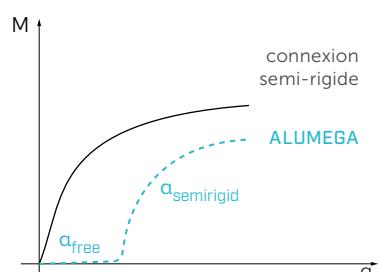
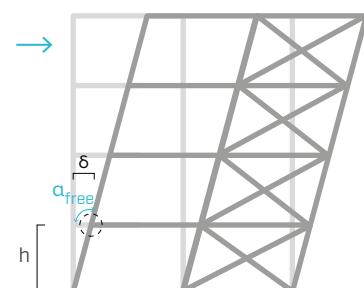
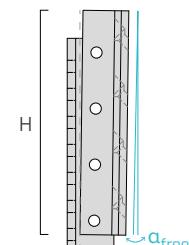
Une comparaison entre le comportement théorique d'une connexion avec ALUMEGA et celui d'une connexion semi-rigide courante est illustrée par le graphique moment-rotation.

Pour une connexion avec ALUMEGA, il est possible de supposer une première phase, dont l'extension est fonction de H , où le comportement est articulé ; tandis que dans une deuxième phase, nous pouvons supposer un comportement semi-rigide.

Il convient de préciser que la rotation libre α_{free} , et par conséquent le déplacement libre inter-étages (story-drift), se produisent sans déformation ni endommagement de l'aluminium et des fixations, et qu'ils dépendent de différents facteurs, notamment :

- le positionnement du connecteur par rapport à la poutre secondaire ;
- le gap réel entre la poutre secondaire et l'élément primaire ;
- la charge verticale appliquée sur la poutre secondaire ;
- pour des connexions invisibles, la profondeur du fraisage dans la poutre secondaire ou l'élément principal, ainsi que toute insertion de produits résistants au feu (par exemple FIRE STRIPE GRAPHITE).

Les évaluations présentées ci-dessus devront être confirmées expérimentalement. Visitez le site www.rothoblaas.fr pour les mises à jour.



H [mm]	rotation maximale libre		STOREY-DRIFT δ/h [%]
	α_{free} [°]		
240	2,5		4,4
360	1,5		2,7
480	1,1		1,9
600	0,8		1,5
720	0,7		1,2
840	0,6		1,0

DIMENSIONNEMENT PAR CISAILLEMENT

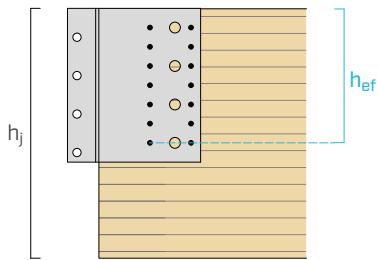
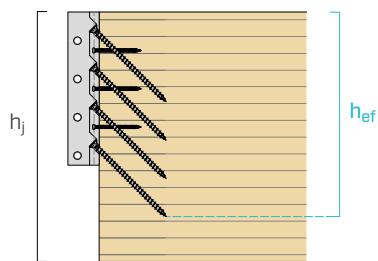
La fixation des poutres à l'aide de plaques dissimulées, telles que les connecteurs ALUMEGA, implique plusieurs considérations de conception :

- réduction de la résistance au cisaillement de la poutre secondaire si la connexion n'affecte qu'une partie limitée de la hauteur de la poutre ;
- problèmes potentiels de stabilité de la poutre sur les appuis pendant l'installation ou la phase d'exercice.

Conformément à diverses normes techniques et recommandations de conception, il est conseillé d'utiliser des connecteurs d'une hauteur h_{ef} égale à au moins 70 % de la hauteur de la poutre secondaire h_j . Cette mesure permet d'assurer une stabilité latérale adéquate et d'éviter les phénomènes de traction perpendiculaire au fil du bois.

