

Sur le procédé

Panneaux de façade HEBEL

Titulaire : Société XELLA BE nv/sa

Descripteur :

Procédé de panneaux de façade en panneaux armés de béton cellulaire autoclavé.

Ces panneaux de 6750 mm de longueur maximale, d'une largeur comprise entre 300 et 750 mm et d'une épaisseur comprise entre 125 et 500 mm sont empilés (cas de la pose horizontale) ou juxtaposés (cas de la pose verticale) pour constituer une paroi autoportante fixée mécaniquement à une ossature en acier, en béton ou en bois.

Cette paroi ne participe pas à la structure porteuse de l'ouvrage et ne sert pas au contreventement.

Groupe Spécialisé n° 3.2 - Murs et accessoires de mur

Famille de produit/Procédé : Mur en béton cellulaire

AVANT-PROPOS

Les Avis Techniques et les Documents Techniques d'Application sont destinés à mettre à disposition des acteurs de la construction des éléments d'appréciation sur la façon de concevoir et de construire des ouvrages au moyen de produits ou procédés de construction dont la constitution ou l'emploi ne relèvent pas des savoir-faire et pratiques traditionnels.

Au terme d'une évaluation collective, l'avis technique de la commission se prononce sur l'aptitude à l'emploi des produits ou procédés relativement aux exigences réglementaires et d'usage auxquelles l'ouvrage à construire doit normalement satisfaire.

Versions du document

Version	Description	Rapporteur	Président
V2	<p>Cette version, examinée le 19 avril 2023, annule et remplace le Document Technique d'Application 3.2/20-1011_V1. Elle intègre les modifications suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Suppression des usines de Kringels, Alzenau et Burcht 	M. Angel JUNES	Mme. Roseline BERNARDIN-EZRAN

Table des matières

1.	Avis du Groupe Spécialisé	4
1.1.	Définition succincte	4
1.1.1.	Description succincte	4
1.1.2.	Mise sur le marché	4
1.1.3.	Identification	4
1.2.	Avis.....	4
1.2.1.	Domaine d'emploi accepté.....	4
1.2.2.	Appréciation sur le procédé	4
1.2.3.	Prescriptions Techniques	6
1.3.	Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé	7
2.	Dossier Technique.....	8
2.1.	Données commerciales	8
2.1.1.	Coordonnées	8
2.2.	Principe et catégorie.....	8
2.3.	Matériaux utilisés	8
2.4.	Eléments.....	9
2.4.1.	Eléments courants.....	9
2.4.2.	Eléments spéciaux.....	9
2.5.	Fabrication	10
2.5.1.	Préparation du béton cellulaire	10
2.5.2.	Préparation des armatures	10
2.5.3.	Marquage	10
2.5.4.	Conditionnement, stockage	10
2.5.5.	Contrôle de fabrication.....	10
2.6.	Mise en œuvre.....	11
2.6.1.	Eléments horizontaux	11
2.6.2.	Eléments verticaux	13
2.6.3.	Baies (figures 18a – 18b)	14
2.6.4.	Revêtements	14
2.6.5.	Eléments de fixation (figures 20a – 20b – 20c)	14
2.7.	Divers.....	15
2.7.1.	Charge de calcul ELU pour les fixations des panneaux en kN.....	15
2.7.2.	Réparations	15
2.7.3.	Conditions d'exploitation du procédé.....	15
2.8.	Résultats expérimentaux.....	15
2.9.	Références	15
2.9.1.	Données environnementales	15
2.9.2.	Autres références	16
2.10.	Annexes du Dossier Technique -Tableaux et figures.....	18

1. Avis du Groupe Spécialisé

Le Groupe Spécialisé n° 3.2 - Murs et accessoires de mur de la Commission chargée de formuler les Avis Techniques a examiné, le 19 avril 2023, le procédé **Panneaux de façade HEBEL**, présenté par la Société XELLA BE nv/sa. Il a formulé, sur ce procédé, le Document Technique d'Application ci-après. L'avis a été formulé pour les utilisations en France métropolitaine.

1.1. Définition succincte

1.1.1. Description succincte

Procédé de panneaux de façade en panneaux armés de béton cellulaire autoclavé.

Ces panneaux de 6750 mm de longueur maximale, d'une largeur comprise entre 300 et 750 mm et d'une épaisseur comprise entre 125 et 500 mm sont empilés (cas de la pose horizontale) ou juxtaposés (cas de la pose verticale) pour constituer une paroi autoportante fixée mécaniquement à une ossature en acier, en béton ou en bois.

Cette paroi ne participe pas à la structure porteuse de l'ouvrage et ne sert pas au contreventement.

1.1.2. Mise sur le marché

En application du règlement (UE) n°305/2011, le procédé « Panneaux de façade HEBEL » fait l'objet d'une déclaration des performances (DoP) établie par XELLA sur la base de la norme NF EN 12602.

Les produits conformes à cette DoP sont identifiés par le marquage CE.

1.1.3. Identification

Les panneaux sont marqués en creux ou sur étiquette et portent notamment le nom du fabricant et celui de l'usine de fabrication

1.2. Avis

L'Avis porte uniquement sur le procédé tel qu'il est décrit dans le Dossier Technique joint, dans les conditions fixées par les Prescriptions Techniques (§ 1.2.3).

1.2.1. Domaine d'emploi accepté

Panneaux de façade en fermeture de bâtiments industriels, agricoles, commerciaux ou sportifs. A l'intérieur des bâtiments, il peut exister des zones de bureaux.

Les panneaux non revêtus par un revêtement extérieur d'imperméabilisation (cf. § 2.6.4 du Dossier Technique) sont à réserver aux locaux industriels n'ayant pas à satisfaire à l'exigence d'étanchéité à l'eau.

L'utilisation du procédé avec des systèmes composites d'isolation thermique par l'extérieure n'est pas visée par ce document.

L'utilisation en murs coupe-feu (pose horizontale ou verticale avec joints coupe-feu) relève de justifications spécifiques de comportement au feu conformément aux Appréciations de Laboratoire CSTB RS12-131, Efectis 13-A-070, Efectis 13-A-071 et Efectis 13-A-072 dont fait l'objet le procédé.

En dehors de la configuration décrite dans le § 1.2.2.1 « Sécurité en cas d'incendie », l'utilisation des panneaux de façade HEBEL sur supports en ossature bois en cas d'exigence de sécurité incendie est exclue.

La réalisation des doublages intérieurs en cas d'ossature support en bois est exclue.

En l'absence de justification sur le respect des exigences de chocs de la norme P08 302, les utilisations soumises à des exigences de chocs selon la norme P08 302 sont exclues.

Le présent Avis Technique ne vise que les panneaux d'épaisseur au moins égale à 125 mm constitués d'un béton cellulaire de masse volumique au moins égale à 300 kg/m³.

L'aptitude au levage du procédé n'est pas visée dans le présent Avis.

1.2.2. Appréciation sur le procédé

1.2.2.1. Satisfaction aux lois et règlements en vigueur et autres qualités d'aptitude à l'emploi

Stabilité

Les panneaux de façade ne participent pas à la stabilité générale des bâtiments. Elle incombe à l'ouvrage qui les supporte.

La résistance propre des panneaux est convenablement assurée pour le domaine d'emploi accepté. Elle est déterminée par la méthode de calcul décrite dans l'Annexe A (normative) de la norme EN 12602.

Leur stabilité propre est convenablement assurée moyennant l'emploi des dispositifs de fixation décrits dans le Dossier Technique, avec le coefficient de sécurité prescrit (cf. Prescriptions Techniques).

Sécurité en cas de chocs

Le procédé est considéré comme satisfaisant vis-à-vis des exigences de choc de corps mou de 500 Joules. Une évaluation spécifique devra être réalisée pour des exigences plus sévères.

Les exigences de chocs selon la norme P08 302 n'ont pas été justifiées.

Sécurité en cas d'incendie

Réaction au feu

Classement de réaction au feu du béton cellulaire : A1.

Résistance au feu

Conformément aux conditions prévues par l'Arrêté du 14 mars 2011 modifiant l'arrêté du 22 mars 2004 modifié relatif à la résistance au feu des produits, éléments de construction et d'ouvrages, l'emploi des panneaux de façade HEBEL en cas d'exigences de sécurité incendie pour réaliser des parois coupe-feu dans un bâtiment industriel peut être envisagé dans les conditions précisées dans les Avis de laboratoires CSTB RS12-131, Efectis 13-A-070, Efectis 13-A-071 et Efectis 13-A-072 dont fait l'objet le procédé.

L'Avis de laboratoire de résistance au feu RS12-131 vise la pose des panneaux avec joints horizontaux. La hauteur de la paroi constituée des panneaux de façade HEBEL, empilés verticalement en position horizontale, est limitée à 24 m. L'épaisseur des panneaux est de 150 mm minimum. Le classement de résistance au feu est de EI240. Les ossatures sont de type béton ou métal. Les conditions de fixations de panneaux visées sont décrites dans l'Appréciation de Laboratoire.

Pour la pose des panneaux de façade HEBEL en position verticale, elle doit être faite dans les conditions de l'Appréciation de Laboratoire Efectis n° 13-A-070. L'épaisseur minimale des panneaux est de 150 mm et la hauteur maximale autorisée est de 6,75 m. Le classement de résistance au feu est de EI240. Les conditions de fixations de panneaux visées sont décrites dans l'Avis de laboratoire.

La possibilité de mise en œuvre d'un poteau intermédiaire en bois de densité minimale 450 kg/m³ entre deux poteaux en béton successifs est couverte par l'Appréciation de Laboratoire Efectis n° 13-A-072. Les panneaux de façade HEBEL viennent directement en fond de feuillure des engravures des poteaux en bois. Ces panneaux sont empilés verticalement à joints horizontaux. La hauteur maximale du mur est de 13 m. Le classement de résistance au feu est de EI120 ou EI240 selon les caractéristiques dimensionnelles des poteaux en bois. Les poteaux ou portiques en béton et bois sont à justifier par ailleurs afin d'assurer leur propre stabilité au feu pour les durées recherchées. Les conditions de fixations de panneaux visées sont décrites dans l'Avis de laboratoire.

L'utilisation de fixations thermofusibles n'est pas visé par les Avis de laboratoire CSTB RS12-131, Efectis 13-A-070 et Efectis 13-A-072. L'utilisation de fixations thermofusibles est uniquement possible dans les conditions décrites au procès-verbal d'essais Efectis 13-A-071. L'ossature est de type métallique. L'épaisseur minimale des panneaux est de 150 mm et la longueur maximale des panneaux est de 6,75 m. Le classement de résistance au feu est de EI240. La hauteur de la paroi est limitée à 24 m

Sécurité en cas de séisme

Il est rappelé que les panneaux de façade ne participent pas à la stabilité générale du bâtiment. De ce fait, l'utilisation en zone sismique peut être envisagée moyennant les justifications prévues aux Prescriptions Techniques ci-après.

Isolation thermique

Les exigences de la réglementation peuvent être satisfaites moyennant le choix d'une épaisseur convenable des panneaux dans le cas des murs homogènes et l'adjonction éventuelle d'un doublage intérieur isolant.

Les vérifications sont à effectuer selon les « Règles Th-Bat ».

Étanchéité des parois

Cas des panneaux complétés par un revêtement extérieur.

Moyennant la surveillance et l'entretien du revêtement, l'étanchéité à l'eau des panneaux peut être considérée comme normalement assurée pour le domaine d'emploi accepté.

Quant à l'organisation de l'étanchéité des joints entre panneaux qui nécessitent une mise en œuvre soignée, elle est estimée satisfaisante dans ses différentes variantes, pour le domaine d'emploi accepté.

Dans les parties de façade délimitant des locaux annexes pour lesquels le maître d'ouvrage formule une exigence d'étanchéité à l'eau renforcée par rapport à l'usage de base du bâtiment, tels que des bureaux, des vestiaires..., la paroi en panneaux est à compléter par un doublage indépendant du support avec vide d'air aéré et le dispositif d'étanchéité des joints doit comporter une garniture d'étanchéité du côté intérieur de la paroi. La hauteur de la zone concernée ne doit pas excéder 6 m.

Cas des panneaux non revêtus extérieurement

Du fait que dans ce cas l'apparition d'humidité en parement intérieur ne peut pas être exclue, cette solution est à réserver aux locaux industriels n'ayant pas à satisfaire à l'exigence d'étanchéité à l'eau.

Données environnementales

Le procédé « Panneaux de façade HEBEL » ne fait pas l'objet d'une Déclaration Environnementale (DE) au sens de l'arrêté du 31 aout 2015. Pour revendiquer une performance environnementale, le procédé doit faire l'objet d'une Déclaration Environnementale (DE) au sens de l'arrêté du 31 aout 2015.

Il est rappelé que les DE n'entrent pas dans le champ d'examen d'aptitude à l'emploi du procédé.

Aspects sanitaires

Le présent Avis est formulé au regard de l'engagement écrit du titulaire de respecter la réglementation, et notamment l'ensemble des obligations réglementaires relatives aux produits pouvant contenir des substances dangereuses, pour leur fabrication, leur intégration dans les ouvrages du domaine d'emploi accepté et l'exploitation de ceux-ci. Le contrôle des informations et déclarations délivrées en application des réglementations en vigueur n'entre pas dans le champ du présent avis. Le titulaire du présent Avis conserve l'entière responsabilité de ces informations et déclarations.

1.2.2.2. Durabilité - Entretien

La longue expérience d'emploi du béton cellulaire autoclavé HEBEL permet de considérer sa durabilité propre comme satisfaisante. La protection contre la corrosion des armatures, semblable à celle utilisée depuis plus de 20 ans pour les dalles de toitures, ne pose pas de problème particulier d'efficacité pour le cas des panneaux de façade.

Le mastic sur lequel repose l'étanchéité de la paroi au droit des joints n'a pas une durabilité égale à celle des autres matériaux des panneaux de façade mais, si nécessaire, il est possible de le remplacer. Sa durabilité ne peut être convenable que s'il est choisi parmi ceux qui justifient d'un bas module, compte tenu du matériau des panneaux dont il assure la jonction.

1.2.2.3. Fabrication et contrôle

Cet Avis ne vaut que pour les fabrications pour lesquelles les autocontrôles et les modes de vérifications, décrits dans le Dossier Technique sont effectifs.

Effectuée en usine, par le titulaire de l'Avis, elle nécessite, outre les précautions usuelles propres à la fabrication des panneaux en béton cellulaire, la réalisation d'un autocontrôle régulier conformément aux prescriptions du § 2.5.5 du Dossier Technique.

1.2.2.4. Mise en œuvre

La mise en œuvre est réalisée par des entreprises de construction titulaires du marché.

La mise en place des garnitures d'étanchéité des joints nécessite un soin particulier.

