

The logo for FIXINOX, featuring a stylized blue 'F' icon followed by the word 'FIXINOX' in a bold, black, sans-serif font.

CONNECTEURS INVISIBLES ET ANCRAGES

A vertical architectural facade composed of large, light-colored concrete panels. Each panel features a different relief sculpture. From top to bottom: a horse's head, a figure with a horse, and two muscular figures. A window with a dark frame is visible between the panels. A blue line graphic crosses the image diagonally.

# ANCRAGES POUR PANNEAUX EN BÉTON ARCHITECTONIQUE

[www.fixinox.com](http://www.fixinox.com)

## INDEX

1. AVANTAGES .....	3
2. DESCRIPTION GENERALE DU SYSTÈME FIXI 3D .....	4
3. SUSPENTES FIXI 3D .....	5
4. LES ANCRAGES COMPLÉMENTAIRES .....	10
A. DISTANCEURS .....	10
B. ANCRAGES VENT .....	11
C. GOUPILLAGES .....	15
5. ANCRAGES ANTISISMICIQUES (AS).....	16
6. CONSEILS D'IMPLANTATION DES FIXATIONS .....	19
7. OMÉGAS .....	20
A. GAMME DES OMÉGAS DE FIXATION .....	21
B. GRAPHIQUE D'INTERACTION $M_{RD}$ & $V_{RD}$ .....	21
C. CHOIX DU SYSTÈME DE FIXATION .....	22
D. NOTE DE CALCUL .....	24
7. PONTS THERMIQUES.....	25
A. INTRODUCTION.....	25
B. CALCUL DE PONTS THERMIQUES PAR SIMULATION NUMÉRIQUE.....	26
C. IMPACTS SUR LA FAÇADE ( $U_{PAROI}$ ).....	27
D. ABAQUES, PONTS THERMIQUES.....	28
E. TROIS NIVEAUX D'ANALYSE.....	31
F. ÉTUDE DE CAS.....	32
8. ACCESSOIRES POUR LA POSE .....	34

## 1. AVANTAGES

- Agrément technique accordé par l'UBATC, avis technique du CSTB
- Délai de livraison très court
- Rapidité de l'exécution lors de la pose du parement
- Possibilités de réglage dans les trois dimensions lors du montage
- Calepinage et instructions de montage par notre bureau d'études selon vos besoins
- Faibles surfaces de contact associées à des panneaux de grande taille limitant drastiquement les ponts thermiques.



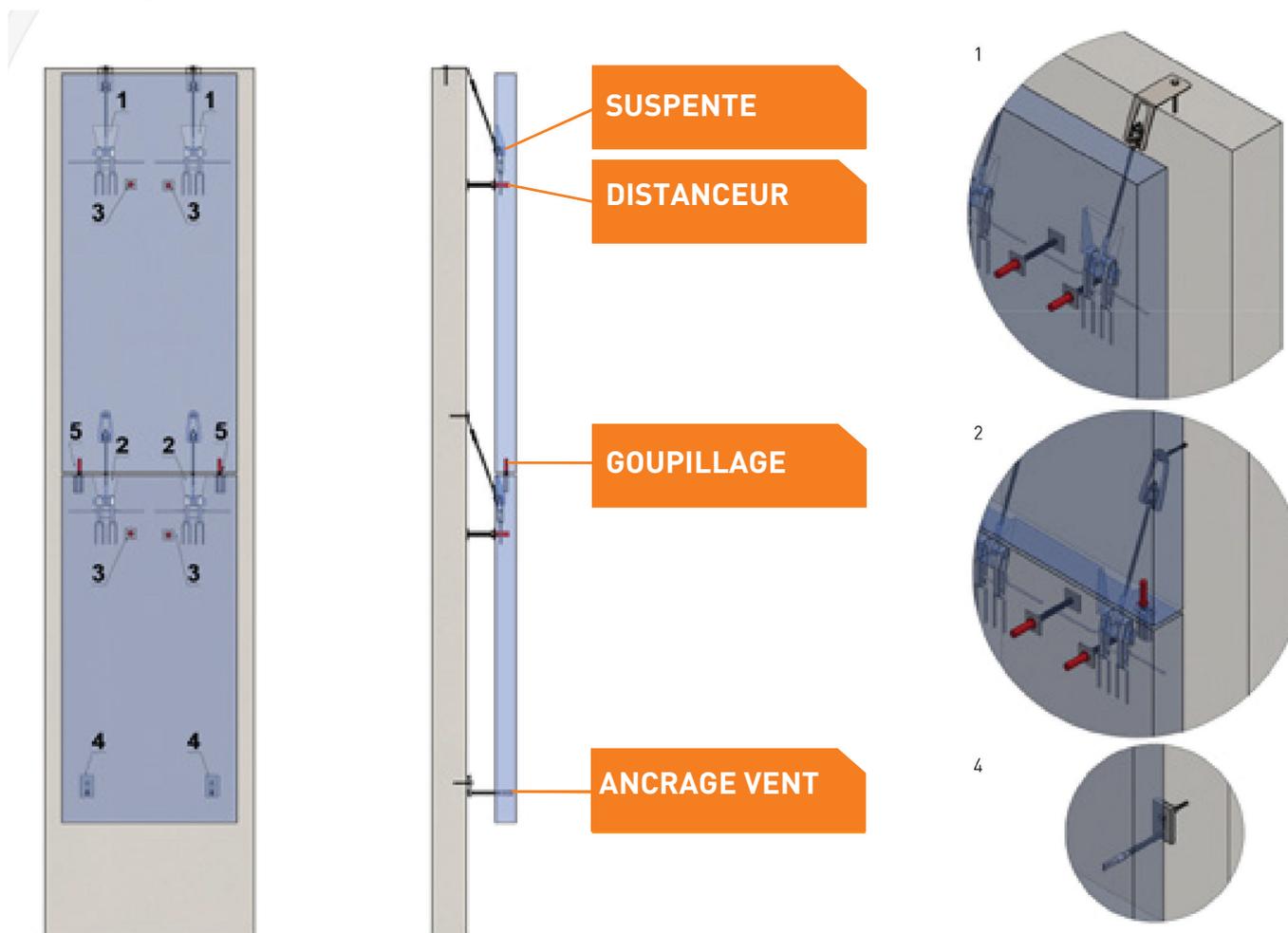
Cela contribue ainsi à réduire les coûts liés à la consommation d'énergie et à préserver l'environnement par la réduction des émissions de gaz à effet de serre. Tous les composants métalliques du système de fixation des panneaux architectoniques sont fabriqués à partir d'acier inoxydable.

### INFORMATIONS NÉCESSAIRES POUR LE CALCUL DE L'OFFRE :

- Plans des élévations, des étages et des coupes
- Dimensions des panneaux
- Dimension du vide
- Nature du support



## 2. DESCRIPTION GÉNÉRALE DU SYSTÈME FIXI 3D



### ELÉMENTS DE FIXATION

**1. Suspente attika :** pour une fixation au niveau d'une dalle ou d'une tête de voile.

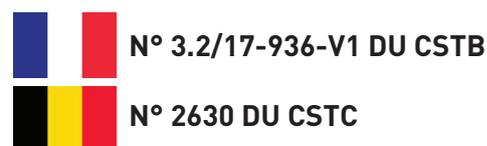
**2. Suspente standard :** pour une fixation en plein voile.

**3. Distanceur :** maintient le panneau à distance du support pour garantir l'alignement.

**4. Ancrage vent :** fixation empêchant le soulèvement du panneau sous l'action du vent.

**5. Goupillage :** assure une liaison entre les panneaux superposés et la transmission des efforts transversaux.

### SYSTÈME SOUS AVIS TECHNIQUE



## 3. SUSPENTES FIXI 3D

CLASSE DE CHARGE (kN)	CODE COULEUR
5,0	Black
8,0	Red
11,5	Green
16,0	White
22,0	Yellow
27,0	Cyan
34,0	Orange
56,0	Magenta

### DÉSIGNATION.

- 1. Platine simple
- 1b. Platine simple 56 kN
- 2. Platine simple attika
- 2b. Platine simple attika 56 kN
- 3. Platine double vrillée
- 4. Platine double droite
- 5. Platine double attika
- 6. Tige à oeil
- 7. Insert



La suspente Fixi 3D est l'élément porteur d'un système réglable de fixation de panneaux de parement en béton architectural.

Les suspentes peuvent être vendues complètes ou en pièces détachées (platines, tiges, inserts).

Chaque composant de la suspente est marqué par une couleur qui correspond à sa classe de charge.

Pour chaque classe, il existe 5 formes de platines qui s'adaptent aux différentes situations sur chantier. Les autres éléments (tiges, inserts) restent identiques.

Des valeurs minimales sont indiquées pour l'épaisseur du support en béton et l'épaisseur du panneau de parement. Ces valeurs sont théoriques et peuvent dans certains cas être modifiées.

**FIXI 3D PLATINE SIMPLE**  
ARTICLES 04IM001 ET 04M010

1



ARTICLE RÉFÉRENCE SUSPENTE COMPLÈTE	ARTICLE RÉFÉRENCE PLATINE SEULE	CLASSE DE CHARGE (kN)	VIDE MIN (mm)	ÉPAISSEUR MIN DU PANNEAU (mm)	ÉPAISSEUR MIN DU SUPPORT EN BÉTON (mm)
04IM001-5,0	04M010-5,0	5,0	60	80	100
04IM001-8,0	04M010-8,0	8,0	60	80	100
04IM001-11,5	04M010-11,5	11,5	60	80	120
04IM001-16,0	04M010-16,0	16,0	60	90	140
04IM001-22,0	04M010-22,0	22,0	80	90	140
04IM001-27,0	04M010-27,0	27,0	80	100	160
04IM001-34,0	04M010-34,0	34,0	80	100	200
04IM001-56,0	04M010-56,0	56,0	90	140	330

**FIXI 3D PLATINE SIMPLE ATTIKA**  
ARTICLES 04IM002 ET 04M015

2



ARTICLE RÉFÉRENCE SUSPENTE COMPLÈTE	ARTICLE RÉFÉRENCE PLATINE SEULE	CLASSE DE CHARGE (kN)	VIDE MIN (mm)	ÉPAISSEUR MIN DU PANNEAU (mm)	ÉPAISSEUR MIN DU SUPPORT EN BÉTON (mm)
04IM002-5,0	04M015-5,0	5,0	60	80	80
04IM002-8,0	04M015-8,0	8,0	60	80	100
04IM002-11,5	04M015-11,5	11,5	60	80	120
04IM002-16,0	04M015-16,0	16,0	60	90	150
04IM002-22,0	04M015-22,0	22,0	80	90	200
04IM002-27,0	04M015-27,0	27,0	80	100	220
04IM002-34,0	04M015-34,0	34,0	80	100	250
04IM002-56,0	04M015-56,0	56,0	90	140	370