Des solutions de conception spécifiques peuvent également être adoptées, telles que :

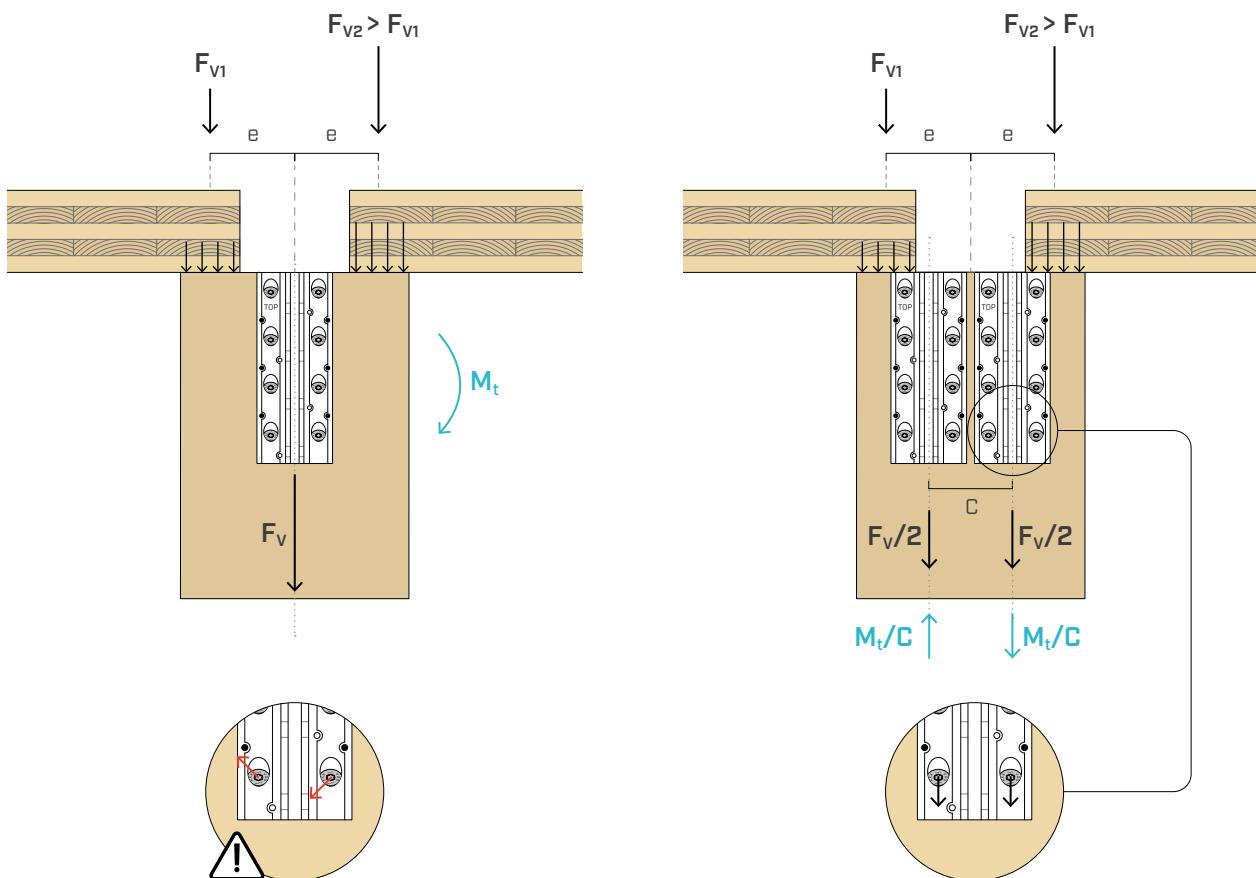
- l'insertion de vis perpendiculaires au fil de la poutre pour augmenter la résistance au cisaillement ;
- la stabilisation de la poutre à travers la connexion avec le platelage ou d'autres éléments structurels.



DIMENSIONNEMENT PAR TORSION

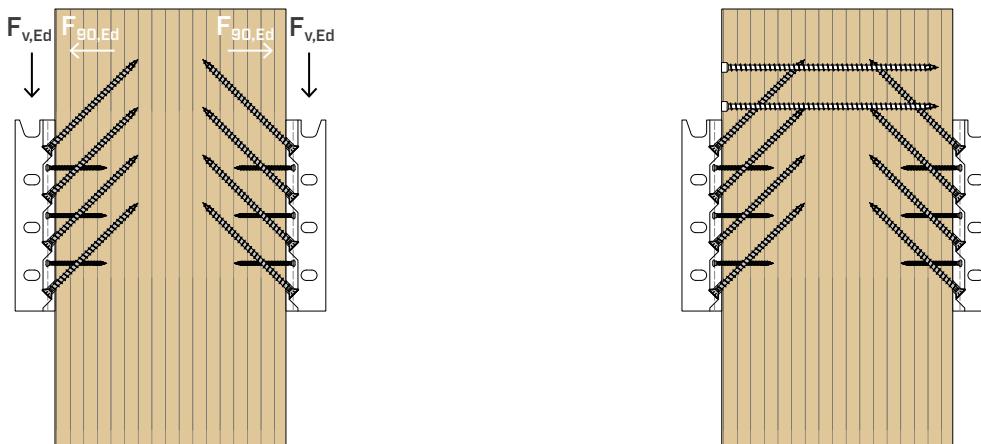
Il est important de prêter attention aux éventuels moments de torsion dus à l'excentricité des charges verticales par rapport au barycentre du connecteur. Ce phénomène se produit généralement dans les poutres de bord et les poutres centrales soumises à des charges asymétriques, même lors de l'installation, induisant des sollicitations parasites dans les vis.