1.2.3. Prescriptions Techniques

1.2.3.1. Conditions de conception

- Les murs de façade industrielle réalisés selon ce procédé ne doivent pas être pris en compte dans les vérifications de calcul de stabilité et de contreventement des ossatures qu'ils enveloppent. Dans le cas d'une mise en œuvre dans des poteaux en H, avec un jeu suffisant pour éviter tout contact, ou lorsque l'ossature n'est pas susceptible de transférer des efforts aux panneaux dans le plan du mur, la déformation de l'ossature doit être limitée à 1/150 de la hauteur entre étages.
- Pour les mises en œuvre où les déformations sont susceptibles de transmettre des efforts aux panneaux de façade dans leur plan, les ossatures doivent être conçues de façon à limiter leur déformation à 1/500 de la hauteur entre étages. Le non-respect de ce critère de déformation doit être justifié par une étude particulière.
- La tenue des fixations doit être justifiée en tenant compte de leurs résistances fournies dans le tableau en Annexe au Dossier Technique.
- Le dimensionnement des panneaux aux Etats Limites Ultimes doit être effectué avec un coefficient d'action γ_Q égale à 2,0.
- L'utilisation des panneaux de façade en zone sismique peut être envisagée moyennant deux conditions : que la déformation du bâtiment sous l'effet du séisme dans le plan des bardages soit inférieure à 1/500 de la hauteur entre étages ou 1/150 de la hauteur entre étages dans le cas des poteaux en H avec un jeu suffisant pour éviter tout contact ; que les dispositifs de fixation des panneaux à l'ossature soient justifiés vis-à-vis des efforts liés à l'action sismique qu'ils sont amenés à subir. La déformation de la structure support ne doit pas mettre en charge les panneaux. Le dimensionnement des panneaux doit être justifié selon le paragraphe 4.3.5 de la norme NF EN 1998-1. Le critère de limitation de déplacement entre étages pour les bâtiments ayant des éléments non structuraux composés de matériaux fragiles fixés à la structure doit être appliqué (cf. §4.4.3.2 formule 4.31 de la norme NF EN 1998-1).
- Le dimensionnement des fixations des panneaux en situation sismique doit être fait selon le paragraphe 4.3.5 de la norme NF EN 1998-1 avec l'adoption d'un coefficient de comportement $q_a = 1$ et en appliquant un coefficient de sécurité de 2,5 sur les valeurs de calcul ELU en situation normale (en Annexe du Dossier Technique).
- Les précadres de baies associés aux panneaux, doivent être dimensionnés pour transmettre à la structure les efforts de vent et équilibrer le poids des panneaux qu'ils supportent.
- Lorsqu'un dispositif de calage destiné à empêcher tout jeu entre les panneaux de façade et ossature de support doit être mis en place, ce dispositif doit être organisé de façon à exclure tout risque de chute sous l'effet des mouvements différentiels entre ossature et panneaux de façade.
- Les panneaux ne doivent être fixés à l'ossature que par les dispositifs de fixation décrits dans le Dossier Technique ci-après. C'est pourquoi le titulaire du présent Avis Technique doit soit fournir ces dispositifs aux entreprises chargées de la mise en œuvre, soit leur indiquer les fournisseurs auprès desquels ils peuvent se les procurer. Le choix des fixations doit être conforme aux prescriptions du titulaire de cet Avis Technique afin notamment de s'assurer du respect des distances minimales des ancrages au bord des panneaux.
- Le mastic de garniture d'étanchéité des joints doit être un mastic de 1ère catégorie selon le label SNJF à bas module.
- L'application d'un revêtement extérieur d'imperméabilisation sur les parois en béton cellulaire faisant l'objet du présent Avis (cf. § 1.2.1 de l'Avis et § 2.6.4 du Dossier Technique) doit faire l'objet d'un accord préalable du producteur de ce revêtement qui doit, le cas échéant, définir les dispositions particulières de cette application.
- Le choix de la protection contre la corrosion (acier inoxydable ou acier protégé par galvanisation d'une épaisseur au moins égale à 275 g/m²) des pièces de fixation des panneaux doit être déterminé en fonction des conditions d'exposition de l'ouvrage et de la protection apportée par la présence d'un revêtement extérieur, le cas échéant.

1.2.3.2. Condition de fabrication

L'autocontrôle de la production des panneaux exercé dans l'usine de fabrication doit faire l'objet d'un contrôle de fabrication externe par un organisme tiers suivant les prescriptions du §2.5.5 du Dossier Technique.

Toute modification envisagée dans la nature des contrôles doit être signalée au Rapporteur du Groupe Spécialisé N°3.2.

1.2.3.3. Conditions de mise en œuvre

- Un calfeutrement d'étanchéité à l'eau et à l'air doit être disposé à la périphérie des encadrements de baies.

- Les traverses hautes de précadres de fenêtre doivent être percées afin d'évacuer les eaux d'infiltration éventuelles.
- La face interne des précadres de baies doit être protégée contre la corrosion, par peinture bitumineuse par exemple.
- Il est indispensable pour l'exécution du mur que le fabricant fournisse les plans d'exécution comprenant les dimensions des panneaux, les fixations et les calfeutrements entre panneaux. Les fixations et les calfeutrements sont décrits dans la documentation technique XELLA.

1.2.3.4. Conditions de stockage et de transport

Une vérification est effectuée pour équilibrer, sans déformation sensible, les moments susceptibles d'être engendrés dans le plan du panneau par les efforts concentrés au droit des points de levage.

Le transport est réalisé sur chant. Le stockage sur chantier des éléments doit être effectué sur une aire régulièrement plane et stable à la charge de l'entreprise, l'aire de livraison doit être facile d'accès pour les camions.

Appréciation globale

L'utilisation du procédé dans le domaine d'emploi accepté (cf. paragraphe 1.2.1) est appréciée favorablement.

1.3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

Il est rappelé que du fait que la résistance de l'ancrage par clouage des fixations dans le béton cellulaire risquerait d'être compromise en cas de chocs alternés, l'application des prescriptions visant à limiter les déformations de la structure revêt une importance particulière.

Il est précisé que, le bardage ne participant pas à la stabilité de l'ouvrage, l'utilisation en zone sismique peut être envisagée. L'une des conditions de cette utilisation est la justification des dispositifs de fixation des panneaux à l'ossature vis-à-vis des efforts liés à l'action sismique.

2. Dossier Technique

Issu du dossier établi par le titulaire

2.1. Données commerciales

2.1.1. Coordonnées

Titulaire(s) : Société XELLA BE nv/sa
Kruibeeksesteenweg 24
B-2070 Burcht - Belgique
Tél. :00.32.3.250.47.00

Usine(s) : Société XELLA Nederland BV –
Landgraaf Reeweg, 78a
NL-6374 BX Landgraaf

2.2. Principe et catégorie

Les façades de bâtiments à usage industriel, agricole, commercial, ou sportif sont réalisés par juxtaposition ou superposition de panneaux armés en béton cellulaire autoclavé.

La paroi ainsi constituée est autoportante. Les efforts horizontaux sont équilibrés par des fixations mécaniques de différents types.

2.3. Matériaux utilisés

Béton cellulaire traité à l'autoclave de masses volumiques sèches entre 300 et 600 kg/m³ selon EN678 avec une résistance caractéristique à la compression selon EN 679. (Voir aussi tableaux 1 et 2a de la NF EN 12602)

Classe de masse volumique	Masse volumique sèche moyenne ρ (kg/m ³)
300	>250 ≤300
350	>300 ≤350
400	>350 ≤400
450	>400 ≤450
500	>450 ≤500
550	>500 ≤550
600	>550 ≤600

Classe de résistance	Résistance caractéristique à la compression f_{ck} (MPa)
2	2,0
2,5	2,5
3	3,0
3,5	3,5
4	4,0
4,5	4,5
5	5,0

Dimensionnement

La méthode de dimensionnement des panneaux est celle décrite dans l'annexe A de la norme EN 12602.

Le coefficient partiel de sécurité relatif au béton cellulaire γ_c est pris égal à 1,73 dans le cas d'une rupture fragile (selon tableau D.4 de la norme EN 12602).

Un coefficient de 0,85 est pris en compte sur la résistance à la compression pour les effets à long terme et pour les effets défavorables provoqués par le mode d'application de la charge.

Armatures : acier étiré à froid (de classe de ductilité A selon la norme EN 1992-1-1) de diamètre 4 à 10 mm, de limite d'élasticité supérieure ou égale à 500 MPa.

Le coefficient partiel de sécurité de l'acier d'armature γ_s est pris égal à 1,15.

2.4. Eléments

2.4.1. Eléments courants

Dimensions des panneaux :

Usine	Longueur max. [mm]	Largeur [mm]	Epaisseur [mm]
Landgraaf	6750	300-750	125-500

Les tranches longitudinales (figure 1) peuvent comporter respectivement soit un tenon et une mortaise (standard), soit deux rainures hémicylindriques, soit être planes.

Poids propre : le poids des panneaux à prendre en compte dans les calculs de l'ouvrage-support est donné dans le tableau ci-après : il correspond à une teneur normale en eau (environ 6 % en masse à l'équilibre) et à un pourcentage moyen d'armature.

Ép. (mm)	Poids propre (kg/m ²)						
	Densité 300 kg/m ³	Densité 350 kg/m ³	Densité 400 kg/m ³	Densité 450 kg/m ³	Densité 500 kg/m ³	Densité 550 kg/m ³	Densité 600 kg/m ³
125	46	53	60	67	73	80	86
150	56	64	72	80	88	96	104
175	66	75	84	93	102	112	121
200	74	85	96	106	117	128	138
225	84	96	108	120	132	144	155
240	89	102	115	128	140	153	166
250	94	107	120	133	146	160	173
300	112	128	144	160	176	191	207
350	130	149	168	186	205	223	242
365	135	155	175	194	214	233	252
375	140	160	180	200	219	239	259
400	148	170	192	213	234	255	276
500	186	213	240	266	293	319	346

2.4.1.1. Tolérances

- Longueur : ± 5 mm
- Largeur : ± 3 mm
- Epaisseur : ± 3 mm

2.4.2. Eléments spéciaux

Des éléments présentant les particularités ci-après peuvent être fabriqués à la demande (Figure 2).

a) Largeur inférieure à 750 mm

Ces éléments sont prévus en complément de la modulation. La largeur minimale est 300 mm.

b) Trous et échancrures latérales

L'armature des panneaux peut être, si nécessaire, renforcée et disposée de manière à rendre possible le perçage de trous et d'échancrures latérales.

c) Eléments en coupe oblique

Pour les découpes en oblique, il faut tenir compte du fait que l'angle ne peut pas être inférieur à 45°.

d) Percements, découpes

Les ouvertures ou découpes ne peuvent jamais dépasser 1/3 de la largeur des éléments prévus à cet usage.

e) *Éléments renforcés (linteaux)*

Utilisation : au-dessus de baies, de portes ou de fenêtres. Pose sur console ou dalle inférieure.

f) *Porte-à-faux*

Le porte-à-faux des panneaux doit être inférieur à L/5 avec un maximum de 100 cm, L désignant la longueur du panneau.

2.5. Fabrication

Elle est réalisée dans l'usine de Landgraaf (NL).

2.5.1. Préparation du béton cellulaire

Cette préparation comprend les phases suivantes :

- Broyage du sable au broyeur à boulets par voie humide.
- Addition de la chaux, du ciment et optionnellement de béton cellulaire recyclé et/ou d'anhydrite.
- Malaxage du mélange et incorporation de la poudre d'aluminium.
- Mise en place des armatures dans les moules.
- Coulage de la pâte dans les moules.

Pour Landgraaf (NL) :

- Levée de la pâte pendant environ ½ h et durcissement dans le moule pendant 2 à 3 heures environ.
- Ouverture du moule et découpage au fil dans le sens transversal puis dans le sens longitudinal des panneaux ; marquage sur une extrémité des panneaux.
- Autoclavage à 190°C sous 10,5 à 12 bars pendant environ 10 heures.
- Réalisation des rainures et languettes sur le produit autoclavé.

2.5.2. Préparation des armatures

L'armature est composée, soit de deux treillis, soit d'un seul treillis plié en U, en fils d'acier, étirés à froid, de limite élastique garantie 500 MPa. La liaison des barres longitudinales et des barres transversales est assurée par soudure par points. Avant leur mise en place, ces treillis sont traités à l'anti-corrosion par trempage dans un bain de latex aqueux dont l'épaisseur varie entre 30 µm et 80 µm

La longueur des armatures est égale à celle du panneau, diminuée de 60 mm (Usine de Landgraaf).

L'enrobage des armatures par le béton cellulaire est supérieur ou égal à 15 mm.

2.5.3. Marquage

Les panneaux ont un marquage CE et sont marqués avec les indications reprises ci-dessous :

- Fabricant, usine,
- Masse volumique,
- Dimensions,
- Spécification du panneau,
- Numéro du bordereau de commande,
- Si nécessaire, indication du sens de pose,
- Date de fabrication.

2.5.4. Conditionnement, stockage

Les panneaux sont regroupés, cerclés puis stockés sur parc en plein air ou sous abri.

2.5.5. Contrôle de fabrication

Les contrôles effectués sur les matières premières sont les suivants :

Matériau	Contrôle	Fréquence
Sable	Granulométrie, EVS, analyse chimique et Humidité	1 fois /semaine
Ciment	Réactivité, SO ₃ et surface blaine	1 fois /semaine
Chaux	CaO, réactivité, granulométrie	1 fois /semaine
Gypse	Granulométrie, EVS, analyse chimique, CaO et Humidité	A chaque livraison
Aluminium	Granulométrie	1 fois /an au Laboratoire central
Aciers pour armature	Allongement, rupture et limite élastique	A chaque livraison
Produit de protection des armatures	Viscosité, Température du bain	1 fois /jour

Les contrôles effectués en cours de fabrication et sur les produits finis sont les suivants :

Contrôle	Fréquence
Séchage et broyage du sable ; Granulométrie, Humidité	A chaque mélange

Vérification de la Recette ; Mélange sable, ciment et chaux	A chaque mélange
Fabrication pâte ; Température Recette	En continu
Armature : Aciers, soudage, dimension, couche de protection	1 fois /jour
Coulée du béton et stabilisation : Visuel, temps de stabilisation	Une par moule
Découpe et rainurage : Dimensions, aspect	Par échantillonnage
Autoclavage : Température, pression et durée	En continu
Caractéristiques du béton cellulaire : Masse volumique, compression	A chaque production
Caractéristiques produit fini : Dimensions, résistance à la flexion à rupture et enrobage armature	A chaque production Flexion : 1 fois / semaine
Caractéristiques de l'armature : Résistance à la traction des soudures, épaisseur de la couche de protection	Un prélèvement par jour

Un suivi de fabrication en usine est organisé annuellement et est réalisé par un organisme tiers (CSTB) permettant le contrôle de la maîtrise de la fabrication par le titulaire ainsi que des procédures associées à la maîtrise de la constance des performances du produit, conformément aux prescriptions du § 2.5 du présent Dossier Technique.

2.6. Mise en œuvre

2.6.1. Eléments horizontaux

2.6.1.1. Eléments d'ossatures

Longrines à la base du bardage (Figure 3)

Les panneaux de façade reposent à leur base sur des longrines en béton armé horizontales et dressées, suivant les règles de l'art.

La largeur des longrines doit être égale au minimum à 2/3 de l'épaisseur du bardage.

La face supérieure des longrines doit être à 200 mm au moins au-dessus du niveau du terrain fini.

En variante les panneaux de façade peuvent être posés sur des dalles en béton industrielles. Le contact avec la terre doit être évité

Montants verticaux de l'ossature servant de supports au bardage (Figure 4, 5, 7 et 8)

Les panneaux de façade sont appuyés à leurs extrémités sur les montants verticaux de l'ossature, sur une largeur minimale de 30 mm, toutes tolérances épuisées. Les faces des poteaux sur lesquelles viennent s'appliquer les panneaux doivent être parfaitement planes.

Les panneaux de façade formant acrotère sont fixés contre un profil T placé dans le prolongement des poteaux, dont la section est déterminée en fonction des efforts de vent appliqués. Aux angles du bâtiment, le profil T est remplacé par une équerre.

2.6.1.2. Fixation sur les montants verticaux de l'ossature

2.6.1.2.1. Ossature en béton armé avec rail HALFEN ou similaire

Fixations sans couvre-joint (Figures 4 et 5)

La fixation se compose soit :

- D'une plaquette en acier galvanisé ou inoxydable de type KREMO, glissée dans le rail HALFEN de type 28/15 ou 38/17 et clouée dans le béton cellulaire avec des clous spéciaux HEBEL en acier galvanisé.
- D'une plaquette en acier galvanisé ou inoxydable de type Xella Boomerang, glissée dans le rail HALFEN de type 38/17 et clouée dans le béton cellulaire avec des clous spéciaux Hebel.
- D'une plaquette en acier galvanisé de type B1 (ép. panneaux ≤ 200mm) ou B400 (ép. panneau ≥ 240mm), glissé dans le rail HALFEN de type 28/15 ou 38/17 et clouée dans le béton cellulaire avec des clous spéciaux Hebel en acier galvanisé.

Fixation avec couvre-joint

La fixation se compose :

- D'un couvre-joint en aluminium (Figure 6) et des boulons à tête en T glissé dans le rail HALFEN et d'un profilé sur lequel est fixé le couvre-joint.

2.6.1.2.2. Ossature en béton armé sans rail HALFEN ou similaire

Les panneaux sont attachés à la structure par l'intermédiaire d'une fixation KREMO spécifique, de type C1/L, C1/R (ép. panneaux ≤ 200mm), C400/L ou C400/R (ép. panneaux ≥ 240mm). Une cheville (hors lot XELLA) relie la fixation au poteau et 3 ou 6 clous attachent la fixation à la dalle

Variante : fixation sur les côtés des poteaux d'une cornière filante et utilisation de la fixation KREMO type 3 ou la fixation A2*.

Voir détails de principe pour rails HALFEN et structure métallique.