**FIXI 3D PLATINE VRILLÉE**  
ARTICLES 04IM003 ET 04M020

3



ARTICLE RÉFÉRENCE SUSPENTE COMPLÈTE	ARTICLE RÉFÉRENCE PLATINE SEULE	CLASSE DE CHARGE (kN)	VIDE MIN (mm)	ÉPAISSEUR MIN DU PANNEAU (mm)	ÉPAISSEUR MIN DU SUPPORT EN BÉTON (mm)
04IM003-22,0	04M020-22,0	22,0	105	90	120
04IM003-27,0	04M020-27,0	27,0	105	100	140
04IM003-34,0	04M020-34,0	34,0	110	100	140

**FIXI 3D PLATINE DOUBLE DROITE**  
ARTICLES 04IM005 ET 04M026

4



ARTICLE RÉFÉRENCE SUSPENTE COMPLÈTE	ARTICLE RÉFÉRENCE PLATINE SEULE	CLASSE DE CHARGE (kN)	VIDE MIN (mm)	ÉPAISSEUR MIN DU PANNEAU (mm)	ÉPAISSEUR MIN DU SUPPORT EN BÉTON (mm)
04IM005-22,0	04M026-22,0	22,0	80	90	120
04IM005-27,0	04M026-27,0	27,0	80	100	140
04IM005-34,0	04M026-34,0	34,0	80	100	140
04IM005-56,0	04M026-56,0	56,0	90	140	160

**FIXI 3D PLATINE DOUBLE ATTIKA**  
ARTICLES 04IM006 ET 04M027

5



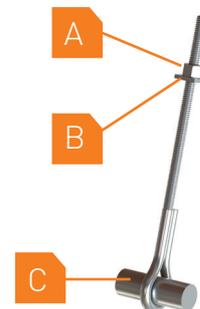
ARTICLE RÉFÉRENCE SUSPENTE COMPLÈTE	ARTICLE RÉFÉRENCE PLATINE SEULE	CLASSE DE CHARGE (kN)	VIDE MIN (mm)	ÉPAISSEUR MIN DU PANNEAU (mm)	ÉPAISSEUR MIN DU SUPPORT EN BÉTON (mm)
04IM006-22,0	04M027-22,0	22,0	80	90	120
04IM006-27,0	04M027-27,0	27,0	80	100	140
04IM006-34,0	04M027-34,0	34,0	80	100	160
04IM006-56,0	04M027-56,0	56,0	90	140	260

## TIGE À OEIL ARTICLE 04M035

6

La tige à oeil est composée de :

- A. un écrou
- B. un plat
- C. un axe



La longueur de la tige est déterminée suivant le vide, voir tableau page 16.

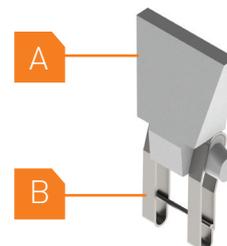
ARTICLE RÉFÉRENCE TIGE À OEIL	CLASSE DE CHARGE (kN)	MÉTRIQUE TIGE	DIAMÈTRE AXE (mm)
04M035-5,0	5,0	M8	20
04M035-8,0	8,0	M10	20
04M035-11,5	11,5	M12	24
04M035-16,0	16,0	M14	26
04M035-22,0	22,0	M16	30
04M035-27,0	27,0	M18	32
04M035-34,0	34,0	M20	36
04M035-56,0	56,0	M20	36 duplex

## INSERT ARTICLE 04I030

7

L'insert est composé de :

- A. une réservation en polystyrène
- B. deux bretelles



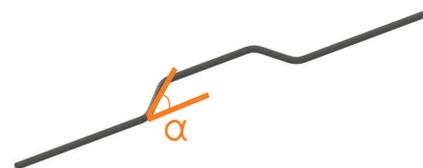
Il est coulé, en préfabrication, dans les panneaux architectoniques. Il permet le réglage latéral sur chantier.

ARTICLE RÉFÉRENCE INSERT	CLASSE DE CHARGE (kN)	ÉPAISSEUR DU PANNEAU (mm)
04I030-5,0	5,0	80
04I030-8,0	8,0	80
04I030-11,5	11,5	80
04I030-16,0	16,0	90
04I030-22,0	22,0	100
04I030-27,0	27,0	100
04I030-34,0	34,0	100
04I030-56,0	56,0	140

## BARRES D'ARMATURES

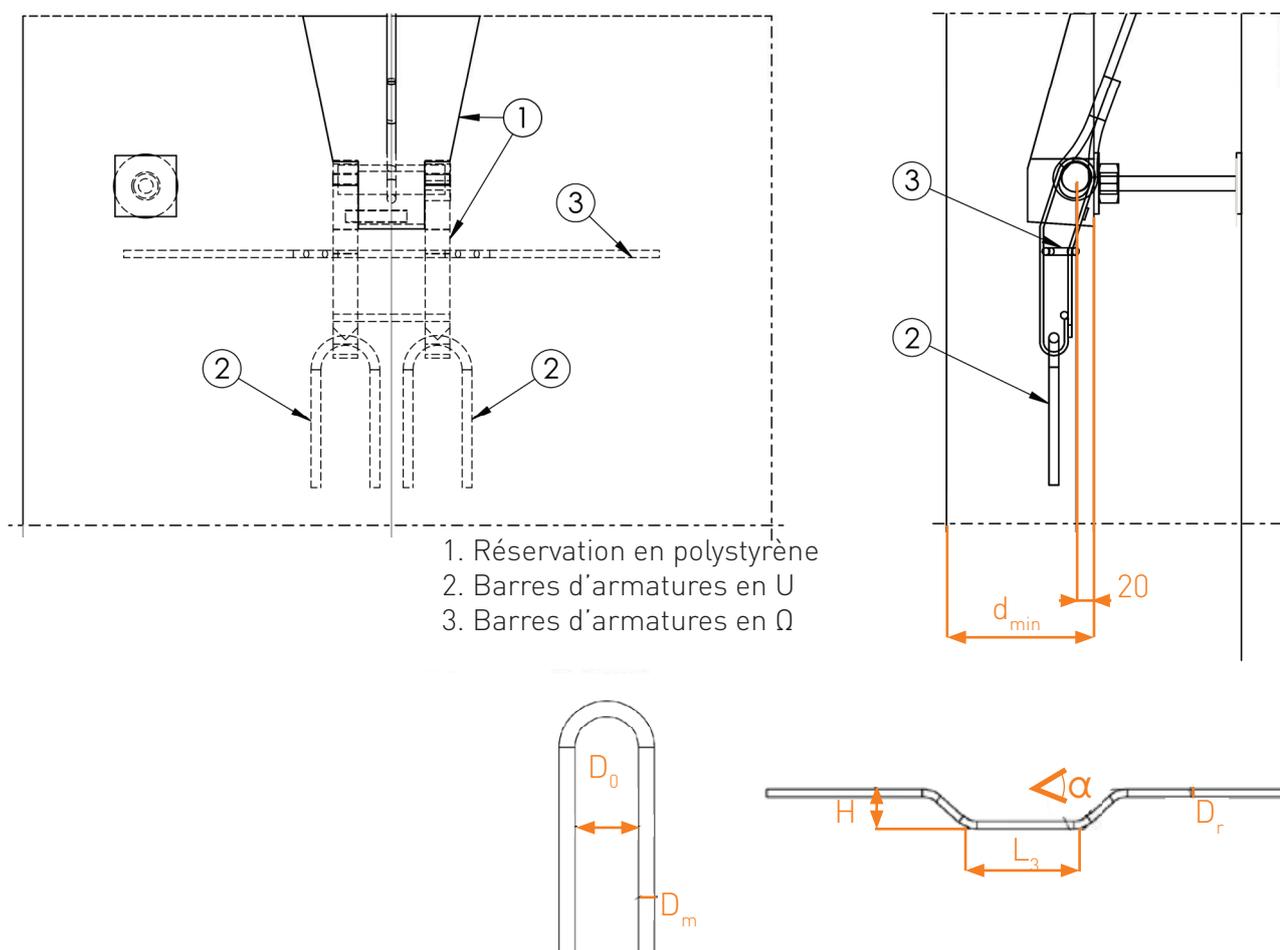
Les barres d'armatures sont placées devant l'insert pour éviter une fissuration du béton.

Les dimensions sont reprises ci-dessous pour chaque classe.



CLASSE (kN)	BARRES D'ARMATURES EN U			BARRES D'ARMATURES EN Ω				
	LONGUEUR TOTALE $L_1$ (mm)	$D_0$ (mm)	$D_m$ (mm)	LONGUEUR TOTALE $L_2$ (mm)	$D_r$ (mm)	$L_3$ (mm)	H (mm)	$\alpha$ (degré)
5,0	200	30	∅ 6	300	∅ 6	88	30	45
8,0	250	30	∅ 6	345	∅ 6	89	30	45
11,5	280	40	∅ 8	450	∅ 6	97	30	45
16,0	360	50	∅ 10	450	2 ∅ 6	95	40	45
22,0	400	50	∅ 10	570	2 ∅ 6	105	40	45
27,0	460	50	∅ 10	520	2 ∅ 8	112	50	45
34,0	470	60	∅ 12	630	2 ∅ 8	124	50	60

## SCHÉMAS DE DISPOSITION DES ARMATURES



## 4. LES ANCRAGES COMPLÉMENTAIRES

### A. DISTANCEURS ARTICLE 04M031

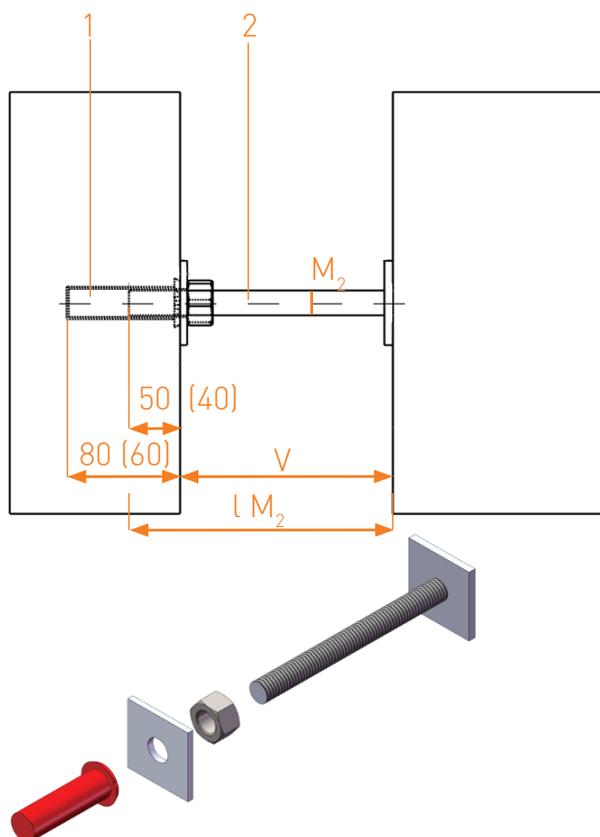
Les distanceurs servent à éloigner le panneau architectural du support.