En présence d'excentricités élevées, par exemple dans le cas de poutres particulièrement larges ou de charges fortement asymétriques, une configuration avec connecteurs juxtaposés est recommandée pour améliorer la répartition des charges.

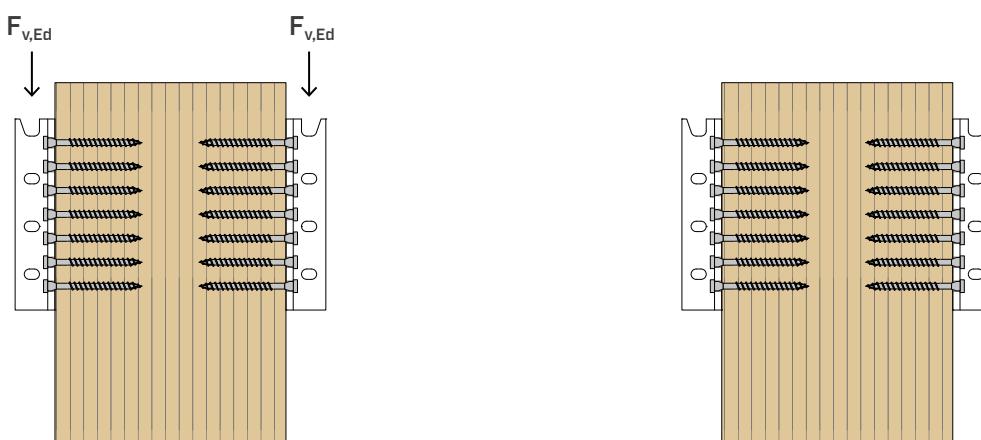


TRACTION PERPENDICULAIRE AU FIL DE L'ÉLÉMENT PRINCIPAL

Soumis à des charges verticales, le connecteur ALUMEGA HVG induit une contrainte de traction perpendiculaire à la fibre dans la partie de l'élément principal située au-dessus du connecteur. Lors de l'utilisation de connecteurs des deux côtés, comme illustré ci-dessous, il est recommandé d'insérer des vis de renfort VGS/VGZ traversant toute la profondeur de l'élément principal.



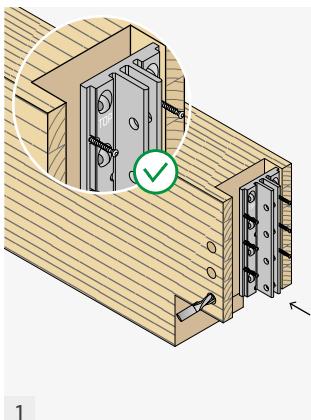
Dans l'application avec des connecteurs ALUMEGA HP soumis à des charges gravitationnelles, il n'est pas nécessaire de prévoir des vis de renfort car des tractions importantes perpendiculaires à la fibre ne sont pas générées.



Pour d'autres mises à jour, veuillez consulter www.rothoblaas.fr et référez-vous aux approfondissements techniques dédiés.

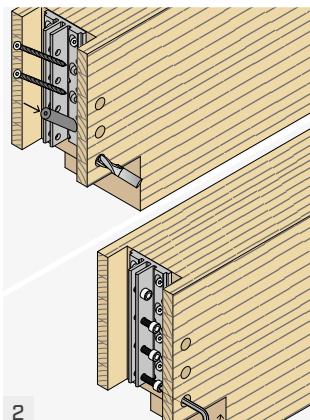


■ INSTALLATION “TOP-DOWN” AVEC FRAISAGE DANS LA POUTRE SECONDAIRE



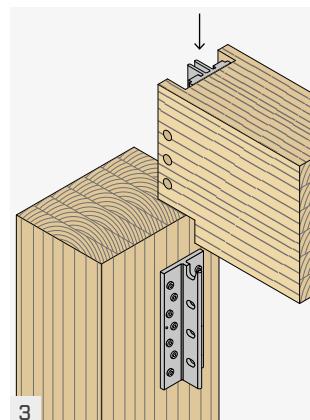
1

Effectuer les fraisages dans la poutre secondaire et réaliser les trous (min. Ø25) pour les boulons MEGABOLT. Positionner le connecteur ALUMEGA JVG sur une poutre secondaire en faisant particulièrement attention à la bonne orientation par rapport au marquage “TOP” sur le connecteur. Fixer les vis LB-SHEVO Ø5 x 80 mm.