2.6.1.2.3. Ossature métallique

Fixations sans couvre-joint (Figures 7 et 8)

Les fixations se composent soit :

- D'une plaquette en acier crochétée sur l'aile du poteau,

- D'éléments de rail HALFEN (longueur environ 150 mm) soudés sur le poteau. Une fixation en acier galvanisé ou inoxydable de type KREMO, Xella Boomerang, B1 ou B400 est glissée dans le rail et clouée dans le béton cellulaire avec des clous en acier galvanisé ou inoxydable spéciaux HEBEL.
- D'une fixation de type KREMO (Figure 7 et 8)

Fixations thermo-fusibles (Figure 10)

Ces fixations sont utilisées pour réaliser la séparation entre deux cellules. Le nu entre 2 poteaux métalliques opposés doit être de maximum : épaisseur du panneau + 20 mm (ex. : panneau de 150 mm, espace entre fers de 170 mm).

Les panneaux sont attachés en alternance aux 2 structures par une fixation thermo-fusible en forme de Z. La fixation dans le panneau est assurée par 2 clous HEMA. Le jeu de 20 mm est comblé par une cale thermo-fusible.

En cas de jeu plus important entre deux poteaux, il y aura lieu de placer une cornière métallique. Les déplacements de structures peuvent être compensés par ce type de montage.

Fixations avec couvre-joint en aluminium (Figure 9)

Les fixations se composent :

- D'éléments de rail HALFEN (150 mm environ) soudés sur le poteau, d'un boulon à tête en T, d'un profilé sur lequel est fixé le couvre-joint.

En variante, les fixations se composent :

- De manchons soudés dans l'axe du poteau, de tiges filetées diamètre 10 mm emboîtées dans les manchons, de profilés sur lesquels sont fixés les couvre-joints.

2.6.1.2.4. Ossature bois (Figures 11)

Les panneaux sont attachés à la structure par l'intermédiaire de fixation KREMO spécifique, de type C1/L, C1/R (ép. panneaux ≤ 200mm), C400/L ou C400/R (ép. panneaux ≥ 240mm). Un tire-fond (hors lot XELLA) relie la fixation au poteau bois et 3 ou 6 clous attachent la fixation au panneau.

Variante : rail HALFEN rapporté directement sur le poteau bois à l'aide d'au minimum 2 fixations mécaniques et utilisation des fixations KREMO type 2 ou 4* ou type Xella Boomerang, B1 ou B400 ou de fixation sur les côtés des poteaux d'une cornière filante et d'utilisation de la fixation KREMO type 3 ou la fixation A2*. Voir détails de principe pour rails HALFEN et structure métallique (fig. 7).

Le calcul des fixations sur le support bois doit être réalisé selon les prescriptions des sections 7 et 8 de l'EN 1995-1-1 et son Annexe Nationale.

Pour éviter une accumulation de l'humidité et de l'eau entre les panneaux Hebel et le support bois, il est nécessaire de garantir l'étanchéité parfaite du mur extérieur à l'aide de la mise en place :

- D'un traitement de l'étanchéité des joints entre panneaux en adoptant des solutions de joint à deux étages conformément aux prescriptions du DTU 22.1
- D'un revêtement extérieur assurant l'étanchéité à l'eau

2.6.1.3. Etanchéité des joints

a) Joints horizontaux (Figure 3 et 12)

Un feutre bitumé est posé sur la longrine. Le premier joint horizontal bas entre le panneau et la longrine est rendu étanche par deux cordons *Compriband* de section 15 x 15 mm ou par un lit de mortier hydrofuge.

Les joints horizontaux courants entre panneaux sont étanchés par deux cordons de *Compriband* de section 15 x 15 mm et par application sur 50 cm au droit des fixations d'un mastic élastomère de première catégorie.

Pour les panneaux présentant une rainure extérieure, le montage des éléments peut se faire à sec (sans joint *Compriband*). L'étanchéité est assurée par un cordon de mastic élastomère label SNJF.

L'étanchéité des joints peut encore être assurée par collage des panneaux à YTOCOL (produit XELLA) ou par un mortier de colle synthétique compatible avec le béton cellulaire.

b) Joints verticaux (Figure 13)

- Etanchéité avec joint souple : les joints verticaux sont garnis d'un joint souple d'étanchéité sur fond de joint.
- Etanchéité avec couvre-joint : deux cordons *Compriband* de section 10 x 10 mm sont serrés entre la face externe du bardage et le profilé de fixation.

2.6.1.4. Couronnement des panneaux de façade

Le panneau de façade est couronné en partie supérieure par l'un ou l'autre des couronnements définis ci-après :

Couronnement en béton armé

Le couronnement en béton armé est composé d'éléments soit préfabriqués, soit coulés sur place. Il y a lieu d'interposer un feutre 36 S entre le couronnement et le panneau de façade. Les joints d'abouts sont implantés de manière qu'ils ne coïncident pas avec ceux des panneaux. L'étanchéité est obtenue au moyen d'un joint souple d'étanchéité sur fond de joint.

Couronnement métallique

Le panneau de façade est protégé en partie supérieure par un couronnement en acier galvanisé ou zingué à 80 µm d'épaisseur. Cette protection est complétée par deux couches de peinture riche en zinc. Peut être également envisagé un revêtement de 120 µm d'épaisseur obtenu par l'application d'une couche primaire antirouille, d'une couche intermédiaire antirouille et d'une couche de finition de peinture. La peinture appliquée doit être entretenue périodiquement. Lorsqu'une sablière est prévue, celle-ci est traitée fongicide et insecticide.

2.6.2. Eléments verticaux

2.6.2.1. Eléments d'ossature

Longrines à la base des panneaux de façade

Les panneaux de façade reposent à leur base sur des longrines horizontales en béton armé et dressées suivant les règles de l'art.

La largeur de la longrine est égale au minimum aux $\frac{2}{3}$ de l'épaisseur du bardage et sa face supérieure se situe à minimum 200 mm au-dessus du niveau du sol extérieur.

Ces longrines sont munies :

- Soit d'une encoche de forme rectangulaire de 60 mm de largeur et d'environ 40 mm de profondeur ;
- Soit d'une cornière filante, faisant office de butée des panneaux verticaux.

Poutre située en partie haute des panneaux de façade

La poutre située en partie haute des panneaux de façade est munie en partie supérieure d'une cornière dont l'aile verticale a une largeur égale à la flèche active de la poutre augmentée de 60 mm.

Le revêtement protecteur de cette cornière, d'une épaisseur de 100 à 120 microns, est constitué par une couche primaire antirouille, une couche intermédiaire antirouille et une couche de finition de peinture.

Poutre située en partie intermédiaire des panneaux de façade

Lorsque les panneaux de façade sont constitués de panneaux de mur verticaux placés sur deux hauteurs, il y a lieu de réaliser une poutre d'appui au niveau du joint intermédiaire. Elle est munie en partie supérieure et inférieure d'une cornière.

2.6.2.2. Fixation sur l'ossature

En partie basse

Première solution (Figure 14)

Longrine constituée d'une encoche.

L'ancrage en pied s'obtient soit :

- En enfonçant, dans le pied des panneaux, deux clous spéciaux en aluminium ou en acier galvanisé de 200 mm de longueur environ et dont la tête dépasse d'au moins 20 mm par rapport au pied des panneaux. Les têtes des clous sont scellées dans l'encoche (dimensions 6 x 4 cm² minimum) à l'aide de mortier de ciment,
- Par un méplat de 50/300/3 mm cloué sur le chant du panneau, après décapage du tenon à cet endroit, et scellé dans l'encoche à l'aide de mortier de ciment.

Deuxième solution (Figure 14)

Cornière filante sur la longrine.

Les panneaux s'appuient en pied sur une cornière métallique fixée mécaniquement à la longrine. L'ancrage du panneau contre la cornière (hors fourniture Xella) est assuré soit :

- Par deux fixations métalliques en forme de « Z » dont la partie supérieure est directement clouée sur le panneau, à l'aide de clous spéciaux HEMA et dont la partie inférieure vient coiffer la cornière,
- Par une plaquette du type A2 clouée sur le chant du panneau, après décapage à cet endroit du tenon et se liaisonnant à la cornière via son encoche.

En partie haute

Solution (Figure 15)

Les panneaux s'appuient en tête sur une cornière métallique elle-même fixée mécaniquement à la charpente. L'ancrage du panneau contre la cornière est assuré soit :

- Par deux fixations métalliques en forme de « Z » (fixation type 7) dont la partie supérieure est directement clouée sur le panneau, à l'aide de clous spéciaux HEMA et dont la partie inférieure vient coiffer la cornière,
- Par une plaquette du type A2 clouée sur le chant du panneau après décapage à cet endroit du tenon et se liaisonnant à la cornière via son encoche.
- Par une fixation de type KREMO (Figure 15).
- Par une fixation en forme de « T » en acier galvanisé. Elle est clouée en fond de gorge des panneaux au moyen de 6 clous galvanisés de 100 mm de longueur. Cette fixation est accrochée à l'ossature par l'intermédiaire de l'encoche.

En partie intermédiaire (Figure 16)

Le principe de la fixation en partie intermédiaire est le même que celui de la fixation en partie haute. Pour la deuxième solution il y aura lieu de prévoir, si nécessaire, de part et d'autre du support une cornière filante.

Dans certains cas, un rail du type HALFEN peut-être prévu sur ou dans le support intermédiaire. Dans ce cas, l'accrochage se fera via des fixations pour type HALFEN.

2.6.2.3. Etanchéité des joints

Joint verticaux (Figure 17)

Ils sont garnis d'un joint souple d'étanchéité label SNJF.

Joint horizontal bas

Lorsque la longrine ne comporte pas de relever côté intérieur, il y a lieu d'assurer l'étanchéité entre la cornière filante rapportée et le béton de la longrine par un joint souple d'étanchéité en pied de cornière.

Joint horizontal intermédiaire

Lorsque le bardage est constitué par la superposition de deux ou de plusieurs panneaux, ceux-ci sont soit posés à bain de mortier de ciment additionné d'un rétenteur d'eau, soit posées à sec sur des calles. Dans les deux cas le joint horizontal intermédiaire sera d'une épaisseur moyenne de 10 mm.

Un joint souple d'étanchéité est ensuite disposé du côté extérieur.

2.6.2.4. Angles sortants ou rentrants

La stabilité des panneaux d'angle est assurée ou renforcée en tête au moyen d'une équerre en plat de 50 x 5 mm, galvanisée à 40 microns d'épaisseur, clouée en partie supérieure des panneaux au moyen de clous spéciaux galvanisés ou en aluminium de 150 mm de longueur, à raison de 4 clous par panneaux au minimum. L'équerre recouvre le joint d'angle ainsi que les premiers joints à partir de l'angle (Figure 5 et 8).

2.6.3. Baies (Figures 18a – 18b)

2.6.3.1. Baies filantes sur une travée complète de panneaux de façade

- Blocs-fenêtres auto-stables au vent

Il existe sur le marché des châssis auto-stables au vent pouvant reprendre en outre des charges verticales ; les informations techniques correspondantes sont à demander au fabricant.

- Châssis non auto-stables au vent

Les efforts horizontaux appliqués sur les baies, sont transmis directement aux panneaux de bardage Hebel et ensuite transmis à la charpente. Ce principe vaut pour des baies de hauteur limitée.

Au-delà, l'usage d'un précadre est préconisé. Les efforts horizontaux appliqués sur la fenêtre sont ainsi transmis directement à l'ossature du bâtiment grâce au précadre.

Dans le cas de panneaux verticaux, les précadres sont, en outre, capables de reprendre le poids des panneaux supérieurs.

La protection des précadres doit être conforme aux prescriptions du DTU 36.5. L'étanchéité aux raccordements des traverses des panneaux est obtenue au moyen d'un mastic plastique de première catégorie.

2.6.3.2. Consoles (Figures 18a et 19)

En cas d'ouverture trop importante, tous les panneaux situés au-dessus de l'ouverture sont renforcés et posés sur consoles métalliques. L'appui est tel que la contrainte locale n'excède pas un cinquième de la résistance caractéristique en compression du béton cellulaire f_{ck} .

Un support linéaire (p.e. cornière filante) recevant les panneaux peut éviter des consoles. Ce support linéaire doit avoir une largeur d'appui de minimum 2/3 de l'épaisseur des panneaux.

2.6.4. Revêtements

Le béton cellulaire est un matériau de gros œuvre présentant un aspect semi-fini. Des différences de teinte et de structure sont possibles sur des panneaux non revêtus. De même, les éléments de bardage peuvent présenter des épaufrures dues au transport et/ou au montage. Toutes réparations s'effectueront après pose au moyen d'un mortier de ragréage adéquat fourni par Xella.

Face extérieure

Cas des panneaux non revêtus extérieurement

La face extérieure des éléments de mur peut être laissée brute (notamment en l'absence d'exigence d'étanchéité à l'eau).

Cas des panneaux complétés par un revêtement extérieur

Ce revêtement doit être imperméable à la pluie et perméable à la vapeur d'eau.

Les revêtements extérieurs mis en œuvre sur les panneaux HEBEL sont les suivants :

- Enduits compatibles avec le béton cellulaires mis en œuvre selon les prescriptions du fabricant et conformément au NF DTU 26.1.
- Peintures compatibles avec le béton cellulaire mise en œuvre conformément au NF DTU 59.1.
- Bardages rapportés faisant l'objet d'un Avis Technique en cours de validité visant les supports en béton cellulaire. Les fixations dans le béton cellulaire doivent être vérifiées au niveau de la résistance.

Face intérieure

La mise en œuvre de revêtements intérieurs est possible, notamment si l'aspect du matériau est une exigence déterminante. Ces revêtements peuvent être de types enduits ou peinture et doivent être posés selon les prescriptions du fabricant et conformément au NF DTU 26.1 et NF DTU 59.1 respectivement.

2.6.5. Eléments de fixation (Figures 20a – 20b – 20c)

Type A2

Il est constitué d'une plaquette en parallélogramme percée de trois trous pour le passage de clous cylindriques de type Gunnebo et dont une extrémité forme un crochet destiné à embrasser l'aile d'un profilé métallique. Dans le type A2, l'extrémité du crochet est dans le plan de la plaque.

Pour les densités inférieures à 400 kg/m³, la fixation A2 est remplacée par la fixation A400

Type Z

C'est une plaque pliée en forme de « Z » dont l'une des branches est percée de deux trous destinés au passage des clous de fixation de type HEMA.

Fixations KREMO, B1, B400, C1/L, C1/R, C400/L et C400/R

- KREMO 1, destinée à la fixation simultanée de deux panneaux sur rail, présente un axe de symétrie et six trous à clous,
- KREMO 2, destinée aux fixations d'angle sur rail, comporte trois trous et une patte désaxée,
- KREMO 3 diffère de la précédente par la patte, en forme d'angle droit pour accrochage sur l'aile d'un profilé métallique,
- KREMO 4 comporte trois trous et une patte déportée, pour insertion dans un rail.
- Type B1, destinée au fixation simple sur rail, comporte trois trous et une patte désaxée.
- C1/L et C1/R, destinée au fixation simple en absence d'un rail, comporte trois trous et une patte désaxée.
- Pour les densités inférieures à 400 kg/m³, les fixations B1, C1/L et C1/R sont remplacés par la fixation B400.

Fixations avec pièce « T »

La pièce de fixation, en forme de « T », est en acier galvanisé de 3 mm d'épaisseur. Elle est clouée sur le chant des panneaux au moyen de 6 clous spéciaux HEBEL de 100 mm de longueur. Elle est accrochée sur l'ossature par l'intermédiaire de l'encoche. La profondeur de cette dernière est de 60 mm, ce qui limite à 20 mm la flèche active de la poutre.

2.7. Divers**2.7.1. Charge de calcul ELU pour les fixations des panneaux en kN**

Ces valeurs sont déduites des essais référencés ci-après. Le tableau en Annexe au Dossier Technique indique les valeurs de résistance caractéristiques des fixations dans du béton cellulaire. Pour obtenir la valeur de calcul, une réduction de résistance est appliquée par utilisation du coefficient matériau $\gamma_c = 1,73$ selon la valeur prescrite par la norme EN 12602.

2.7.2. Réparations

Au cours des différentes manipulations de chargement et déchargement des camions, déplacements divers sur chantier, mise en œuvre, etc..., des éléments peuvent être épauprés.

Pour conserver les caractéristiques du produit, les épauprures seront réparées sur chantier après mise en œuvre des panneaux avec un produit spécialement conçu pour les panneaux de façade HEBEL (ALSECCO).

Les réparations des grosses épauprures seront armées avec des clous spéciaux en aluminium.

La teinte et la structure du produit de réparation sont légèrement différentes du panneau.