Ils sont composés d'une tige filetée et d'un plat soudés ensemble, le plat servant à la répartition des contraintes dans le béton.

Le choix du distanceur dépend essentiellement de l'effort normal et du vide (V).

Les ancrages vent remplacent les distanceurs lorsque le panneau s'écarte du support sous l'action du vent en dépression.

1. Douille plastique
2. Distanceur



		VIDE (mm)																	
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200
CLASSE (kN)	56,0																		M30
	34,0														M24				
	27,0										M20								
	22,0							M16											
	16,0																		
	11,5																		
	8,0	M10		M12															
	5,0																		

## B. ANCRAGES VENTS ARTICLE 04IM070

L'ancrage vent remplace le distanceur dans le cas où le panneau architectural se soulève sous l'action du vent en dépression. Comme le distanceur, il sert à éloigner le panneau architectural du support mais reprend les efforts en dépression. Le choix de l'ancrage vent se fait en fonction du vide et de l'effort à reprendre.

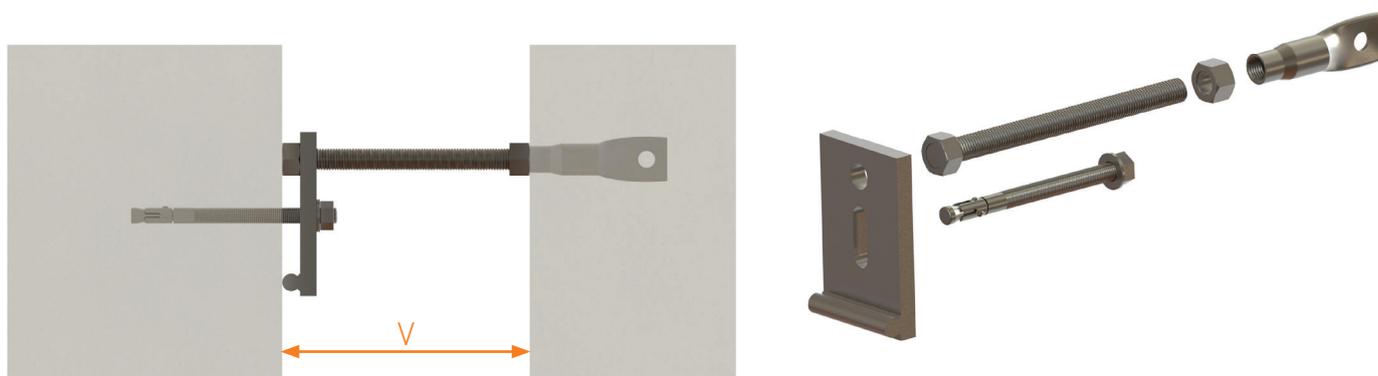
L'ancrage vent se compose d'une plaque munie d'un trou rond et d'un trou oblong, d'une vis, d'une cheville et d'une douille métallique.

La fixation au gros-œuvre se fait à l'aide de la cheville placée à travers le trou oblong.

La vis, placée dans le trou rond, assure la liaison à la douille placée dans le panneau architectural.

Le trou oblong, la rotation autour de l'axe de la cheville et le vissage/dévissage dans la douille assurent le réglage dans les trois dimensions.

A la fin du réglage, un écrou situé à hauteur de la douille permet de bloquer le système.



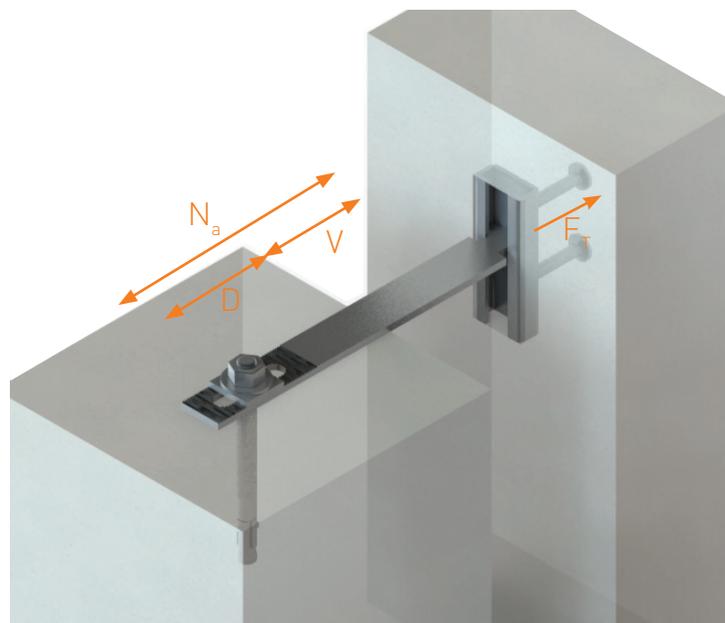
ARTICLE RÉFÉRENCE	VIS	EFFORT NORMAL ELS EN TRACTION (kN)	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	E (mm)
04IM070-11	M10	1,8	11	50	11	10	8
04IM070-13	M12	3,0	13	55	13	12	10
04IM070-17	M16	4,2	17	75	13	12	13

## TYPE HKF : ANCRAGE VENT AVEC TÊTE EN T \* (REPRISE DES EFFORTS UNIQUEMENT EN TRACTION FT)

Cet ancrage permet de reprendre des charges de traction sans glissement grâce au crantage et à la plaque rainurée.

Le rail et la cheville permettent un réglage dans deux dimensions.

Pour disposer d'une dimension de réglage supplémentaire, la cheville peut être remplacée par un rail.



### DIMENSIONS ET CHARGES

BOULON DE FIXATION SUR RAIL	RAILS	$F_T$ (kN)	CHARGE ELU $F_T$ (kN)	DISTANCE D* (mm)	DISTANCE V (mm) (TOLÉRANCE $\pm 20$ mm)	DISTANCE $N_A$ (mm) (PAS DE 25mm)
M10	28/15	3,5	4,9	50	0-200	50-250
M12	38/17	7,0	9,8	75	0-225	75-300
M12/M16	40/25	7,0	9,8	100	0-250	100-350
M16	49/30	12,0	16,8	150	0-200	150-350

\* D peut être adapté selon le type de rail ou de cheville

Couple de serrage pour les boulons FTB: M10/15Nm, M12/25Nm, M16/60Nm

### DÉNOMINATION

TYPE	DISTANCE $N_a = V + D$	TYPE DE RAIL UTILISÉ	NATURE DE LA MATIÈRE
HKF	Na (mm)	28/15	Gz (acier électrozingué) A2 (INOX 304) A4 (INOX316)
	50	38/17	
		40/25	
	350 (par pas de 25mm)	49/30	

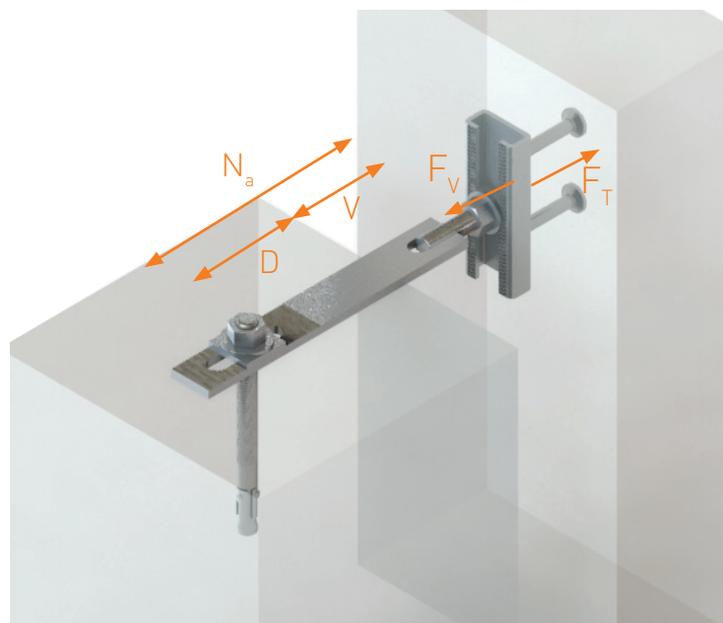
(Boulons FTB, rails et/ou chevilles à commander séparément)

## TYPE HKFP : ANCRAGE VENT AVEC BOULON FTB À TÊTE MARTEAU \* (REPRISE DES EFFORTS EN TRACTION FT ET EN COMPRESSION FV)

Cet ancrage permet de reprendre des charges de traction et de compression sans glissement grâce au crantage et à la plaque rainurée.

Le rail et la cheville permettent un réglage dans deux dimensions.

Pour disposer d'une dimension de réglage supplémentaire, la cheville peut être remplacée par un rail.