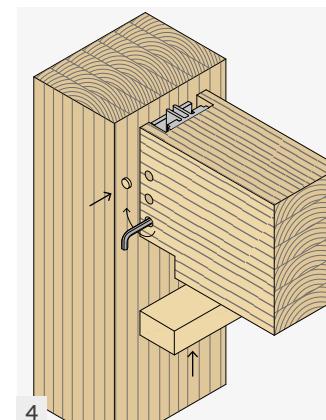
2

Réaliser les trous pilotes Ø5 d'une longueur minimum de 50 mm à l'aide du gabarit JIGVGS. Effectuer l'insertion des vis VGS avec un couple contrôlé ≤ 20 Nm à l'aide de TORQUE LIMITER ou de la clé dynamométrique BEAR, tout en s'insérant de respecter l'angle d'insertion à 45 °. Insérer les boulons MEGABOLT de la manière suivante : le premier boulon doit traverser complètement les deux âmes du connecteur, tandis que les autres boulons ne doivent traverser que la première âme.



3

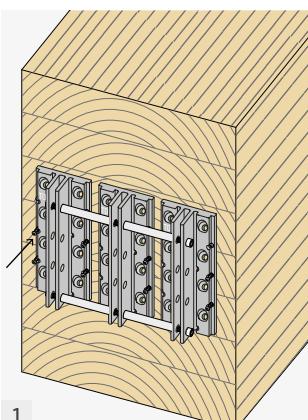
Positionner le connecteur ALUMEGA HP sur un poteau, fixer les vis LBSH EVO Ø5 (conseillé) et les vis HBS PLATE en respectant le moment d'insertion ≤ 35 Nm, il est conseillé d'utiliser TORQUE LIMITER ou la clé dynamométrique BEAR. Accrocher la poutre secondaire de haut en bas à l'aide de la fraise supérieure de positionnement du connecteur ALUMEGA HP.



4

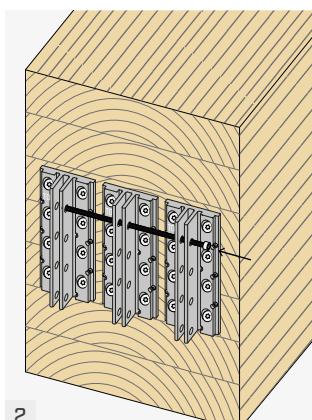
Visser complètement les boulons MEGABOLT à l'aide d'une clé hexagonale de 10 mm (moment d'insertion conseillé ≤ 30 Nm). Positionner les bouchons en bois TAPS dans les trous circulaires et insérer la plaquette de fermeture, en dissimulant la connexion pour répondre aux exigences de résistance au feu.

■ INSTALLATION “TOP-DOWN” AVEC FRAISAGE DANS LE POTEAU



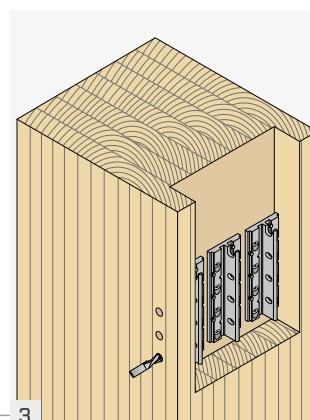
1

Positionner sur la poutre secondaire les trois connecteurs JVG assemblés avec gabarit et boulons. Après avoir fixé les vis LB-SHEVO Ø5 x 80 mm, retirer les gabarits et les boulons.



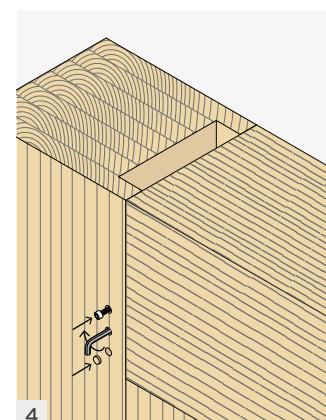
2

Réaliser les trous pilotes Ø5 d'une longueur minimum de 50 mm à l'aide du gabarit JIGVGS. Effectuer l'insertion des vis VGS avec un couple contrôlé ≤ 20 Nm à l'aide de TORQUE LIMITER ou de la clé dynamométrique BEAR, tout en s'insérant de respecter l'angle d'insertion à 45 °. Insérer le boulon supérieur MEGABOLT à travers les trois connecteurs JVG.