Les réparations restent visibles.

2.7.3. Conditions d'exploitation du procédé

Les éléments sont fabriqués sur commande dans l'usine XELLA de Landgraaf (NL). Ils sont calculés et distribués en France par XELLA Béton Cellulaire BE sous la marque HEBEL. A la demande des entreprises, cette dernière société leur assure une assistance technique, notamment au début des travaux.

2.8. Résultats expérimentaux

- Des essais sur les types de fixation A2 -- Z -- ancrés dans des panneaux de façade en béton cellulaire de 15 cm d'épaisseur ont été réalisés, par le Laboratoire Magnel de Recherche sur Béton de l'Université de GAND (B), et ont fait l'objet du rapport 99/0550 aCVS/MS en date des 4 et 7 janvier 2000.
- A l'appui d'une Zulassung du DiBt, des essais ont été réalisés sur les fixations KREMO par le « Staatliches Materialprüfungsamt Nord Rhein Westfalen » de Dortmund (D) – Rapport d'essai n°21 0313 2 88-03 du 12 novembre 1991 et par le « Landesgewerbeanstalt Bayern LGA » de Nuremberg – Rapport d'essais 29228376/b du 6 août 1993.
- Essais de chocs selon la norme ISO 7892 :1998.
- Essais et PV feu : WarringtonFire (WFR_15081A et WFR_15082A), Avis de laboratoire CSTB (R12-131) et Efectis (13-A-070, 13-A-071 et 13-A-072).

2.9. Références**2.9.1. Données environnementales¹**

Le procédé « Panneaux de façade HEBEL » ne fait pas l'objet d'une Déclaration Environnementale (DE) au sens de l'arrêté du 31 août 2015.

Les données issues des DE ont notamment pour objet de servir au calcul des impacts environnementaux des ouvrages dans lesquels les procédés visés sont susceptibles d'être intégrés.

1 Non examiné par le Groupe Spécialisé dans le cadre de cet Avis

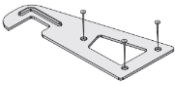
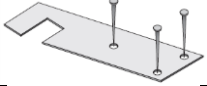
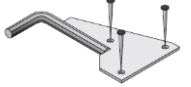
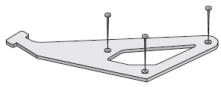
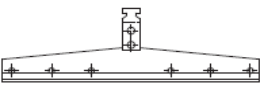
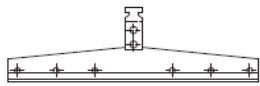






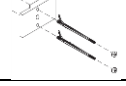
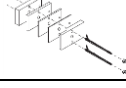
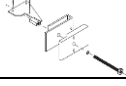
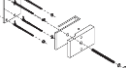
2.9.2. Autres références


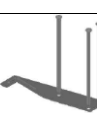




Plus de 7.000.000 m² en France, dont environ 2.000.000 m² depuis la formulation de l'Avis Technique n° 1/92-655, correspondant à diverses opérations parmi lesquelles figurent :

Chantiers	Lieux	Maître d'ouvrage	Maître d'œuvre	Année	Surface murs Hebel (m2)
ENTREPOT FRIGORIFIQUE SA ARDO	56 Guorin	SA Ardo		2017	1300
Pellenc	84 Pertuis	Pellenc	Pellenc	2017	800
Hyper U	34 Agde	Hyper U	KP1	2017	1200
FM Logistique	27 Heudebouville	FM Logistique	NG Concept	2017	2200
EDF	60 St Leu D'Esserent	EDF		2017	7400
GLD	38 Villard Bonot	GLD	Tauleigne	2017	3800
Retail Park	30 Uzes		IDEC	2017	1600
Ricard	59 Vendeville	Ricard	GSE	2017	2400
FM Logistique	77 Mormant	FM Logistique	NG Concept	2017	2450
XPO	13 Fos sur Mer	XPO	IDEC	2017	9500
Base Logistique Thalium	30 Garons	Thalium	SGF	2017	23000
Aviva	60 Nanteuil Le Haudoin	Aviva	GSE	2017	9600
Prologis	95 Marly La Ville	Prologis		2017	12000
Carrefour	18 Bourges	Carrefour	IDEC	2017	9000
Prologis DC4	77 Mossy Cramayel	Prologis	IDEC	2017	17100
Transgourmet	33 St Loubes	Transgourmet		2017	6830
Carrefour	28 Poupry	Carrefour	GSE	2017	35000
Conforama	77 Tournan en Brie	Conforama	IDEC	2018	36667
FM Logistique	44 Escrennes	FM Logistique	NG Concept	2018	6000
Goodman	59 Lambres lez Douais	Goodman	IDEC	2018	10667
Ikea	69 venissieux	Ikea	AMBI	2018	4333
TSA	62 Arques	TSA	Stratege	2018	4733
Goal	59 Anzin	Goal	Ramery	2018	4667
WE Connect	78 Collegien	WE connect	MD Construction	2018	2800
Goodman	77 Bailly Romainvilliers	Goodman	Quartus	2018	3667
Goodman	42 Andezieux	Goodman	GSE	2018	4333
Plateforma logist. R3I	60 Crepy en Valois	R3I	NG Concept	2018	5667
Pomona	91 Wissous	Pomona	IDEC	2018	3000
Gazeley	77 Dammartin en Gele	Gazeley	Quartus	2018	4000
Parcolog	77 Moussy le Neuf	Parcolog	MD Construction	2018	7000
SCI Thely	38 St Quentin Fallavir	SCI Thély	SGF	2019	6533
FM Logistique	67 Mommenheim	FM Logistique	NG Concept	2019	3667
FIC	30 St Gilles	FIC	GSE	2019	3733
Prologis	95 Marly la ville	Legendre		2019	3667
Baytree	41 MER	Baytree	MD Construction	2019	22333

2.10. Annexes du Dossier Technique -Tableaux et figures

Résistances caractéristique et de calcul des fixations

Résistance des fixations pour panneaux de bardage en béton cellulaire (Résistance vis à vis d'une sollicitation d'arrachement perpendiculaire au mur)						
Type d'ancrage	Densité (kg/m ³)	Epaisseur (mm)	Source	Date	Charge caractéristique (kN/ancrage)	Charge de calcul ELU (kN/ancrage)
						$\gamma_M = 1,73$
A1 	550	150	Magnel N° 201726-a	15-01-02	2,24	1,29
A2/6D 	550	150	Magnel N° 990550-a	07-01-00	3,97	2,29
A3 	550	150	Magnel N° 201726-b	15-01-02	2,39	1,38
B1 - C1/L - C1/R 	550	150	Magnel N° 201726-d	15-01-02	2,18	1,26
Kremo 63815 Kremo type 1 	550	175-200	Z-21.8-1925	30-07-10	3,50	2,02
Kremo 63817 Kremo type 1 	550	175-200	Z-21.8-1925	30-07-10	3,50	2,02
Kremo 69910 Kremo type 3 	550	150-175	Z-21.8-1842	19-07-10	3,50	2,02
Kremo 69913 Kremo type 3 	550	175-300	Z-21.8-1842	19-07-10	5,35	3,09
Kremo 70817 Kremo type 4 	550	175-300	Z-21.8-1842	19-07-10	3,30	1,91
Kremo 71815 Kremo type 4 	550	150-175	Z-21.8-1842	19-07-10	2,50	1,45
Kremo 71817 Kremo type 4 	550	150-175	Z-21.8-1842	19-07-10	2,50	1,45
Kremo 73817 Kremo type 2 	550	150-175	Z-21.8-1925	30-07-10	3,30	1,91
Ancr. de fusion Syst. 1 	550	150	Magnel N° 201726-e	15-01-02	4,04	2,34
Ancr. de fusion Syst. 2 	550	150	Magnel N° 201726-f	15-01-02	3,08	1,78
Ancr. de fusion Syst. 3 	550	150	Magnel N° 201726-g	15-01-02	2,30	1,33
Ancr. de fusion Syst. 4 	550	150	Magnel N° 201726-h	15-01-02	2,45	1,42

Type d'ancrage	Densité (kg/m ³)	Epaisseur (mm)	Source	Date	Charge caractéristique (kN/ancrage)	Charge de calcul ELU (kN/ancrage)
Z (2 trous) 	550	150	Magnel N° 201726-c	15-01-02	3,66	2,12
T 	400	200	Magnel N° 2005438-d	29-08-05	2,18	1,26
A400 	400	240	Magnel N° 2010/230-b	23-09-10	2,57	1,49
B400 - C400/L - C400/R 	400	240	Magnel N° 2010/230-a	23-09-10	4,18	2,42
Xella Boomerang (Typ 17) 	550	175	Z-21.8-1857	04-12-09	3,20	1,85
Xella Boomerang (Typ 16) 	550	200	Z-21.8-1857	04-12-09	6,00	3,47



Kruibeeksesteenweg 24
BE-2070 Burcht - Belgique
Tel. +32.(0)3/250.47.00
Fax +32(0)3/250.47.07
E-mail plans@xella.com

CARNET DE DETAILS

MISE EN OEUVRE DES PANNEAUX

Pose horizontale

Pose Verticale

D.T.1



Krulbeeksesteenweg 24
BE-2070 Burcht - Belgique
Tel. +32.(0)3/250.47.00
Fax +32(0)3/250.47.07
E-mail plans@xella.com

LEGENDE : AVIS TECHNIQUE BARDAGE Nr.

- ① Dalles de bardage HEBEL - montage horizontal
- ② Dalles de bardage HEBEL - montage vertical
- ④ Structure béton armé
- ⑤ Structure métallique
- ⑥ Longrine béton armé
- ⑦ Membrane d'étanchéité
- ⑧ Mortier
- ⑨ Compriband 15 x 15 mm
- ⑩ Rail d'ancrage 28/15 ou 38/17
- ⑪ Joint souple d'étanchéité sur fond de joint
- ⑫ Joint souple d'étanchéité
- ⑬ 1/2 IPE galvanisée, fixée à la colonne
- ⑭ Plaque "Z" (nr.7) + clou HEMA
- ⑮ Structure bols
- ⑯ Pièce d'ancrage 6D + clous GUNNEBO
- ⑰ Equerre métallique galvanisée
- ⑱ Profil métallique (ancré dans le poteau)
- ⑲ Clou galvanisé 200/6
- ⑳ Couvre-joint
- ㉑ Matériau compressible
- ㉒ Fixation Kremo type 688001
- ㉓ Fixation Kremo type 67800
- ㉔ Tige fileté M8
- ㉕ Fixation nr. 903006 + clous 120100
- ㉖ Manchon soudé
- ㉗ Platine 50 x 300 x 2 galvanisée + clous gunnebo
- ㉘ Console
- ㉙ Fixation Kremo type 63 815 - 63 817
- ㉚ Fixation Kremo type 73 815 - 73 817
- ㉛ Fixation Kremo type 69 910 - 69 913
- ㉜ Fixation Kremo type 71 815 - 71 817 - 70 815 - 70 817
- ㉝ Joint mortier
- ㉞ YTOCOL
- ㉟ KLEFU
- ㊱ Fixation " T "

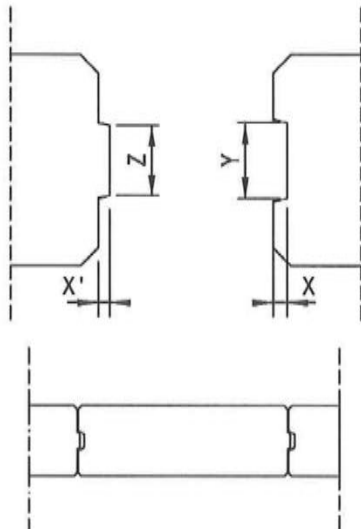
D.T.2

xella

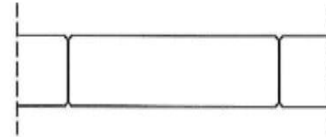
hebel

Kruibeeksesteenweg 24
BE-2070 Burcht - Belgique
Tel. +32.(0)3/250.47.00
Fax +32(0)3/250.47.07
E-mail plans@xella.com

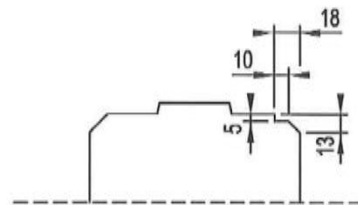
Profil tenon et mortaise - pose horizontale



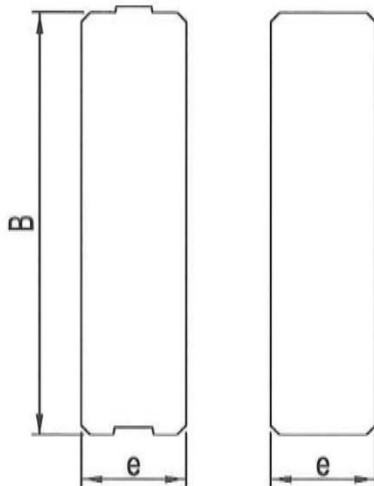
Profil lisse/lisse



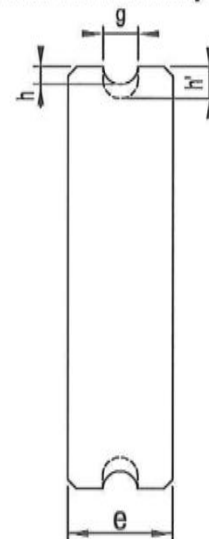
Tenon - pose verticale



Profil tenon et mortaise



Profil tenon hémicylindrique



Epaisseur (e)	150	200	240	300
X (mm)	10	10	10	10
X' (mm)	8	8	8	8
Y (mm)	54	54	54	54
Z (mm)	50	50	50	50

Epaisseur (e)	150-400
g (mm)	50
h (mm)	30
h' (mm)	50

D.T.3

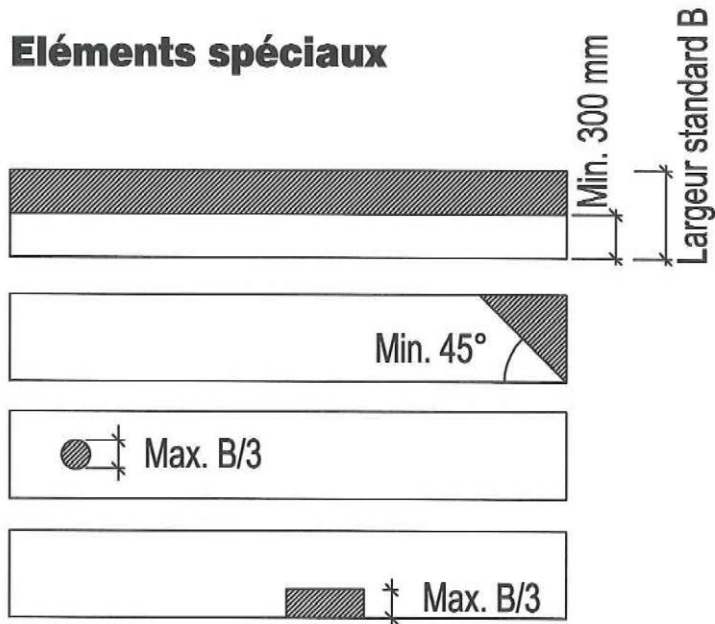
Fig. 1

xella

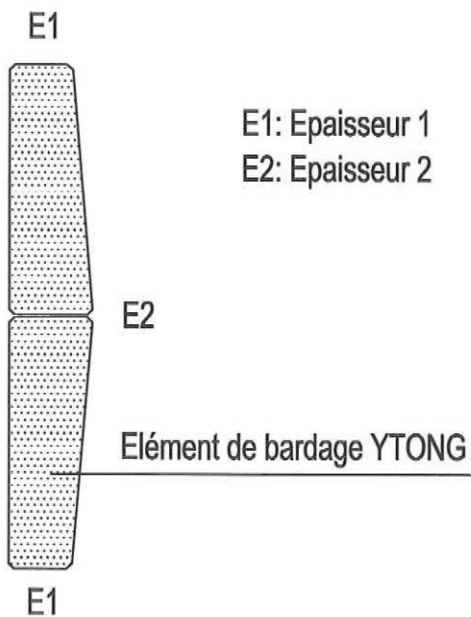


Kruibeeksesteenweg 24
BE-2070 Burcht - Belgique
Tel. +32.(0)3/250.47.00
Fax +32(0)3/250.47.07
E-mail plans@xella.com