### DIMENSIONS ET CHARGES

BOULON DE FIXATION SUR RAIL	RAILS	$F_T$ (kN)	CHARGE ELU $F_T$ (kN)	DISTANCE D* (mm)	DISTANCE V (mm) (TOLÉRANCE $\pm 20$ mm)	DISTANCE $N_A$ (mm) (PAS DE 25mm)
M10	28/15	3,5	4,9	50	25-125	75-175
M12	38/17	7,0	9,8	75	25-175	100-250
M12/M16	40/25	7,0	9,8	100	25-175	125-275

\* D peut être adapté selon le type de rail ou de cheville

Couple de serrage pour les boulons FTB: M10/15Nm, M12/25Nm, M16/60Nm

### DÉNOMINATION

TYPE	DISTANCE $N_a = V + D$	TYPE DE RAIL UTILISÉ	NATURE DE LA MATIÈRE
HKFP	Na (mm)	28/15	Gz (acier électrozingué) A2 (INOX 304) A4 (INOX316)
	75	38/17	
		40/25	
	350 (par pas de 25mm)	49/30	

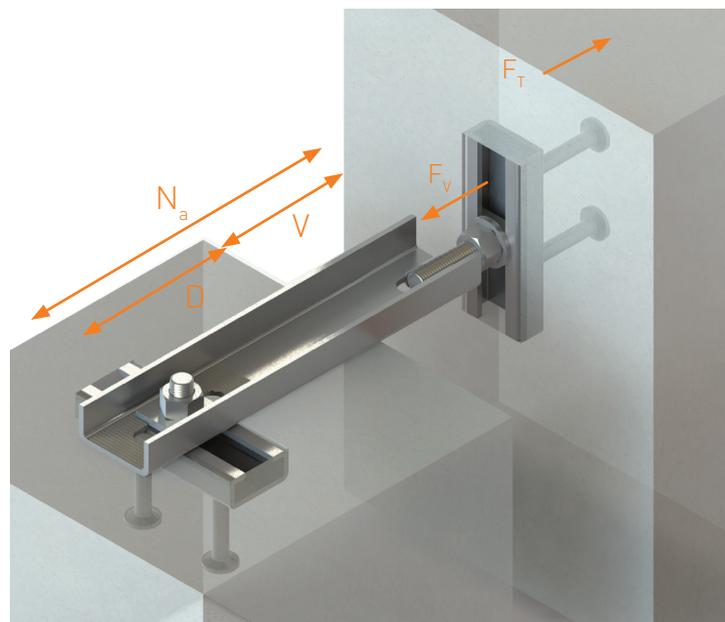
Boulons FTB non soudés, rails et/ou chevilles à commander séparément

\* Nous consulter pour un calcul d'ancrage vent spécifique à votre chantier

## TYPE HKFU : ANCRAGE VENT EN FORME DE U AVEC BOULON FTB À TÊTE MARTEAU SOUDÉ \* (REPRISE DES EFFORTS EN TRACTION $F_T$ ET EN COMPRESSION $F_V$ )

Cet ancrage permet de reprendre des charges de traction et de compression sans glissement grâce au crantage et à la plaque rainurée.

Les rails permettent un réglage dans les trois dimensions. Il est possible de remplacer le rail incorporé dans le gros-oeuvre par une cheville (distance D à adapter et perte du réglage horizontal).



### DIMENSIONS ET CHARGES

BOULON DE FIXATION SUR RAIL	RAILS	$F_T$ (kN)	CHARGE ELU $F_T$ (kN)	DISTANCE D* (mm)	DISTANCE V (mm) (TOLÉRANCE $\pm 20$ mm)	DISTANCE $N_A$ (mm) (PAS DE 25mm)
M10	28/15	3,5	4,9	50	25-125	75-175
M12	38/17	7,0	9,8	75	25-175	100-250
M12/M16	40/25	7,0	9,8	100	25-175	125-275
M16	49/30	12,0	16,8	150	50-150	200-300

\* D peut être adapté selon le type de rail ou de cheville

Couple de serrage pour les boulons FTB: M10/15Nm, M12/25Nm, M16/60Nm

### DÉNOMINATION

TYPE	DISTANCE $N_a = V + D$	TYPE DE RAIL UTILISÉ	NATURE DE LA MATIÈRE
HKFU	Na (mm)	28/15	Gz (acier électrozingué) A2 (INOX 304) A4 (INOX316)
	25	38/17	
	350	40/25	
	(par pas de 25mm)	49/30	

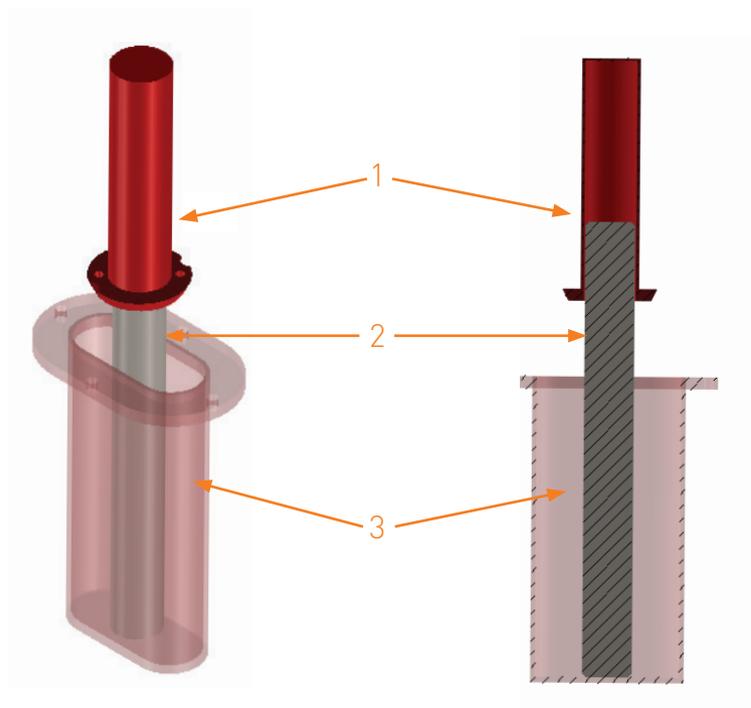
(Boulons FTB, rails et/ou chevilles à commander séparément)

## C. GOUPILLAGES ARTICLE 04M051

Le goupillage permet la solidarisation des panneaux entre eux ainsi que la transmission des charges horizontales d'un panneau à l'autre au moyen d'une goupille scellée dans le chant des deux panneaux.

Le goupillage se compose de:

1. Un manchon cylindrique en polyéthylène dans le chant inférieur du panneau supérieur (art. n°04I031-x-y-z).
2. Un axe en acier inoxydable (art. n°04I031-x-80)
3. Un manchon ovale en polyéthylène dans le chant supérieur du panneau inférieur (art. n°04M051-x-170)



## 5. ANCRAGE ANTI-SISMIQUE (AS)

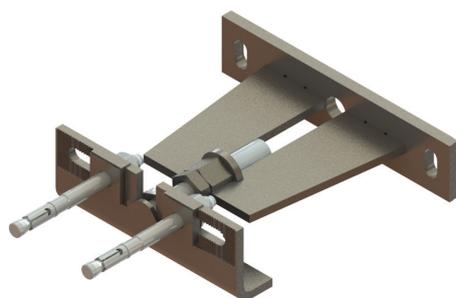
Le système Fixi 3D est adaptable à la sollicitation sismique.

Depuis janvier 2011, l'Eurocode 8-1 est d'application en France, rendant obligatoire la prise en compte des risques sismiques dans la conception et la construction des bâtiments, cette disposition s'applique aussi aux panneaux rapportés en isolation par l'extérieur.

Le système n'a pas été initialement conçu pour la reprise de tels efforts. En effet, aucun des ancrages du système n'est dimensionné pour reprendre les efforts parallèles. En plus de nos fixations sous Avis Technique, nous pouvons compléter la solution pour offrir une réponse suivant le niveau de sismicité.

Ces dispositifs anti-sismiques participent à la stabilité des panneaux architectoniques lors d'un séisme. Ils sont destinés à reprendre les efforts sismiques horizontaux (normaux et parallèles à la façade du bâtiment). Ces fixations se déclinent en 5 classes distinctes : AS5, AS10, AS15, AS20 et AS25.

Le système est conçu de façon à permettre un réglage (tolérance) dans les 3 directions. Des douilles spécialement développées permettent la fixation du système aux éléments architectoniques. Du côté de la structure porteuse, la liaison est assurée par des chevilles (sous ATE) ou des boulons quand il s'agit d'une structure métallique.



### ANCRAGE ANTI-SISMIQUE (AS) - TABLEAU DE CHARGE

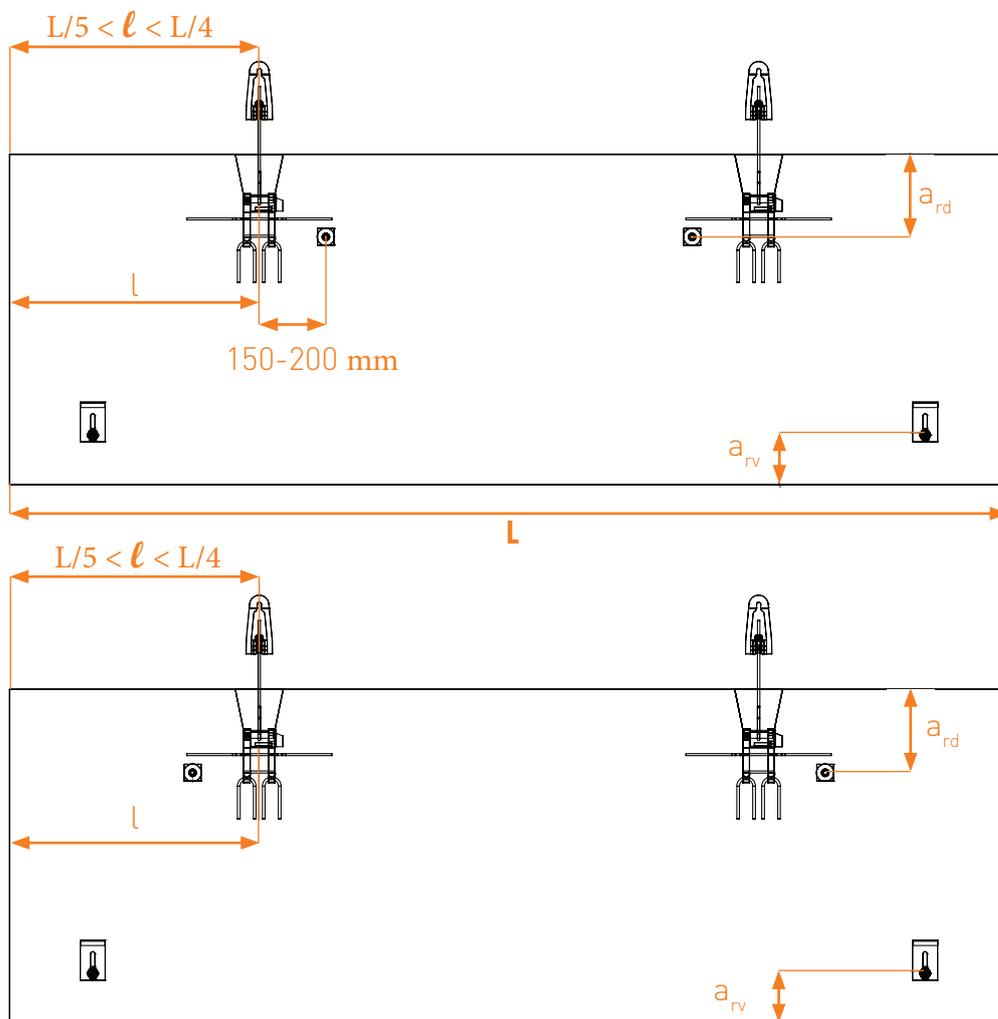
RÉFÉRENCE PRODUIT	CHARGE $F_{Rd}$ (ELU) (kN)*
AS5	5,0
AS10	10,0
AS15	15,0
AS20	20,0
AS25	25,0

## 6. CONSEILS D'IMPLANTATION DES FIXATIONS

### POSITIONNEMENT DE PRINCIPE DES ANCRAGES

Les distances au bord minimales à respecter se trouvent au sein de l'Avis Technique 3/13-748, quelques éléments sont repris ci-dessous.