3

Effectuer le fraisage dans le poteau et réaliser les trous (min. Ø25) pour les boulons MEGABOLT. Utiliser le gabarit pour le positionnement des connecteurs ALUMEGA HVG. Fixer les vis LB-SHEVO Ø5 x 80 mm. Réaliser les trous pilotes Ø5 d'une longueur minimum de 50 mm à l'aide du gabarit JIGVGS. Installer les vis VGS avec un couple contrôlé ≤ 20 Nm à l'aide de TORQUE LIMITER ou de la clé dynamométrique BEAR, en veillant à respecter l'angle d'insertion à 45 °.



4

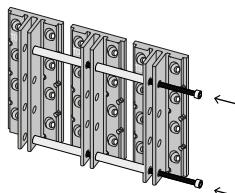
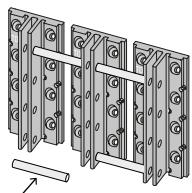
Accrocher la poutre secondaire de haut en bas en utilisant la fraise supérieure de positionnement des connecteurs ALUMEGA HVG. Insérer le reste des boulons MEGABOLT et les visser complètement à l'aide d'une clé hexagonale de 10 mm.



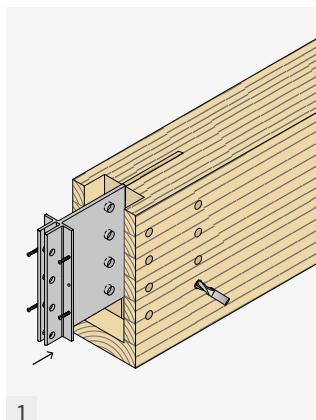
INSTALLATION DU GABARIT

Juxtaposer les connecteurs JVG et positionner les gabarits au niveau des deux rangées de trous M12 dans les connecteurs. Insérer les boulons MEGABOLT à travers les trous filetés M12 en prenant soin de maintenir l'alignement entre les connecteurs. L'utilisation du gabarit pour les connecteurs HP et HVG similaire, il est conseillé d'utiliser des écrous M12 pour éviter que les boulons MEGABOLT ne glissent durant l'installation.

0

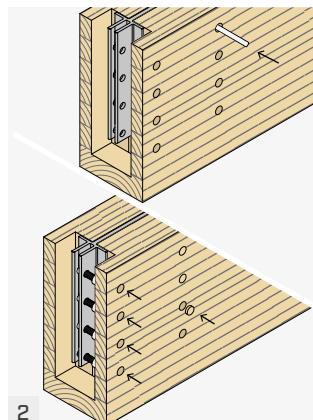


■ INSTALLATION “BOTTOM-UP” AVEC FRAISAGE DANS LA POUTRE SECONDAIRE



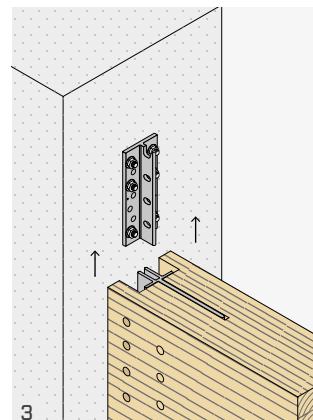
1

Réaliser les fraisages à hauteur partielle dans la poutre secondaire et réaliser les trous pour les boulons MEGABOLT (min. Ø25) et pour les broches STA Ø16. Positionner le connecteur ALUMEGA JS sur une poutre secondaire en faisant particulièrement attention à la bonne orientation par rapport au marquage “TOP” sur le connecteur. Fixer les vis de positionnement LBSH EVO Ø5 (conseillé).



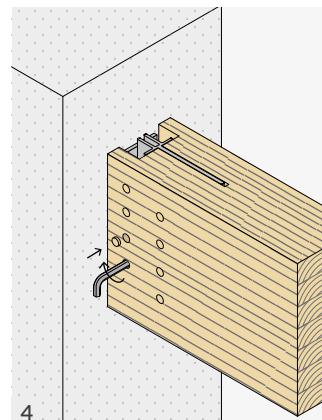
2

Insérer les broches STA Ø16 puis successivement fermer avec des bouchons pour bois TAPS. Insérer les boulons MEGABOLT à travers la première âme du connecteur.