Eléments spéciaux



Coupe transversale



D.T.4

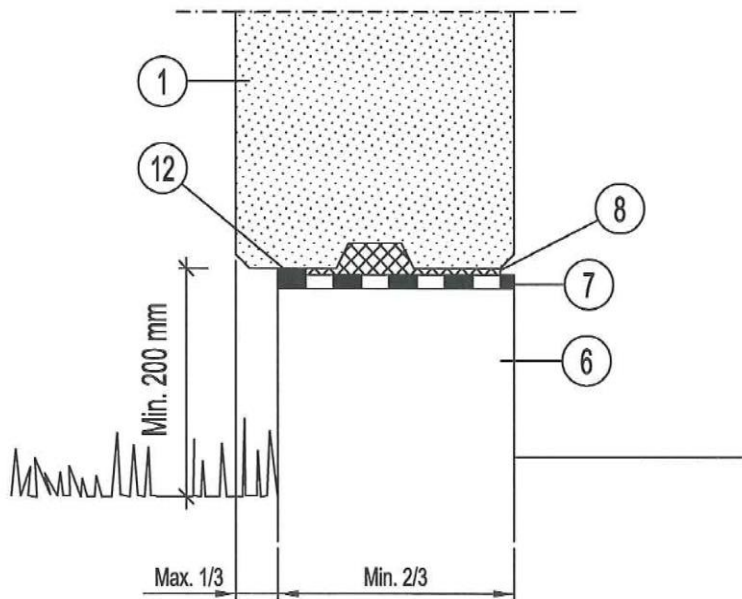
Fig. 2

xella

 hebel

Kruibeeksesteenweg 24
BE-2070 Burcht - Belgique
Tel. +32.(0)3/250.47.00
Fax +32(0)3/250.47.07
E-mail plans@xella.com

Détail Longrine



D.T.5

Fig. 3

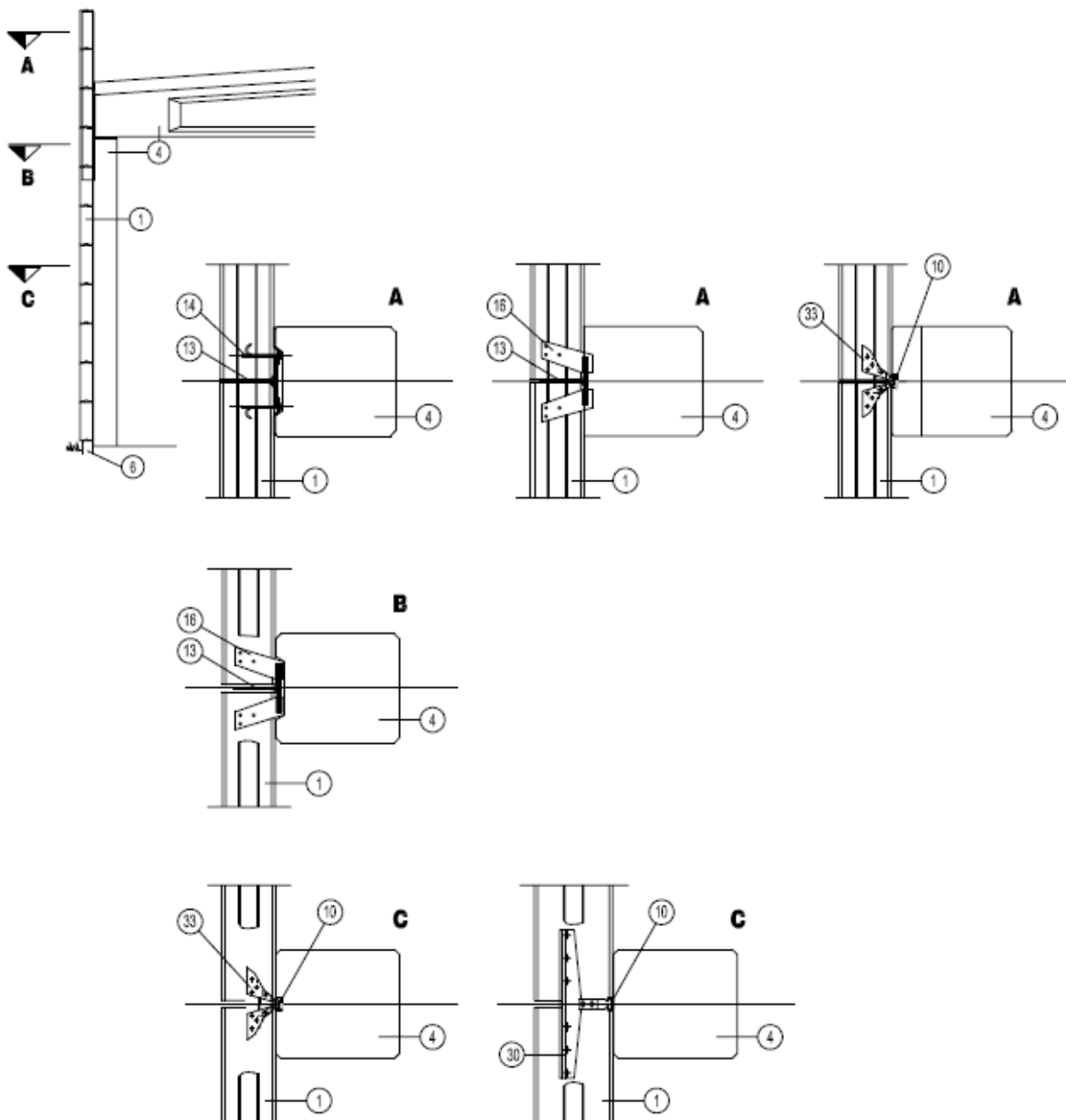
xella



Krulbeeksesteenweg 24
BE-2070 Burcht - Belgique
Tel. +32.(0)3/250.47.00
Fax +32(0)3/250.47.07
E-mail plans@xella.com

Fixations panneaux Pose horizontale sur structure béton

Éléments courants



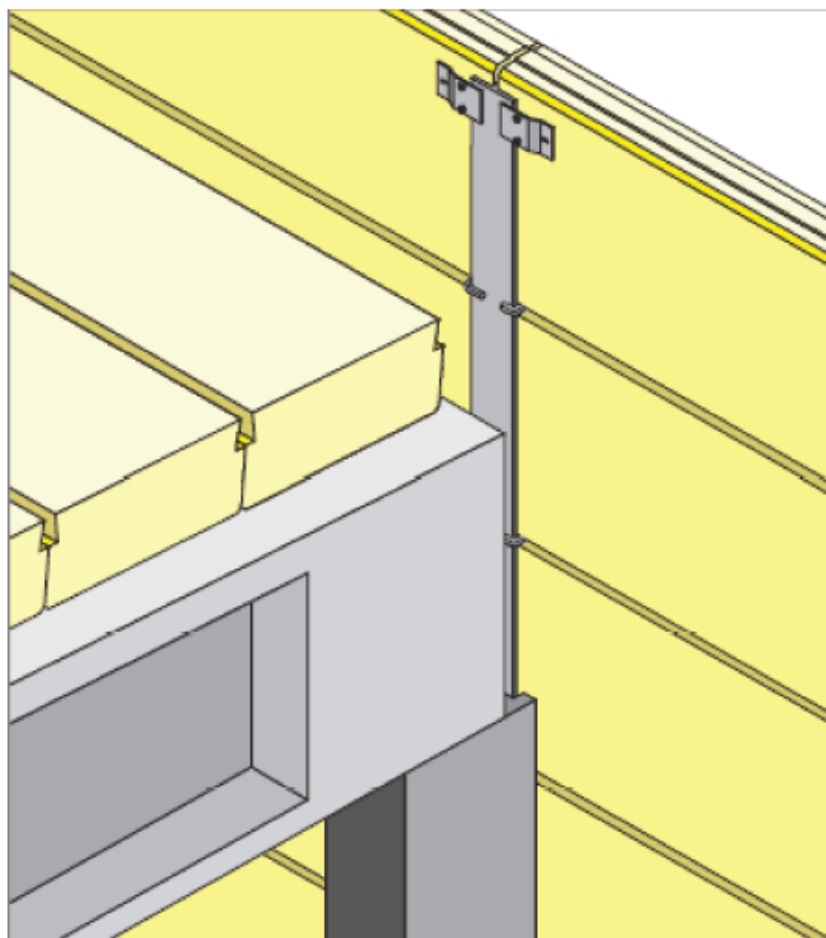
D.T.6

Fig. 4

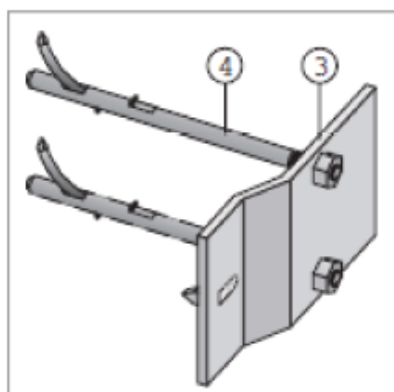
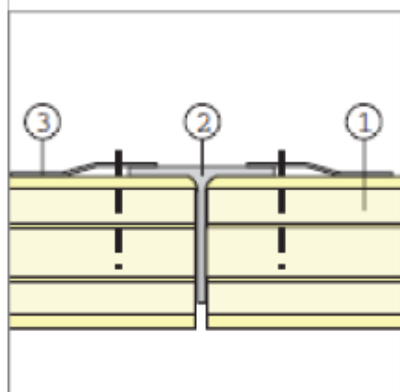
xella

 **hebel**

Krulbeeksesteenweg 24
BE-2070 Burcht - Belgique
Tel. +32.(0)3/250.47.00
Fax +32(0)3/250.47.07
E-mail plans@xella.com



- 1 Dalle de bardage
- 2 Profil T d'acrotère
- 3 Pièce d'ancrage TYPE Z
- 4 Clou HEMA avec écrou



D.T.6bis

Fig. 4bis

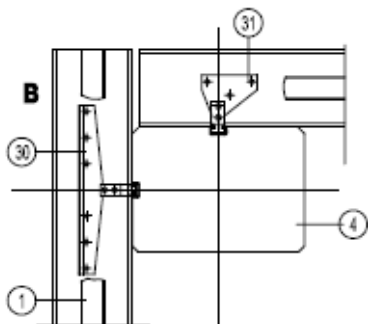
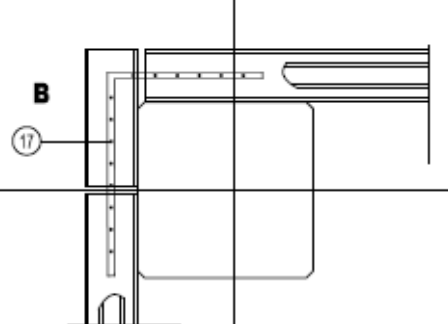
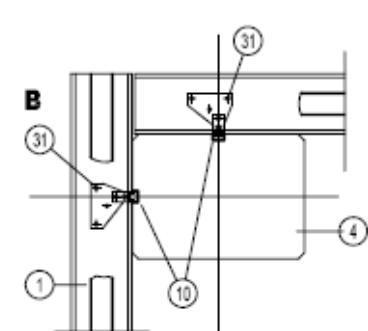
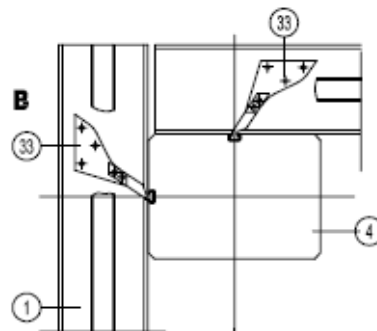
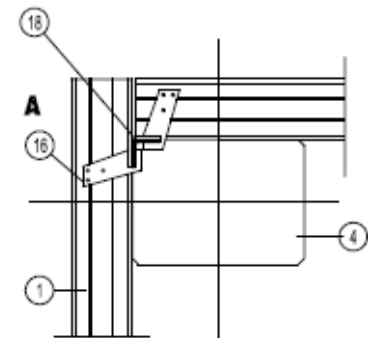
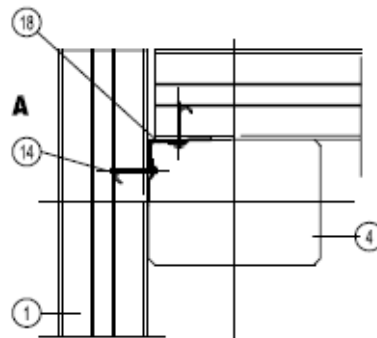
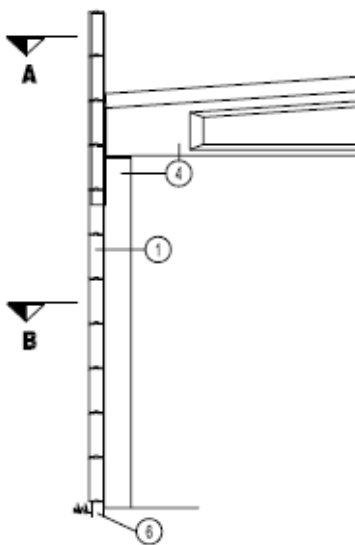
xella



Krulbeeksesteenweg 24
BE-2070 Burcht - Belgique
Tel. +32.(0)3/250.47.00
Fax +32(0)3/250.47.07
E-mail plans@xella.com

Fixations panneraux Pose horizontale sur structure béton

Éléments d'angles



D.T.7

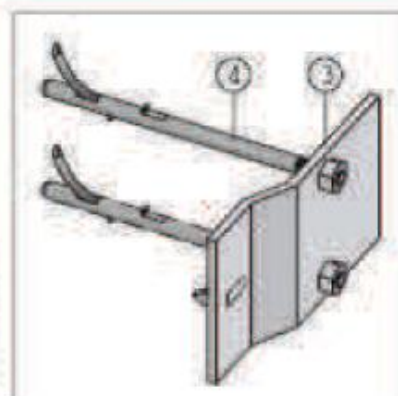
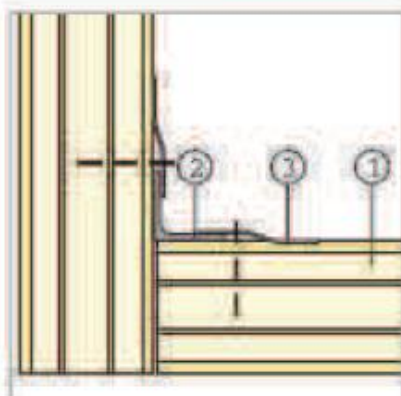
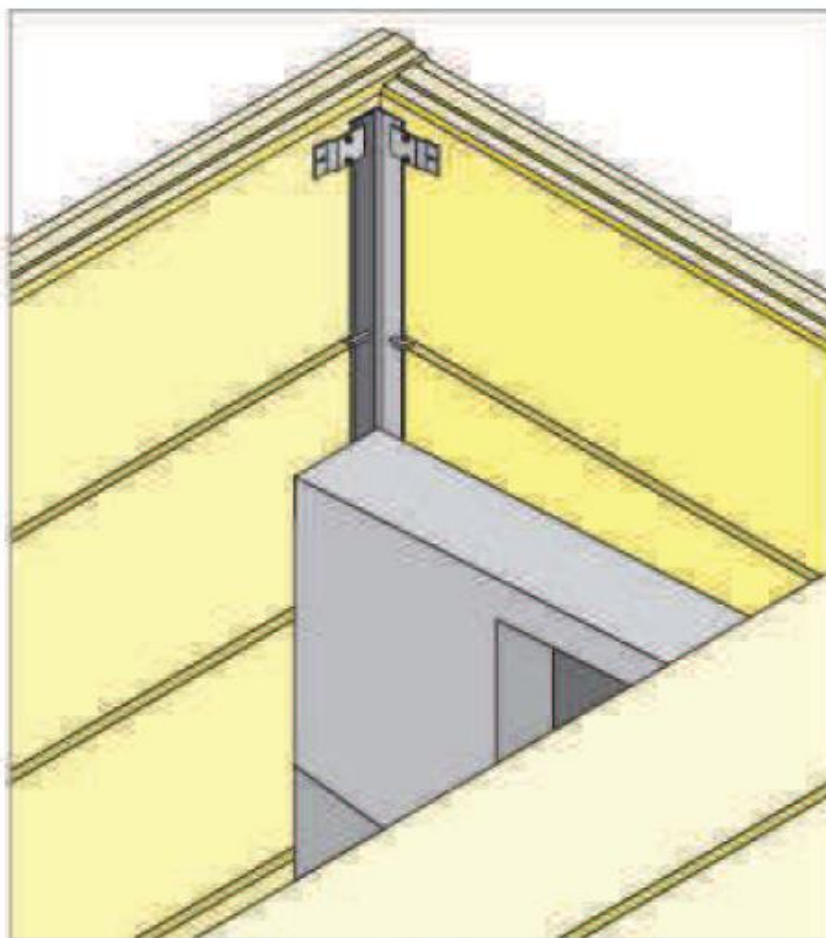
Fig. 5

xella

 **hebel**

Krulbeeksesteenweg 24
BE-2070 Burcht - Belgique
Tel. +32.(0)3/250.47.00
Fax +32(0)3/250.47.07
E-mail plans@xella.com