Attention : Ne sont représentés dans les exemples suivants que les panneaux standards, ces situations ne sont pas représentatives de tous les cas.



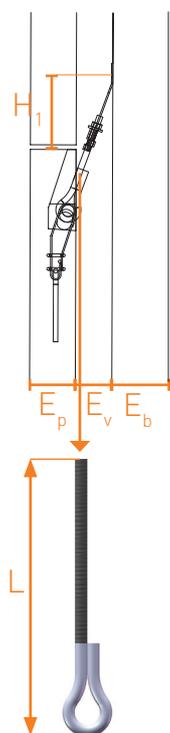
Le distanceur est choisi en fonction de la classe de suspente et de l'effort en compression. Voir tableau page 10.

$a_{rd} = 15 \text{ cm}$  minimum

## TIGE À OEIL : COMPOSANT D'ASSEMBLAGE

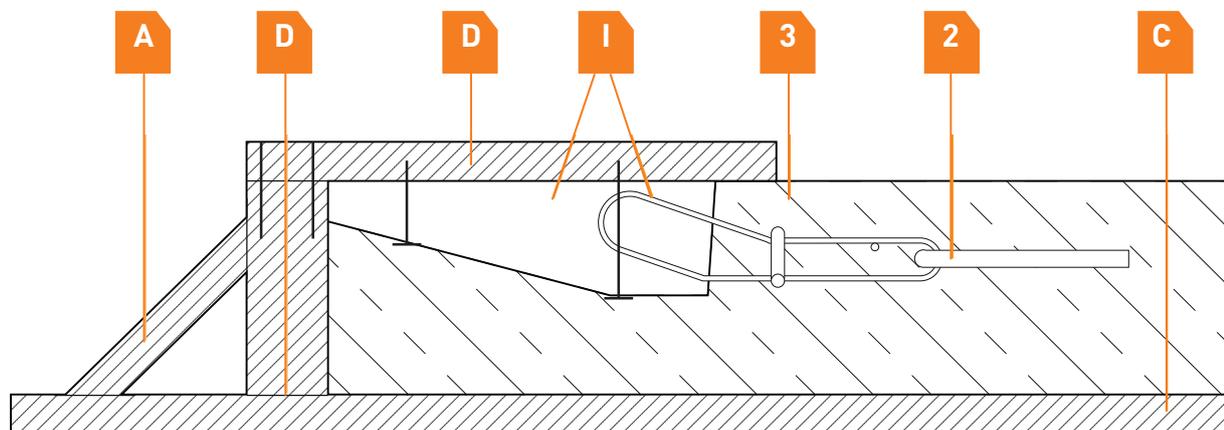
La longueur totale de la tige à oeil (L) dépend de la classe de la suspenste, du vide (Ev), de l'épaisseur du panneau (Ep) et du type de la platine choisie. Ces valeurs sont reprises dans le tableau page 5 et 6 qui reprend les valeurs minimales pour ces dimensions (Ev et Ep).

Les longueurs H<sub>1</sub> et L de la tige à oeil sont à choisir dans le tableau ci-dessous :



CLASSE DE RÉSISTANCE (kN)		VIDE Ev (mm)															
		60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	
5,0 simple	L	216	245	274	303	333	362	391	420	450	479	508	537	567	596	625	
	H1	99	126	153	181	208	236	263	291	318	346	373	401	428	456	483	
8,0 simple	L	218	248	277	306	335	364	394	423	452	481	511	540	569	598	628	
	H1	99	126	153	181	208	236	263	291	318	346	373	401	428	456	483	
11,5 simple	L	213	242	271	301	330	359	388	417	447	476	505	534	564	593	622	
	H1	97	124	151	179	206	234	261	289	316	344	371	399	426	454	481	
16,0 simple	L			271	300	329	359	388	427	446	476	505	534	563	593	622	
	H1			153	181	208	236	263	291	318	346	373	401	428	455	483	
22,0 simple	L			265	294	323	353	382	411	440	470	499	528	557	586	616	
	H1			153	181	208	236	263	291	318	346	373	401	428	455	483	
22,0 double droite	L			288	317	346	376	405	434	463	493	522	551	580	609	629	
	H1			177	204	232	259	287	314	342	369	397	424	451	479	506	
22,0 double vrillée	L						315	344	374	403	432	461	491	520	549	578	
	H1						257	285	312	340	367	395	422	449	477	504	
27,0 simple	L			272	301	331	360	389	418	448	477	506	535	565	594	623	
	H1			153	180	208	235	263	290	318	345	373	400	427	455	482	
27,0 double droite	L			291	320	350	379	408	437	467	496	525	554	584	613	642	
	H1			177	204	232	259	287	314	342	369	397	424	451	479	506	
27,0 double vrillée	L						318	348	377	406	435	465	494	520	552	582	
	H1						257	285	312	340	367	395	422	449	477	504	
34,0 simple	L			296	325	355	384	413	442	472	501	530	559	589	618	647	
	H1			163	190	218	245	273	300	328	355	383	410	438	465	493	
34,0 double droite	L			311	340	370	399	428	457	487	516	545	574	604	633	662	
	H1			190	218	245	273	300	328	355	383	410	438	465	493	520	
34,0 double vrillée	L						338	368	397	426	455	485	514	543	572	602	
	H1						271	298	326	353	381	408	436	463	491	518	
56,0 simple	L				336	365	394	424	453	482	511	541	570	599	628	658	
	H1				207	234	262	289	317	344	372	399	427	454	482	509	
56,0 double droite	L				335	365	394	423	452	482	511	540	569	599	628	657	
	H1				218	245	273	300	328	355	383	410	438	465	493	520	

## PROPOSITION D'IMPLANTATION DES INSERTS DANS LES COFFRAGES



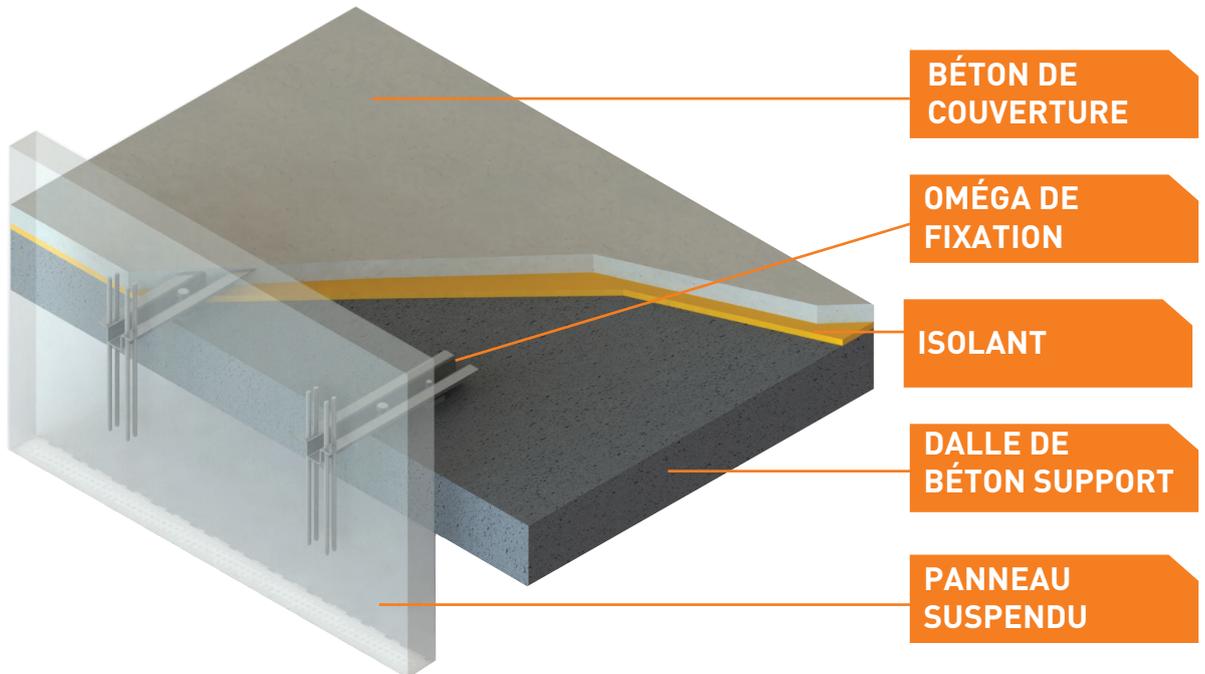
- A. Renforts de coffrage
- 2. Barres d'armature en U
- 3. Barres d'armature en  $\Omega$
- C. Table de coffrage
- D. Coffrage en bois
- I. Insert

La planche de coffrage supérieure (D) doit être au minimum aussi large que l'insert.

L'insert doit être vissé ou cloué au coffrage avec précaution.

Les autres douilles inserts doivent être protégées des coulées de béton.

## 6. OMÉGAS

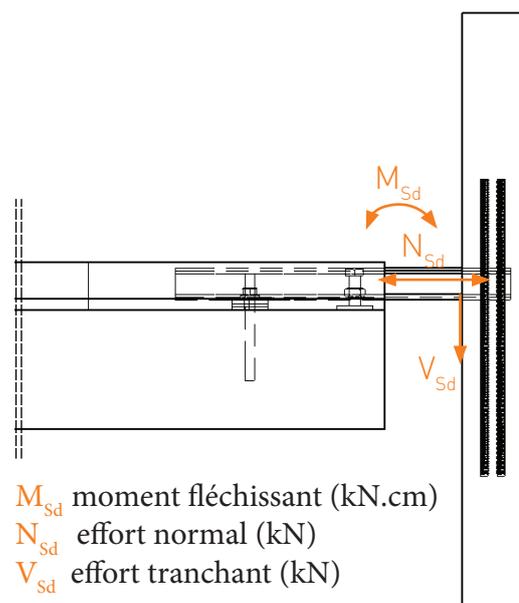


L'utilisation des omégas est une solution efficace pour la fixation des allèges sur les dalles.

Les omégas reprennent à la fois les efforts liés au poids du panneau et au vent, par l'intermédiaire d'une seule pièce, contre trois pour le système FIXI 3D classique.