3

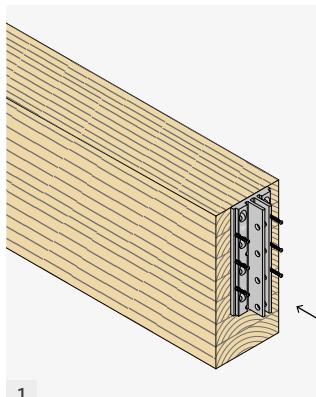
Positionner le connecteur ALUMEGA HP sur du béton avec tiges filetées INA Ø12 et résine VIN-FIX, conformément aux instructions de pose relatives. Soulever la poutre secondaire de bas en haut et visser complètement le boulon supérieur MEGABOLT uniquement que lorsque le connecteur ALUMEGA JS est positionné au-dessus du connecteur ALUMEGA HP.



4

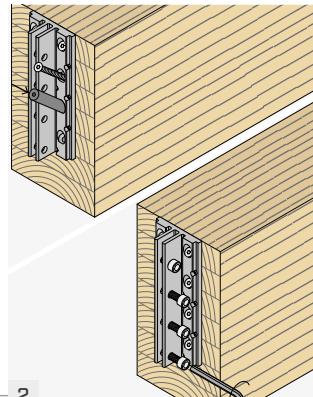
Accrocher la poutre secondaire de haut en bas à l'aide de la fraise supérieure de positionnement du connecteur ALUMEGA HP. Visser complètement le reste des boulons MEGABOLT avec une clé hexagonale de 10 mm (moment d'insertion conseillé ≤ 30 Nm) et insérer les bouchons en bois TAPS dans les trous circulaires.

■ INSTALLATION “TOP-DOWN” APPARENTE



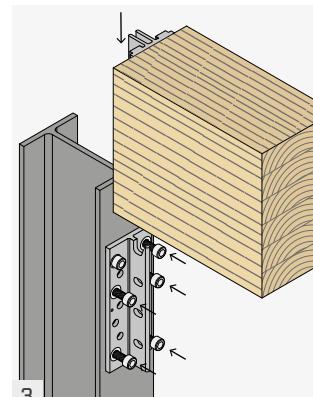
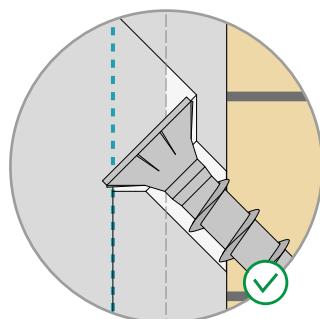
1

Positionner le connecteur ALUMEGA JVG sur une poutre secondaire en faisant particulièrement attention à la bonne orientation par rapport au marquage “TOP” sur le connecteur. Procéder ensuite à la fixation des vis LBSHEVO Ø5 x 80 mm.



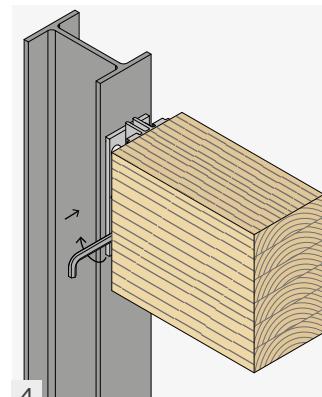
2

Réaliser les trous pilotes Ø5 d'une longueur minimum de 50 mm à l'aide du gabarit JIGVGS. Effectuer l'insertion des vis VGS avec un couple contrôlé ≤ 20 Nm à l'aide de TORQUE LIMITER ou de la clé dynamométrique BEAR, tout en s'insérant de respecter l'angle d'insertion à 45°. Insérer les boulons MEGABOLT de la manière suivante : le premier boulon doit traverser complètement les deux âmes du connecteur, tandis que les autres boulons ne doivent traverser que la première âme.



3

Fixer le connecteur ALUMEGA HP sur l'acier au moyens des boulons M12 et d'une rondelle, il est possible d'utiliser les boulons MEGABOLT. Accrocher la poutre secondaire de haut en bas à l'aide de la fraise supérieure de positionnement du connecteur ALUMEGA HP.



4

Visser complètement les boulons MEGABOLT à l'aide d'une clé hexagonale de 10 mm (moment d'insertion conseillé ≤ 30 Nm).