- 1 Dalle de bardage
- 2 Profil L d'acrotère
- 3 Pièce d'ancrage TYPE Z
- 4 Clou HEMA avec écrou



D.T.7bis

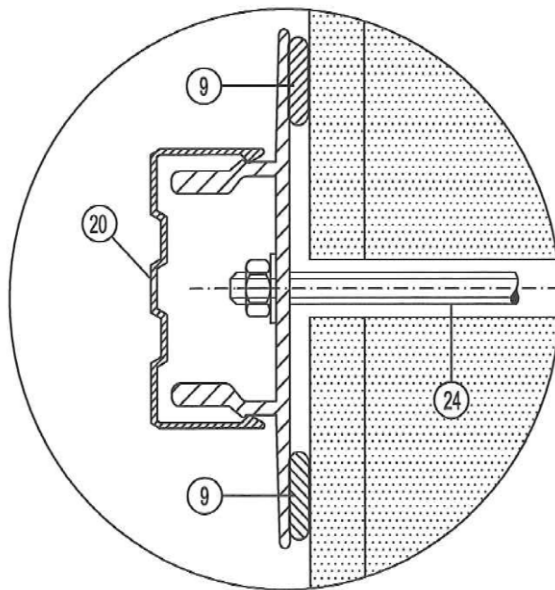
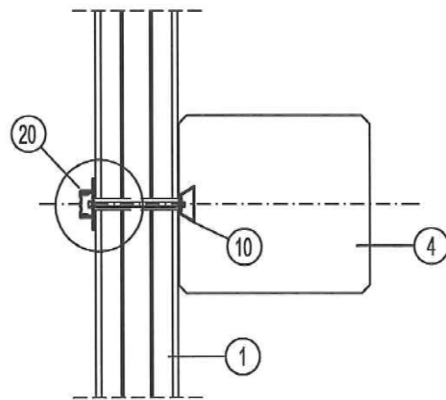
Fig. 5bis

xella

 **hebel**

Kruibeeksesteenweg 24
BE-2070 Burcht - Belgique
Tel. +32.(0)3/250.47.00
Fax +32(0)3/250.47.07
E-mail plans@xella.com

Fixations panneaux Pose horizontale sur structure béton Avec couvre-joint



D.T.8

Fig. 6

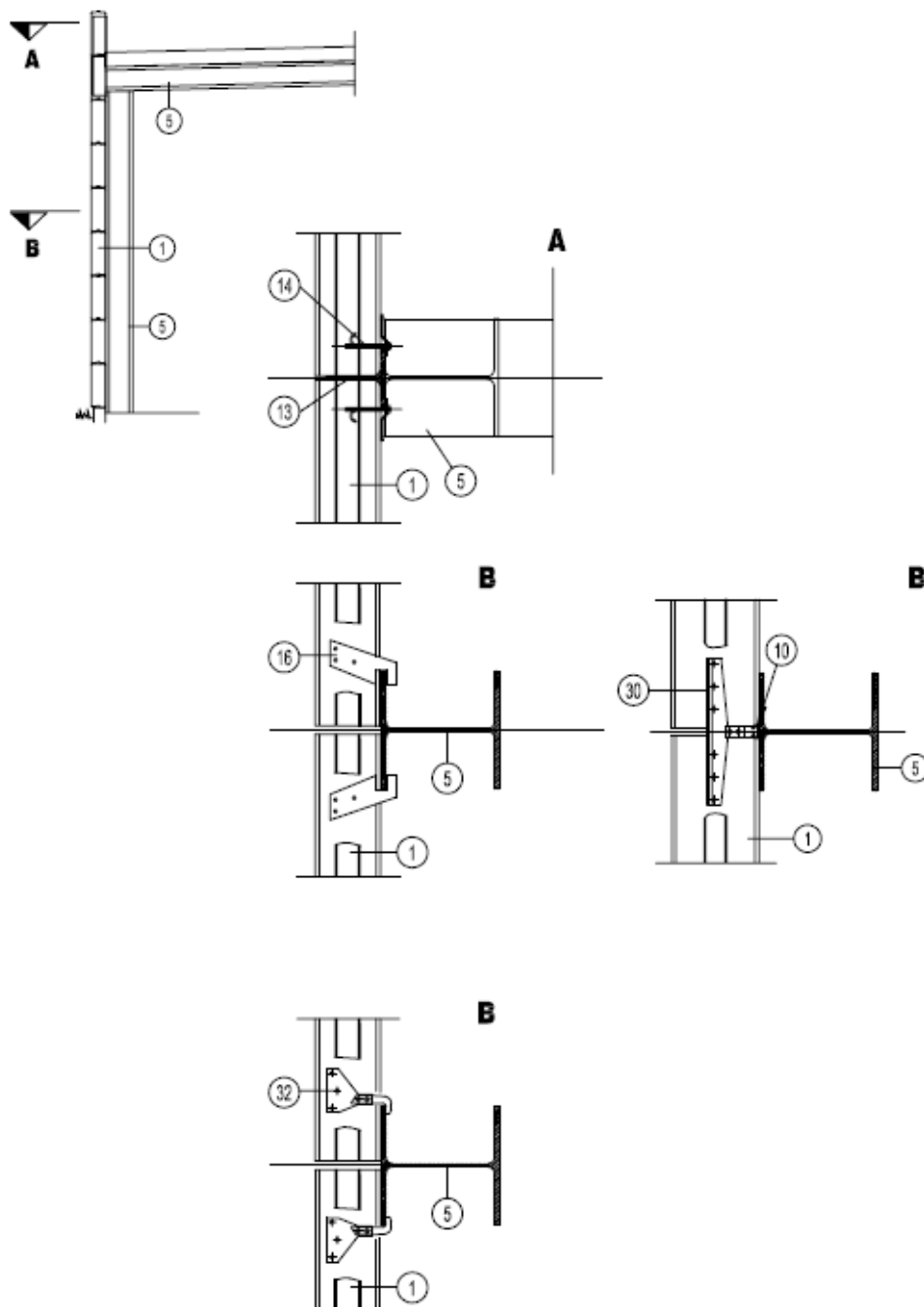
xella



Krulbeeksesteenweg 24
BE-2070 Burcht - Belgique
Tel. +32.(0)3/250.47.00
Fax +32(0)3/250.47.07
E-mail plans@xella.com

Fixations panneaux Pose horizontale sur structure métallique

Éléments courants



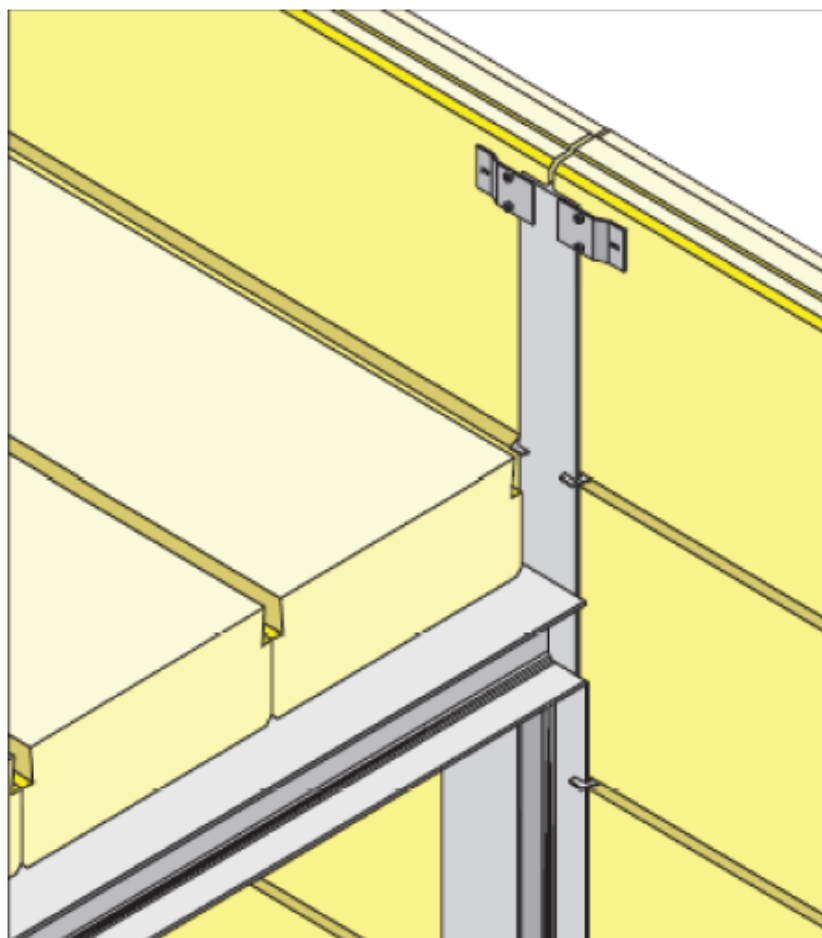
D.T.9

Fig. 7

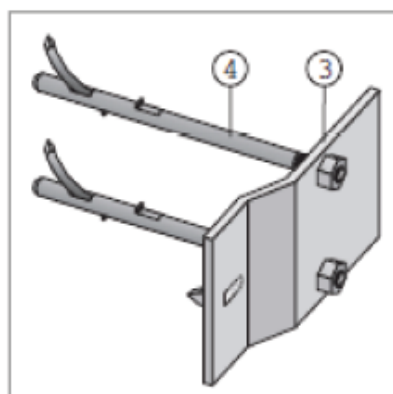
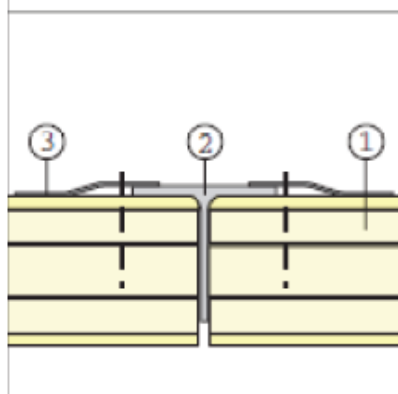
xella

hebel

Krulbeeksesteenweg 24
BE-2070 Burcht - Belgique
Tel. +32.(0)3/250.47.00
Fax +32(0)3/250.47.07
E-mail plans@xella.com



- 1 Dalle de bardage
- 2 Profil T d'acrotère
- 3 Pièce d'ancrage TYPE Z
- 4 Clou HEMA avec écrou



D.T.9bis

Fig. 7bis

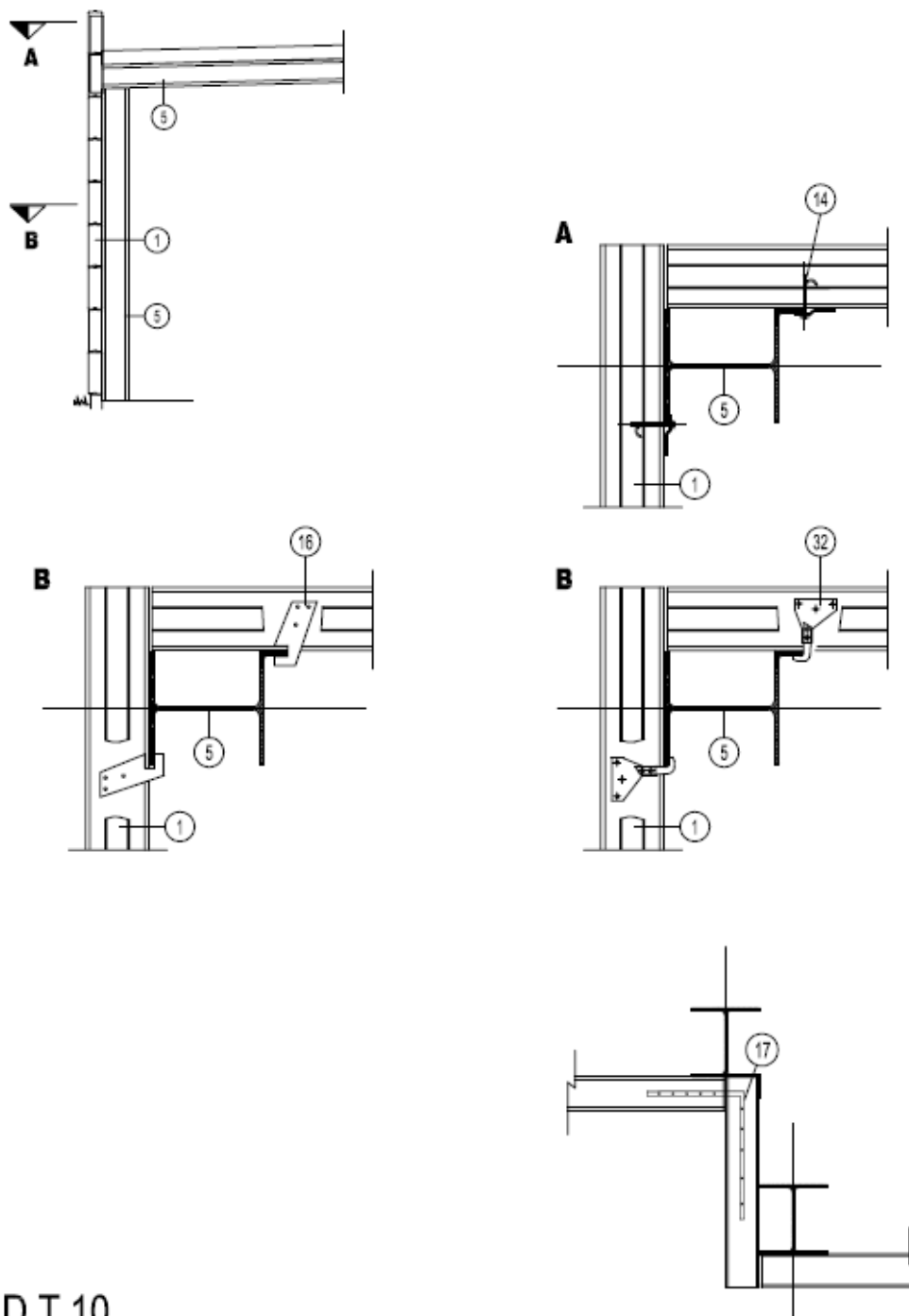
xella



Krulbeeksesteenweg 24
BE-2070 Burcht - Belgique
Tel. +32.(0)3/250.47.00
Fax +32(0)3/250.47.07
E-mail plans@xella.com