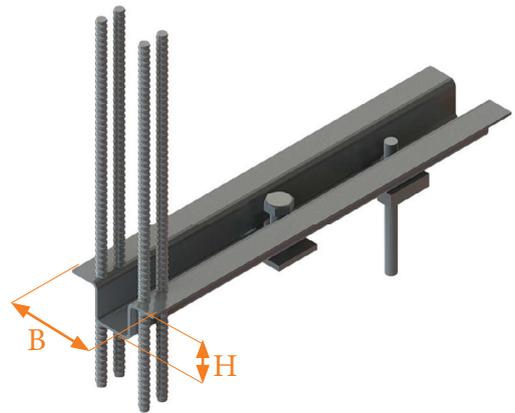
Ce système offre de nombreux avantages :

- Pas de pont thermique linéaire
- Pont thermique faible (diminution plus importante par l'utilisation de l'inox)
- Montage rapide et ajustable
- Pas d'étais
- Deux fixations par élément au lieu de quatre
- Réglage dans les 3 dimensions



Il faut compter au moins deux omégas de fixation par panneau. Le dimensionnement doit être effectué suivant la note de calcul pages 22-23.

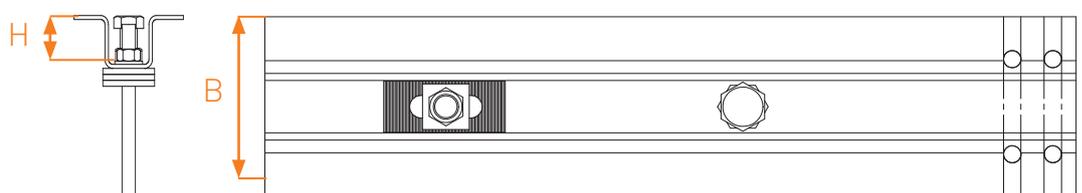
Les variations de longueur liées à la dilatation thermique sont prises en compte, un joint de dilatation (polystyrène 5 mm) doit être déposé lors de la pose de l'oméga. Ce joint de dilatation est inutile lorsque l'oméga n'est pas coulé dans le béton de couverture.



## A. GAMME DES OMÉGAS DE FIXATION

DÉSIGNATION		oméga 1	oméga 2	oméga 3	oméga 4	oméga 5	oméga 6	oméga 7	oméga 8
Hauteur (H)	(mm)	44	50	54	66	70	83	84	85
Largeur (B)	(mm)	64	79	86	117	111	133	136	128
Épaisseur de l'élément avec enrobage de l'armature (E <sub>min</sub> )	(mm)	100	100	110	120	130	135	150	150
M <sub>Rd</sub>	(kN.cm)	170	234	359	586	754	1086	1200	1665

## B. GRAPHIQUE D'INTERACTION M<sub>Rd</sub> & V<sub>Rd</sub>



## C. CHOIX DU SYSTÈME DE FIXATION

Selon l'intensité des efforts à reprendre et le mode opératoire de montage sur chantier, le choix est opéré parmi trois types de fixations :

### 1. Fixation à l'aide d'un rail d'ancrage

Les caractéristiques des rails sont :

- Efforts élevés sur les rails
- Rapidité de montage car déjà intégrés à la dalle. Leurs positionnements nécessitent une collaboration avec le bureau d'études gros oeuvre afin de bien les implanter dans la structure portante



### 2. Fixation à l'aide d'une cheville mécanique

Les caractéristiques des chevilles mécaniques sont :

- Efforts élevés sur les chevilles
- Chevilles à forer sur place (pas de risque de mauvaise implantation)



### 3. Fixation à l'aide d'une cheville chimique

Les caractéristiques des chevilles chimiques sont :

- Efforts très élevés sur les chevilles
- Chevilles à forer sur place (pas de risque de mauvaise implantation)



## D. NOTE DE CALCUL

Les omégas pour allèges sont dimensionnés suivants les normes Eurocode.

### Normes :

- Eurocode 1 (EN 1991)
- Eurocode 2 (EN 1992)
- Eurocode 3 (EN 1993)

### Coefficients de sécurité partiels :

$\gamma_G = 1.35$  (charges permanentes)

$\gamma_Q = 1.50$  (charges d'exploitations ou climatiques)

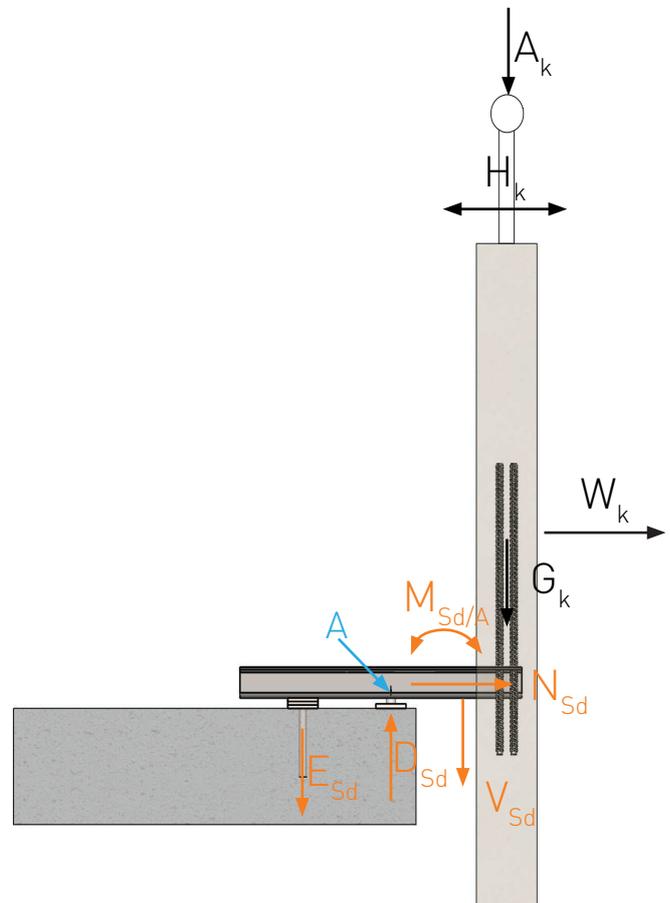
Le choix de l'oméga adapté se fait par le calcul du moment ( $M_{Sd/A}$ ) et du cisaillement ( $V_{Sd}$ ) au point de chargement A.

### Vérification supplémentaire :

Vérification en service

Il faut parfois faire des vérifications supplémentaires :

- Déformations
- Risques de vibrations
- Instabilités liées à l'aléa sismique



### CHARGES APPLIQUÉES

$G_K$	$kN.m^{-1}$	Poids propre de l'allège
$A_K$	$kN.m^{-1}$	Surcharge verticale
$H_K$	$kN.m^{-1}$	Charge sur le garde-corps
$W_K$	$kN.m^{-1}$	Charge due au vent

### EFFORTS DIMENSIONNANTS

$M_{Sd}$	$kNm$	Moment fléchissant
$V_{Sd}$	$kN$	Effort de cisaillement
$N_{Sd}$	$kN$	Effort normal
$E_{Sd}$	$kN$	Réaction du support en traction
$D_{Sd}$	$kN$	Réaction du support en compression

## APPLICATION

### Effort de cisaillement :

$$V_d = \gamma_G \cdot G_k + \gamma_Q \cdot A_k$$

### Effort normal :

$$N_d = \gamma_Q \cdot H_k + \gamma_w \cdot W_k$$

### Effort normal :

$$w = e + 0,5f + 50\text{mm}$$

$e$  = distance entre le panneau et le bord de la dalle support

$f$  = épaisseur du panneau

$h_w$  = distance entre le centre de gravité du panneau et le sommet de la dalle

$h_H$  = distance entre le lieu de la charge ponctuelle et le sommet de la dalle

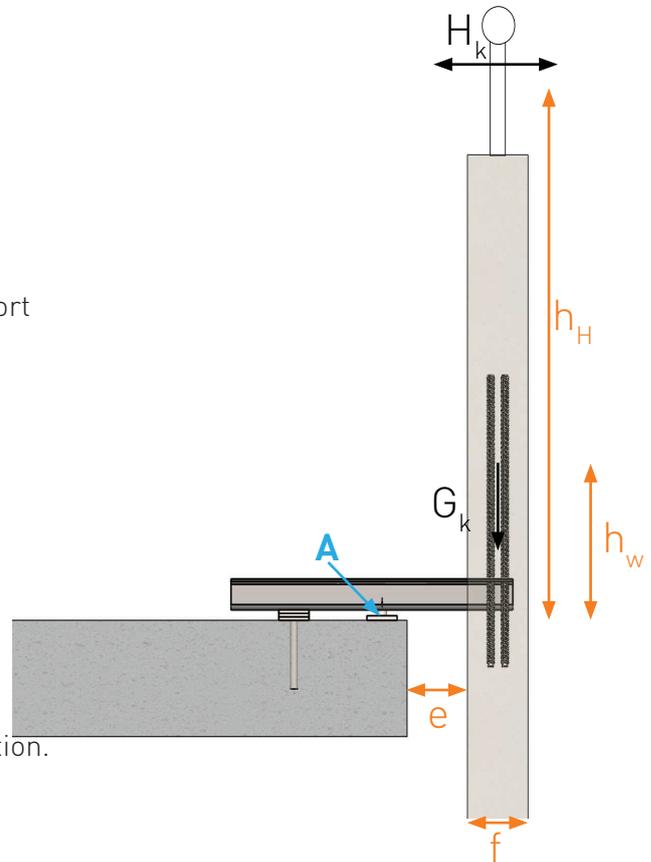
### Moment fléchissant :

Le maximum est atteint au point A :

$$M_d = \gamma_G \cdot (A_k + G_k) \cdot w + \gamma_Q \cdot h_H + \gamma_w \cdot W_k \cdot h_w$$

$$M_{d.adm} = \frac{M_d}{n}$$

avec  $n$  = le nombre d'omégas par allège,  $n=2$  sauf exception.



### Recommandation pour le positionnement :

#### Répartition des omégas

Les omégas doivent être positionnés de part et d'autre du centre de gravité pour assurer une répartition égale des charges.

### Effort horizontal :

Un striage couplé à des plaques crantées permettent la reprise de l'effort horizontal.

### Installation de l'oméga :

Le réglage en hauteur se fait au moyen de cales.

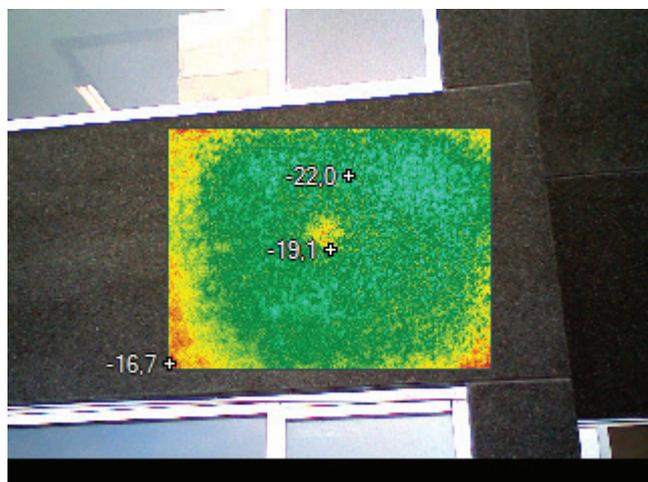
Lors de la dernière étape, le vide résiduel peut être rempli de mortier anti-retrait.

## 7. PONTS THERMIQUES

### A. INTRODUCTION

Depuis 2012, Fixinox est pionnier dans le calcul exact des ponts thermiques engendrés par les fixations traversant l'isolant. Partant de constats simples, nous revendiquons des solutions parmi les meilleures du marché sur le plan des ponts thermiques liés à la présence de fixations.

Sans même entrer dans le détail des calculs par simulation numérique, trois recommandations de bon sens sont à suivre :

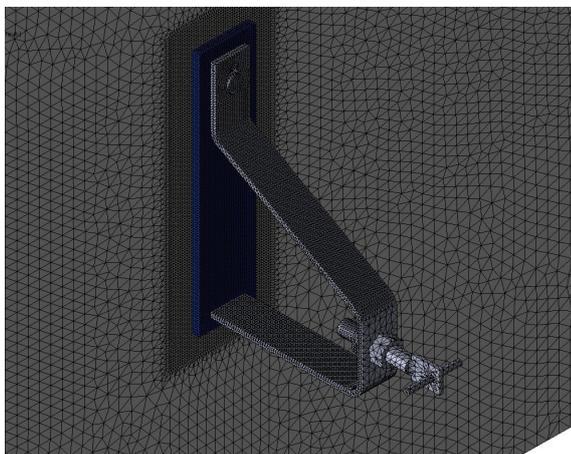


- Avoir le plus faible nombre de ponts thermiques et donc de fixations traversant l'isolant
- Avoir les plus petites sections possibles de fixation, en privilégiant par exemple les matériaux avec les meilleures caractéristiques mécaniques
- Enfin, se tourner vers des matériaux avec la conductivité thermique la plus faible possible

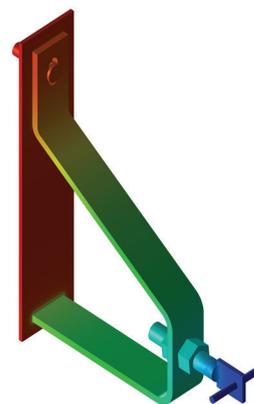
L'acier inoxydable remplit ces trois conditions avec succès. Même s'il existe des matériaux moins conducteurs tels que le bois ou des éléments composites en fibre de verre et résine, l'acier inoxydable apporte en plus la meilleure résistance au feu possible des différents matériaux utilisés aujourd'hui comme système de fixation de façade ainsi qu'une plus grande pérennité.

MATIÈRE	CONDUCTIVITÉ THERMIQUE COURANTES À 23°C
Aluminium	200 W m <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup>
Acier	50 W m <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup>
Acier inoxydable	17 W m <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup>

## B. CALCUL DE PONTS THERMIQUES PAR SIMULATION NUMÉRIQUE



**Simulation Numérique / Maillage**



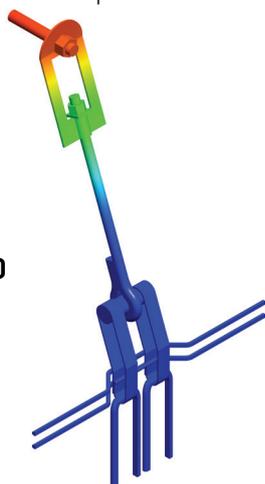
**Simulation Numérique / Résultats**

Le calcul exact des ponts thermiques se fait par simulation numérique. Nous les réalisons en suivant les normes :

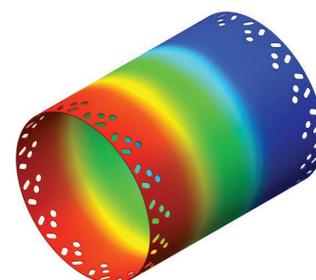
- EN ISO 10211 : « Ponts thermiques dans les bâtiments -- Flux thermiques et températures superficielles -- Calculs détaillés »,
- EN ISO 6946 : « Composants et parois de bâtiments -- Résistance thermique et coefficient de transmission thermique -- Méthodes de calcul »,
- EN ISO 10456 : « Matériaux et produits pour le bâtiment -- Propriétés hygrothermiques -- Valeurs utiles tabulées et procédures pour la détermination des valeurs thermiques déclarées et utiles »

Notre savoir-faire a été confirmé par deux collaborations réussies avec l'Ubatc (Union belge pour l'Agrément technique de la construction) et le CSTB (Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, France) pour deux avis techniques distincts : le système Fixi 3D de fixations pour panneaux suspendus et nos ancrages pour panneaux sandwich. Tous deux font mention des ponts thermiques engendrés par les fixations, afin que ces valeurs puissent être incluses dans les études PEB ou RT2020.

**ATG 15/2630**



**AT 3/16-872**



## C. IMPACTS SUR LA FAÇADE (U<sub>PAROI</sub>)

Une fois les ponts thermiques liés aux fixations obtenus par calcul, on peut calculer la valeur U globale comprenant l'ensemble des éléments (le mur plus les ancrages).

On utilise pour cela la formule suivante :

$$U_c = U_{p0} + \Delta U$$

$$U_{p0} = \frac{1}{\frac{1}{h_{ext}} + \frac{d_{pierre}}{\lambda_{pierre}} + \frac{d_{air}}{\lambda_{air}} + \frac{d_{isolant}}{\lambda_{isolant}} + \frac{d_{support}}{\lambda_{support}} + \frac{1}{h_{int}}}$$

Où:  $d_{matériau}$  est l'épaisseur du matériau (en m)  
 $\lambda_{matériau}$  est la conductivité thermique du matériau [en W/(K.m)]  
 $h_{int}$  et  $h_{ext}$  sont les coefficients de transfert thermique de convection aux deux surfaces (en W/(m<sup>2</sup>.K)) et tel que  $h_i = \frac{1}{R_{si}}$

$$\Delta U = \frac{\sum N_i * \chi_i}{A_{façade}} \text{ ou bien } \Delta U = \sum n_i * \chi_i$$

Où:  $N_i$  : le nombre d'ancrages de type i  
 $n_i$  : la densité surfacique des fixations de type i  
 $\chi_i$  : est le coefficient de transmission thermique ponctuelle des fixations de type i  
 $A_{façade}$  : est la surface de la façade de pierre considérée

## D. ABAQUES, PONTS THERMIQUES

Les calculs de ponts thermiques ont été réalisés à la fois en lame d'air ventilée et en lame d'air non ventilée. Par ailleurs, plusieurs épaisseurs d'isolants d'une part, mais aussi plusieurs qualités (conductivités thermiques) d'autre part, ont été prises en variable, d'où les abaques ci-dessous.

### PONTS THERMIQUES EN LAME D'AIR VENTILÉE

#### SUSPENTES

CLASSE DE RÉSISTANCE	CONDUCTIVITÉ THERMIQUE DE L'ISOLANT	ÉPAISSEUR DE L'ISOLANT (mm)				
		40	80	120	160	200
kN	W/ m <sup>2</sup> .K					
5	0,02	0,0058	0,033	0,0023	0,0017	0,0014
	0,035	0,0054	0,0032	0,0022	0,0017	0,0014
8	0,02	0,0064	0,0042	0,0031	0,0024	0,002
	0,035	0,0059	0,0041	0,003	0,0024	0,002
11,5	0,02	0,0074	0,0056	0,0042	0,0033	0,0028
	0,035	0,0066	0,0054	0,0041	0,0033	0,0027
16	0,02	0,0087	0,0068	0,0052	0,0043	0,0036
	0,035	0,0079	0,0066	0,0051	0,0042	0,0035
22	0,02	0,0101	0,0085	0,0066	0,0054	0,0045
	0,035	0,0091	0,0081	0,0064	0,0053	0,0045
27	0,02	0,0123	0,01	0,0079	0,0065	0,0055
	0,035	0,0112	0,0096	0,0077	0,0064	0,0055
34	0,02	0,0149	0,0116	0,0092	0,0077	0,0066
	0,035	0,0139	0,0112	0,0091	0,0076	0,0066
56	0,02	0,026	0,0219	0,0145	0,0109	0,0088
	0,035	0,0236	0,0212	0,0143	0,0109	0,0088

#### ANCRAGES VENT

ANCRAGE VENT	CONDUCTIVITÉ THERMIQUE DE L'ISOLANT	ÉPAISSEUR DE L'ISOLANT (mm)					
		40	80	120	160	200	220
AV2	W/ m <sup>2</sup> .K						
AV2	0,02	0,0200	0,0154	0,0143	0,0141	0,0072	0,0068
	0,035	0,0178	0,0142	0,0135	0,0135	0,0070	0,0066
AV3	0,02	0,0276	0,0206	0,0143	0,0181	0,0103	0,0097
	0,035	0,0244	0,0190	0,0136	0,0173	0,0100	0,0094
AV4	0,02	0,0408	0,0274	0,0206	0,0165	0,0138	0,0127
	0,035	0,0360	0,0254	0,0195	0,0158	0,01330	0,0123

## DISTANCEURS

DISTANCEUR	CONDUCTIVITÉ THERMIQUE DE L'ISOLANT	ÉPAISSEUR DE L'ISOLANT (mm)					
		40	80	120	160	200	220
	W/ m <sup>2</sup> .K						
M10	0,02	0,0131	0,0097	0,0075	0,0061	0,0051	0,0048
	0,035	0,0108	0,0086	0,0069	0,0057	0,0049	0,0045
M12	0,02	0,0177	0,0134	0,0105	0,0086	0,0073	0,0067
	0,035	0,0146	0,0119	0,0096	0,0080	0,0069	0,0064
M16	0,02	0,0272	0,0216	0,0174	0,0144	0,0123	0,0115
	0,035	0,0226	0,0192	0,0159	0,0135	0,0116	0,0109
M20	0,02	0,0372	0,0307	0,0252	0,0212	0,0183	0,0171
	0,035	0,0309	0,0273	0,0232	0,0199	0,0173	0,0162
M24	0,02	0,0521	0,0432	0,0356	0,0301	0,0260	0,0243
	0,035	0,0435	0,0385	0,0328	0,0282	0,0246	0,0231
M30	0,02	0,0743	0,0629	0,0526	0,0448	0,0389	0,0365
	0,035	0,0625	0,0563	0,0485	0,0420	0,0369	0,0348