Fixations panneaux Pose horizontale sur structure métallique

Éléments d'angles



D.T.10

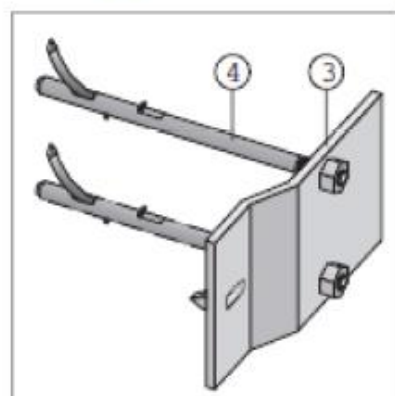
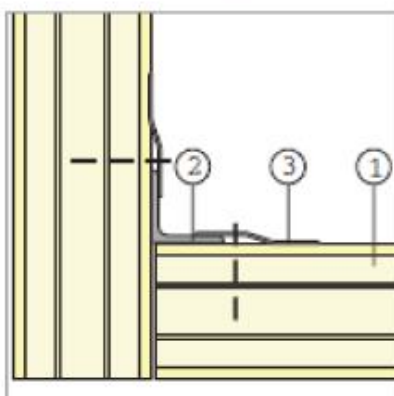
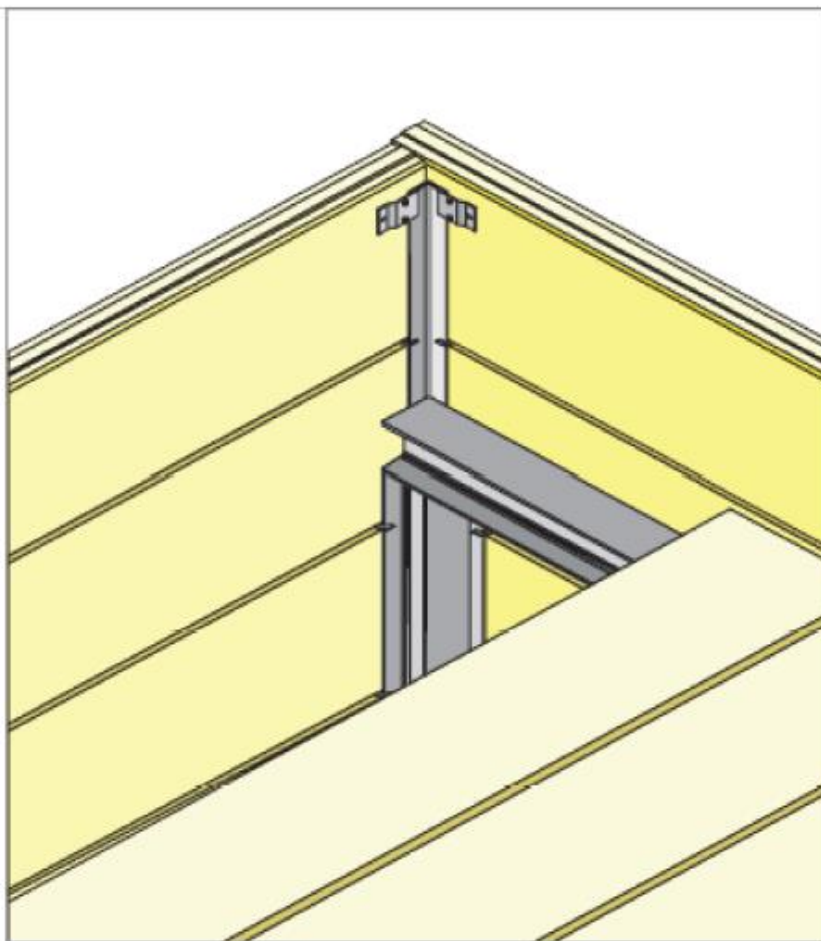
Fig. 8

xella


hebel

Krulbeeksesteenweg 24
BE-2070 Burcht - Belgique
Tel. +32.(0)3/250.47.00
Fax +32(0)3/250.47.07
E-mail plans@xella.com

- 1 Dalle de bardage
- 2 Profil L d'acrotère
- 3 Pièce d'ancrage TYPE Z
- 4 Clou HEMA avec écrou



D.T.10bis

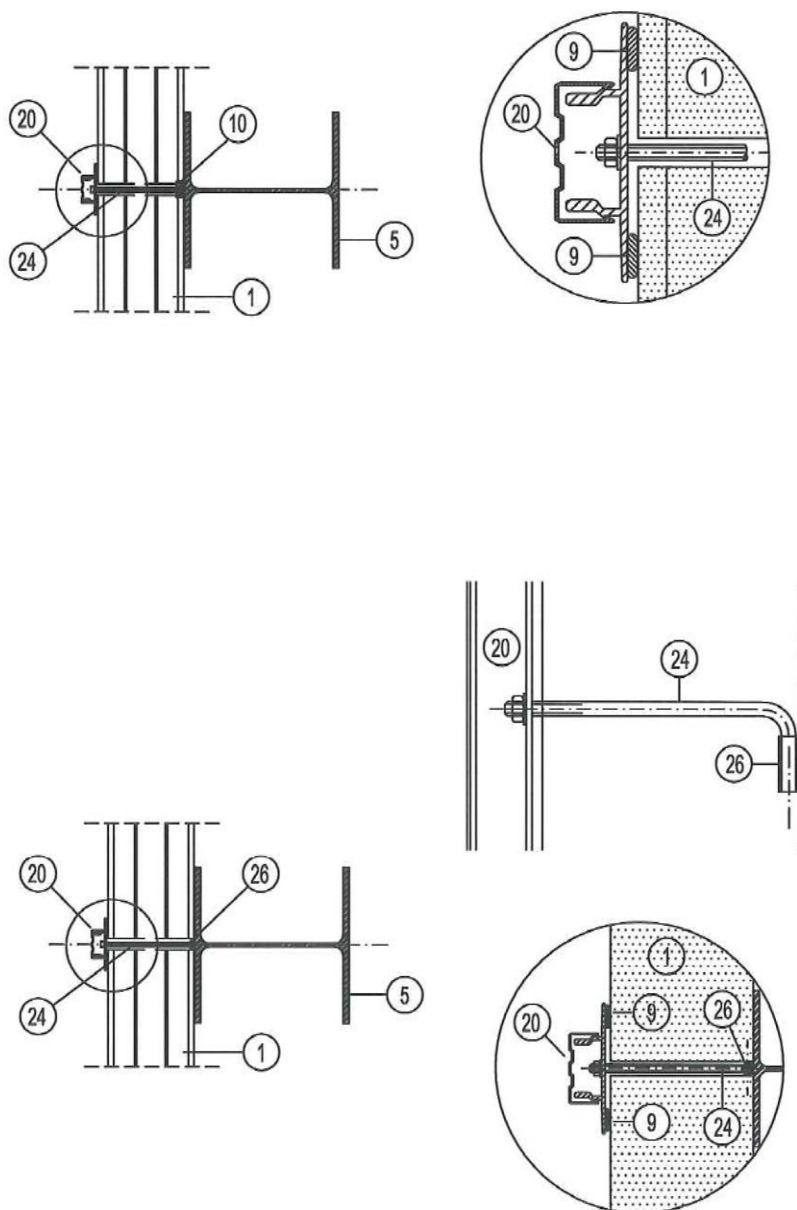
Fig. 8bis

xella

hebel

Kruibeeksesteenweg 24
BE-2070 Burcht - Belgique
Tel. +32.(0)3/250.47.00
Fax +32(0)3/250.47.07
E-mail plans@xella.com

Fixations panneaux Pose horizontale sur structure métallique Avec couvre-joint



D.T.11

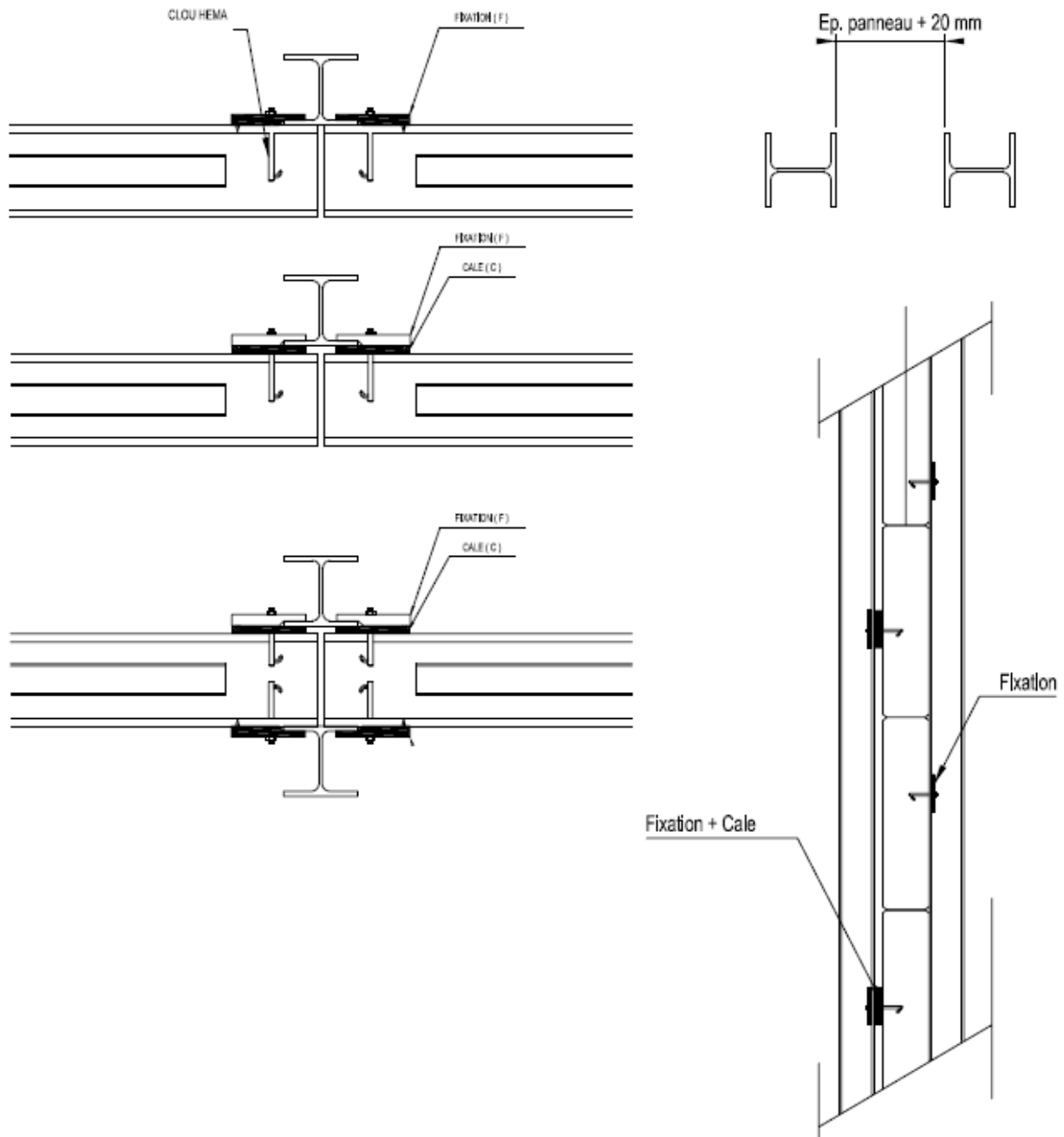
Fig. 9

xella



Krulbeeksesteenweg 24
BE-2070 Burcht - Belgique
Tel. +32.(0)3/250.47.00
Fax +32(0)3/250.47.07
E-mail plans@xella.com

Fixations panneaux Pose horizontale sur structure métallique Avec fixation thermo-fusible



D.T.12

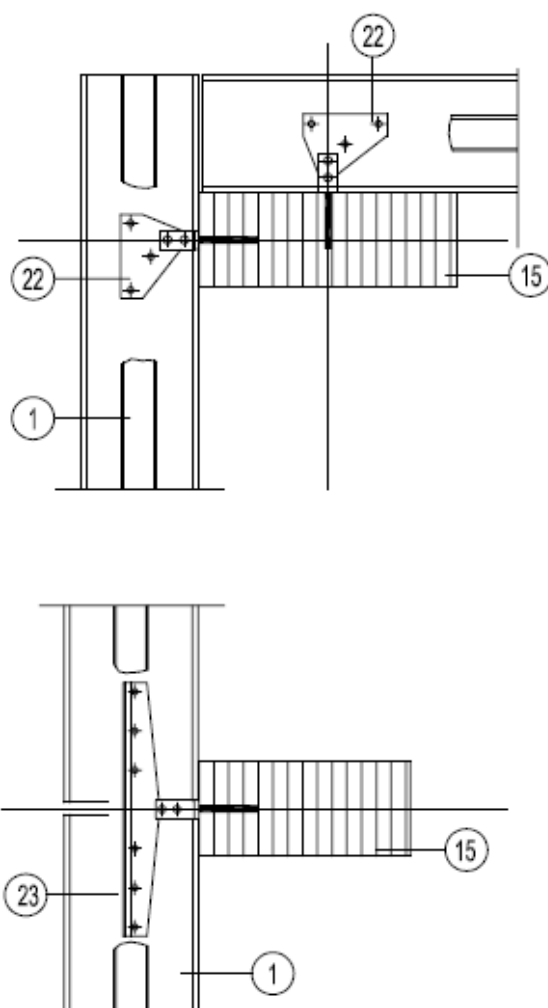
Fig. 10

xella

hebel

Krulbeeksesteenweg 24
BE-2070 Burcht - Belgique
Tel. +32.(0)3/250.47.00
Fax +32(0)3/250.47.07
E-mail plans@xella.com

Fixations panneaux Pose horizontale sur ossature bois



D.T.13

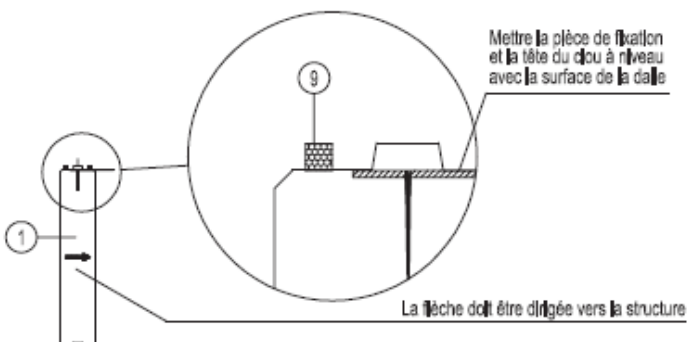
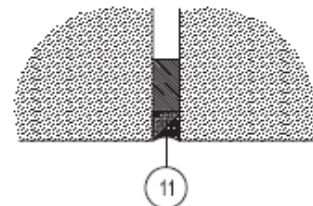
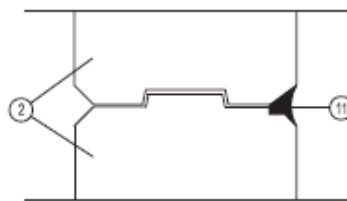
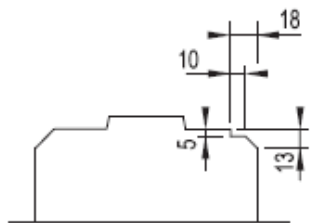
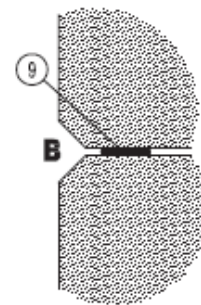
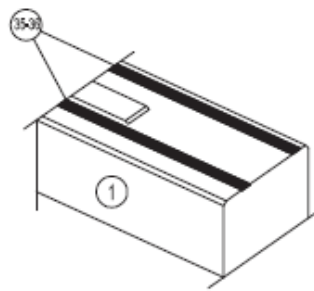
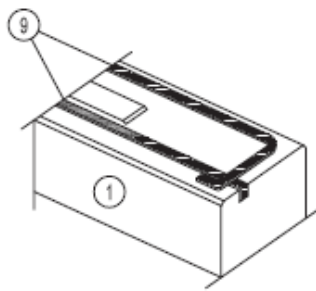
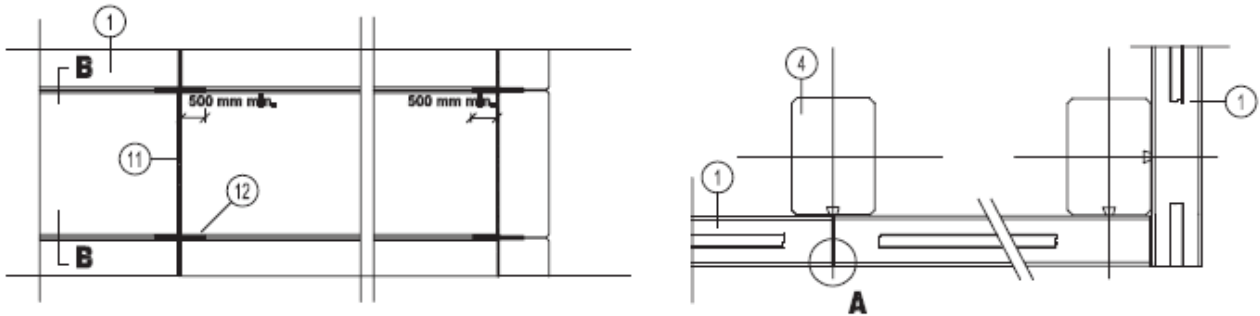
Fig. 11

xella

hebel

Krulbeeksesteenweg 24
BE-2070 Burcht - Belgique
Tel. +32.(0)3/250.47.00
Fax +32(0)3/250.47.07
E-mail plans@xella.com