## PONTS THERMIQUES EN LAME D'AIR NON VENTILÉE

### SUSPENTES

CLASSE DE RÉSISTANCE	CONDUCTIVITÉ THERMIQUE DE L'ISOLANT	ÉPAISSEUR DE L'ISOLANT (mm)				
		40	80	120	160	200
<b>kN</b>	W/ m <sup>2</sup> .K					
5	0,02	0,0051	0,0031	0,0021	0,0017	0,0013
	0,035	0,0041	0,0026	0,0019	0,0015	0,0013
8	0,02	0,0057	0,0040	0,0029	0,0023	0,0019
	0,035	0,0046	0,0034	0,0027	0,0022	0,0018
11,5	0,02	0,0070	0,0051	0,0040	0,0032	0,0027
	0,035	0,0056	0,0046	0,0037	0,0030	0,0026
16	0,02	0,0082	0,0063	0,0050	0,0041	0,0035
	0,035	0,0067	0,0057	0,0046	0,0039	0,0033
22	0,02	0,0099	0,0080	0,0064	0,0052	0,0044
	0,035	0,0080	0,0071	0,0058	0,0049	0,0042
27	0,02	0,0120	0,0095	0,0076	0,0064	0,0054
	0,035	0,0102	0,0085	0,0063	0,0052	0,0045
34	0,02	0,0147	0,0110	0,0089	0,0075	0,0065
	0,035	0,0130	0,0100	0,0084	0,0072	0,0047
56	0,02	0,0331	0,0203	0,0137	0,0105	0,0085
	0,035	0,0266	0,0183	0,0102	0,0076	0,0061

## ANCRAGES VENT

ANCRAGE VENT	CONDUCTIVITÉ THERMIQUE DE L'ISOLANT W/ m <sup>2</sup> .K	ÉPAISSEUR DE L'ISOLANT (mm)					
		40	80	120	160	200	220
AV2	0,02	0,0153	0,0104	0,0079	0,0064	0,0053	0,0049
	0,035	0,0131	0,0095	0,0074	0,0060	0,0051	0,0047
AV3	0,02	0,0219	0,0145	0,0111	0,0090	0,0075	0,0070
	0,035	0,0186	0,0132	0,0104	0,0085	0,0072	0,0067
AV4	0,02	0,0321	0,0229	0,0181	0,0149	0,0126	0,0117
	0,035	0,0272	0,0207	0,0168	0,0141	0,0120	0,0112

## DISTANCEURS

DISTANCEUR	CONDUCTIVITÉ THERMIQUE DE L'ISOLANT W/ m <sup>2</sup> .K	ÉPAISSEUR DE L'ISOLANT (mm)					
		40	80	120	160	200	220
M10	0,02	0,0131	0,0097	0,0075	0,0061	0,0051	0,0048
	0,035	0,0108	0,0086	0,0069	0,0057	0,0049	0,0045
M12	0,02	0,0177	0,0134	0,0105	0,0086	0,0073	0,0067
	0,035	0,0146	0,0119	0,0096	0,0080	0,0069	0,0064
M16	0,02	0,0272	0,0216	0,0174	0,0144	0,0123	0,0115
	0,035	0,0226	0,0192	0,0159	0,0135	0,0116	0,0109
M20	0,02	0,0372	0,0307	0,0252	0,0212	0,0183	0,0171
	0,035	0,0309	0,0273	0,0232	0,0199	0,0173	0,0162
M24	0,02	0,0521	0,0432	0,0356	0,0301	0,0260	0,0243
	0,035	0,0435	0,0385	0,0328	0,0282	0,0246	0,0231
M30	0,02	0,0743	0,0629	0,0526	0,0448	0,0389	0,0365
	0,035	0,0625	0,0563	0,0485	0,0420	0,0369	0,0348

## E. TROIS NIVEAUX D'ANALYSE

Lorsqu'on utilise ces résultats pour optimiser les ponts thermiques en cherchant à les réduire au maximum, il faut toujours regarder trois niveaux d'analyse distincts.

La fixation (1) est un élément constituant de la paroi opaque (2). Les parois opaques (2) ne sont que des éléments parmi d'autres (fenêtres, systèmes de ventilation, chauffages...) dans l'étude PEB ou RT 2020 d'un bâtiment complet (3).

Chez Fixinox, nous arrêtons l'analyse aux deux premiers niveaux, en effet, seuls les bureaux d'ingénierie thermique possèdent la compétence thermique transverse pour tous les éléments qui peuvent composer un bâtiment.

Au niveau de la fixation seule, la valeur de référence est celle du pont thermique de fixation  $x$ , calculée comme décrit précédemment. Il est intéressant de comparer différentes options pour mesurer les divers impacts :

- des matériaux choisis
- de la performance du bloc isolant
- des sections des éléments de fixation
- du positionnement de la fixation par rapport à l'isolant
- des éventuelles "cales" thermiques qu'il conviendrait de placer

En arrivant au deuxième niveau d'analyse, celle du  $U_{\text{paroi}}$ , on intègre d'autres éléments fondamentaux pour compléter la grille d'analyse, en particulier les surfaces considérées et la densité (le nombre de fixations par  $m^2$ ) des ponts thermiques présents sur la paroi opaque.

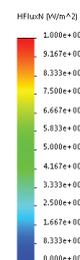
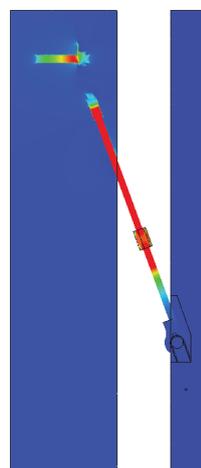
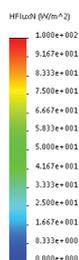
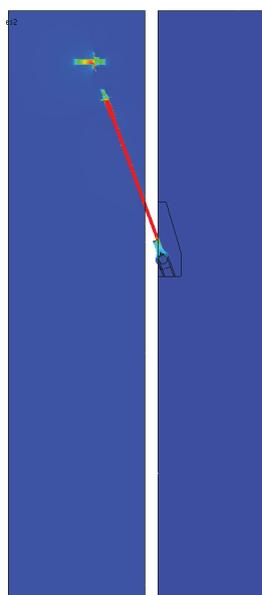
## F. ÉTUDE DE CAS

Appliqué aux fixations pour béton, Fixinox a déjà collaboré sur des projets leaders pour lesquels une étude précise et une note de calcul ont été réclamées par le responsable PEB du chantier ayant la responsabilité du coefficient K du bâtiment et de la future consommation de l'ouvrage terminé :

### KU LEUVEN CAMPUS, BRUGES (BELGIQUE)



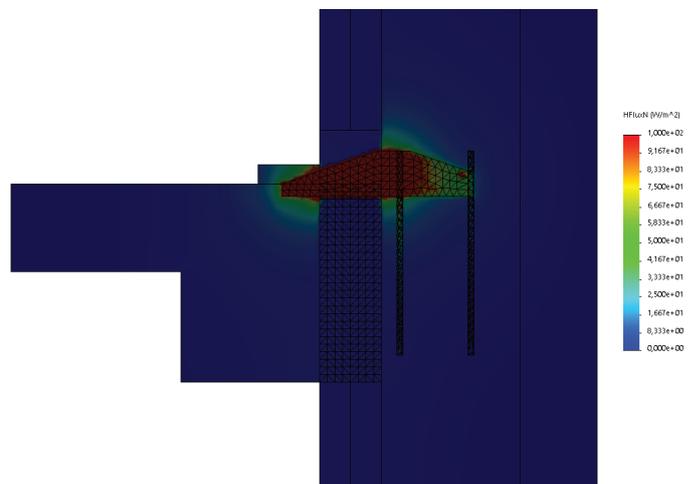
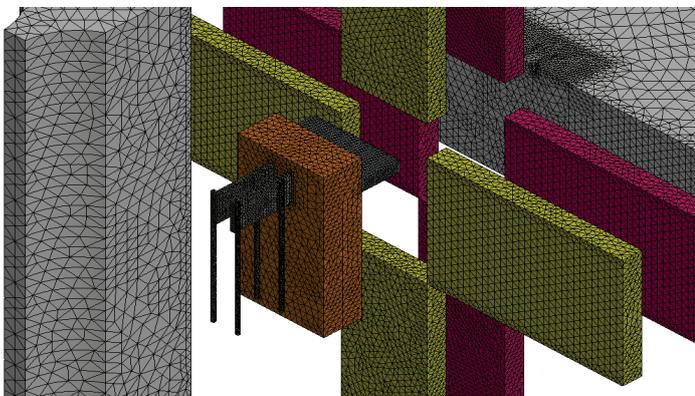
Architecte : ABCIS Architectes



## MONTAGNE DU PARC, SIÈGE BNPPF, BRUXELLES (BELGIQUE)



Architecte : Baumshlager Eberle  
Certificat visé : BREEAM Excellent



## 8. ACCESSOIRES POUR LA POSE

### CLÉ À CLIQUET

La clé à cliquet facilite l'installation des suspentes.  
La tête sphérique permet un serrage allant jusqu'à 90° dans les 2 sens.  
Sa finition est en chrome vanadium.

TYPE	MÉTRIQUE
Clé à cliquet - tête inclinable - 13mm	8
Clé à cliquet - tête inclinable - 17mm	10
Clé à cliquet - tête inclinable - 19mm	12
Clé à cliquet - tête inclinable - 22mm	14
Clé à cliquet - tête inclinable - 24mm	16
Clé à cliquet - tête inclinable - 27mm	18
Clé à cliquet - tête inclinable - 30mm	20



### MOLYKOTE® SPRAY

Pour faciliter la lubrification des tiges filetées sur lesquelles portent les différents réglages, FIXINOX propose des lubrifiants anti-grippants pour l'installation de son système Fixi 3D sur site.





1

## FIXINOX BELGIQUE

Siège Social

Z.I. de Jumet - Première rue, 8 - 6040 Jumet (Charleroi)

Tél. : +32 71 81 05 26 - Fax : +32 71 81 05 29 - info@fixinox.be

Siège d'Anvers

4c IZ De Zwaan-Jagersdreef, 2900 Schoten

Tél. : +32 3 227 57 00 - Fax : +32 3 227 57 02 - info.antwerpen@fixinox.be

2

## FIXINOX FRANCE

21 rue Jean-Pierre Timbaud- 75011 Paris

3

## INTERNATIONAL

info@fixinox.be

## FIXINOX PRÉSENT SUR LES GRANDS SITES D'EXCEPTIONS



Hôtel de Police  
Charleroi, BE



Ecole de la Biodiversité  
BOULOGNE, FR



MG Tower  
Gand, BE



Gallerie Foksal  
Varsovie, PL