JOINTS HORIZONTALS ET VERTICAUX



D.T.14

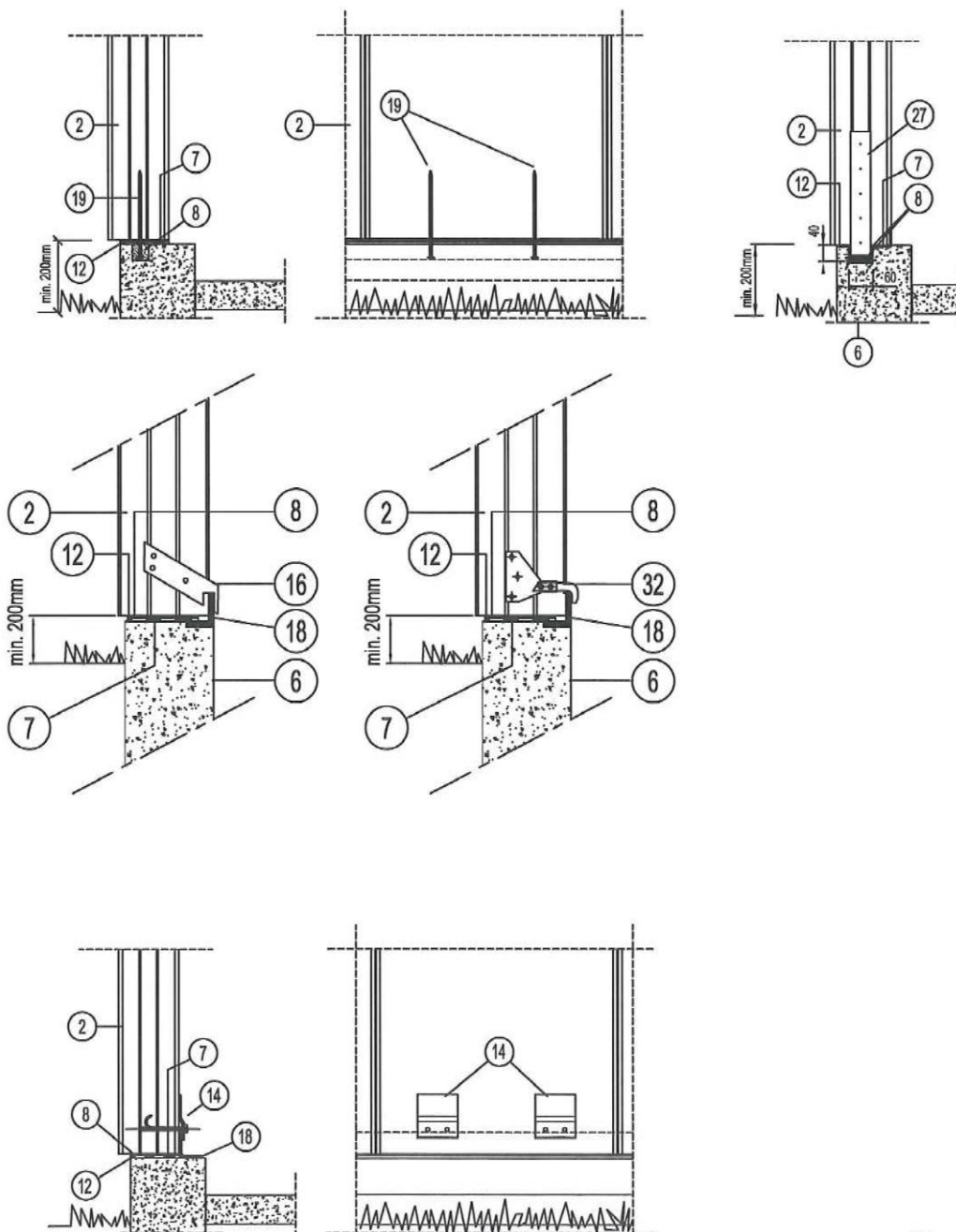
Fig. 12 & 13

xella

hebel

Kruibeeksesteenweg 24
 BE-2070 Burcht - Belgique
 Tel. +32.(0)3/250.47.00
 Fax +32(0)3/250.47.07
 E-mail plans@xella.com

PANNEAUX VERTICAUX LIAISON BASSE



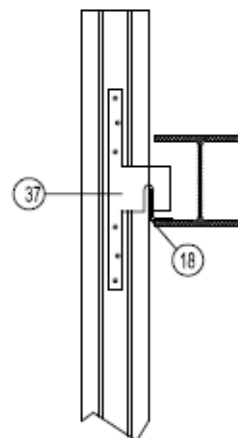
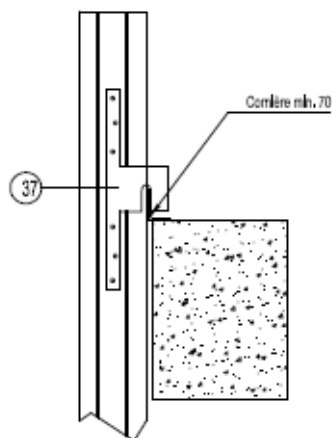
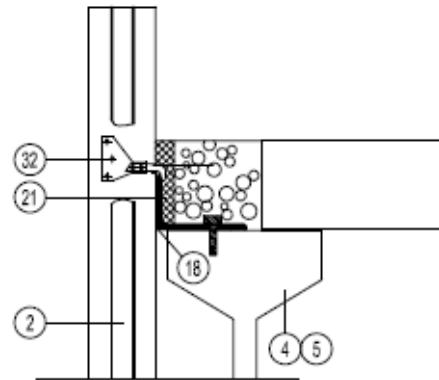
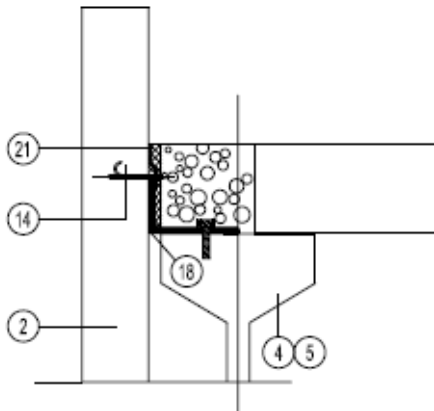
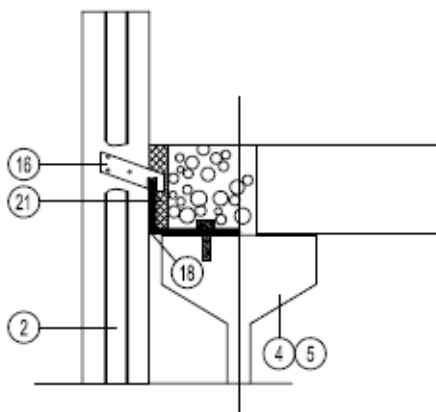
D.T.15

Fig. 14



Krulbeeksesteenweg 24
BE-2070 Burcht - Belgique
Tel. +32.(0)3/250.47.00
Fax +32(0)3/250.47.07
E-mail plans@xella.com

PANNEAUX VERTICAUX LIAISON EN PARTIE HAUTE



D.T.16

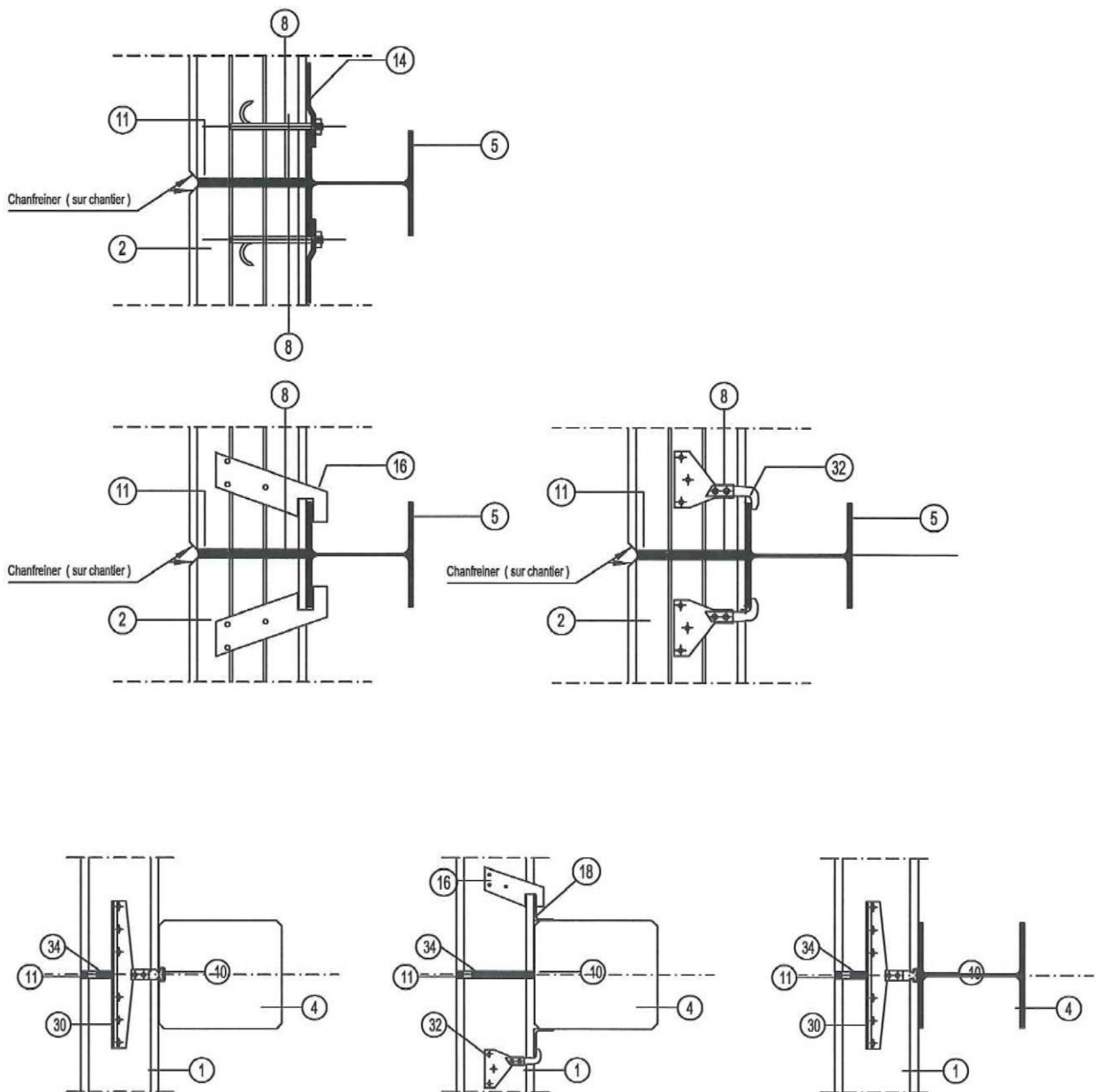
Fig. 15

xella

hebel

Kruibeeksesteenweg 24
BE-2070 Burcht - Belgique
Tel. +32.(0)3/250.47.00
Fax +32(0)3/250.47.07
E-mail plans@xella.com

PANNEAUX VERTICAUX LIAISON EN PARTIE INTERMEDIAIRE



D.T.17

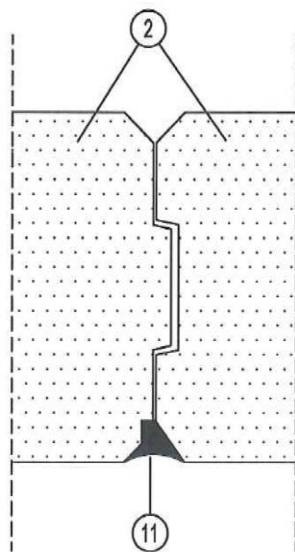
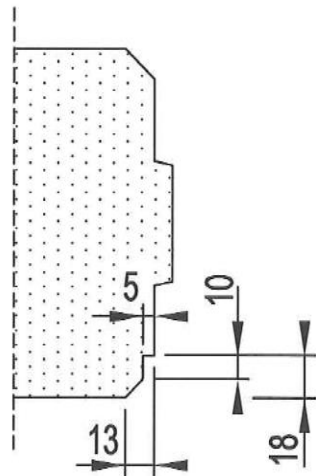
Fig. 16

xella

 hebel

Kruibeeksesteenweg 24
BE-2070 Burcht - Belgique
Tel. +32.(0)3/250.47.00
Fax +32(0)3/250.47.07
E-mail plans@xella.com

PANNEAUX VERTICAUX JOINTS VERTICAUX



D.T.18

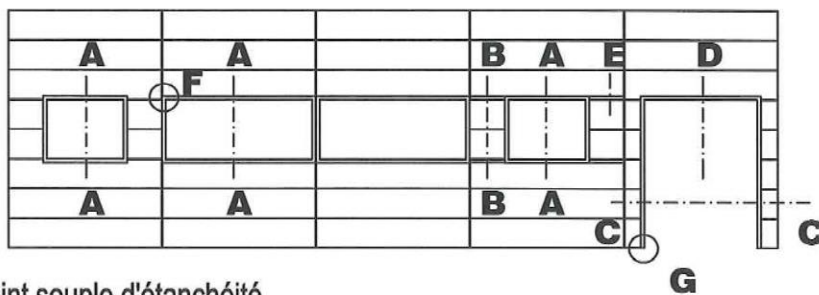
Fig. 17

xella

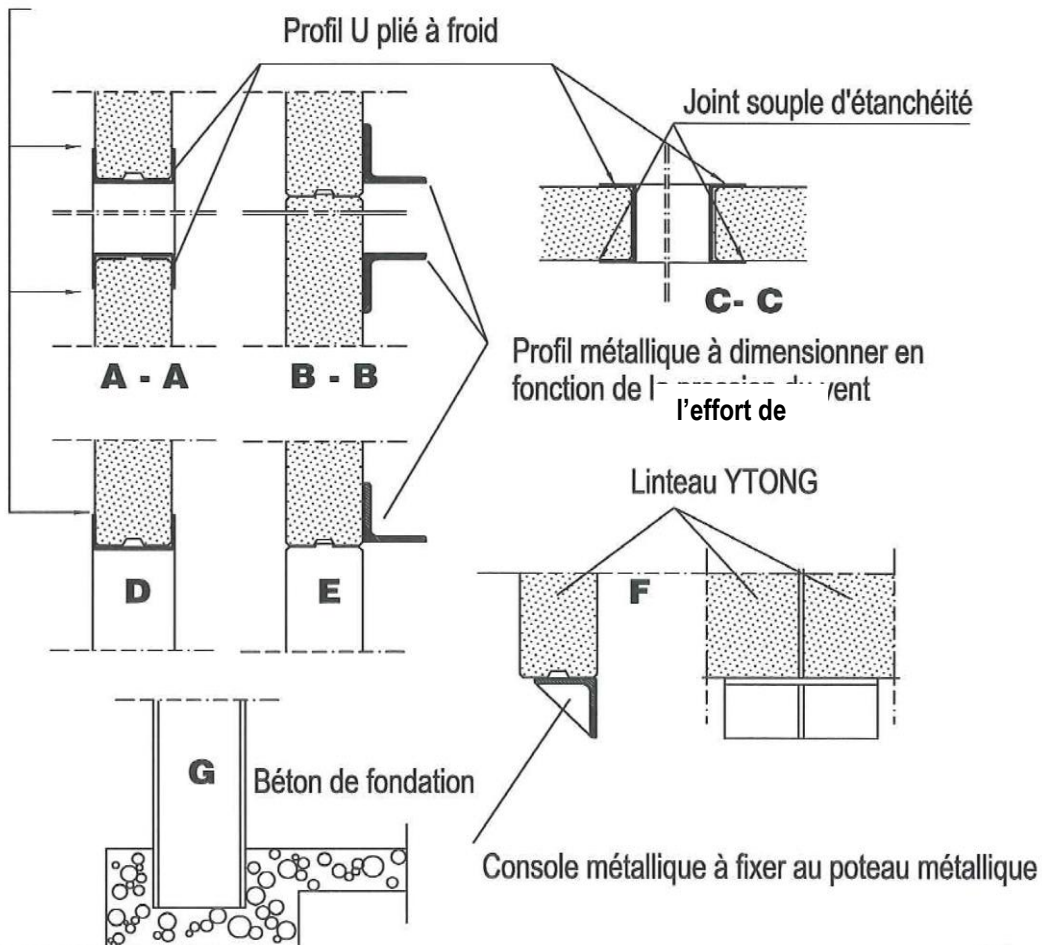
hebel

Kruibeeksesteenweg 24
BE-2070 Burcht - Belgique
Tel. +32.(0)3/250.47.00
Fax +32(0)3/250.47.07
E-mail plans@xella.com

Construction de fenêtres et de portes Pose horizontale



Joint souple d'étanchéité



D.T.19

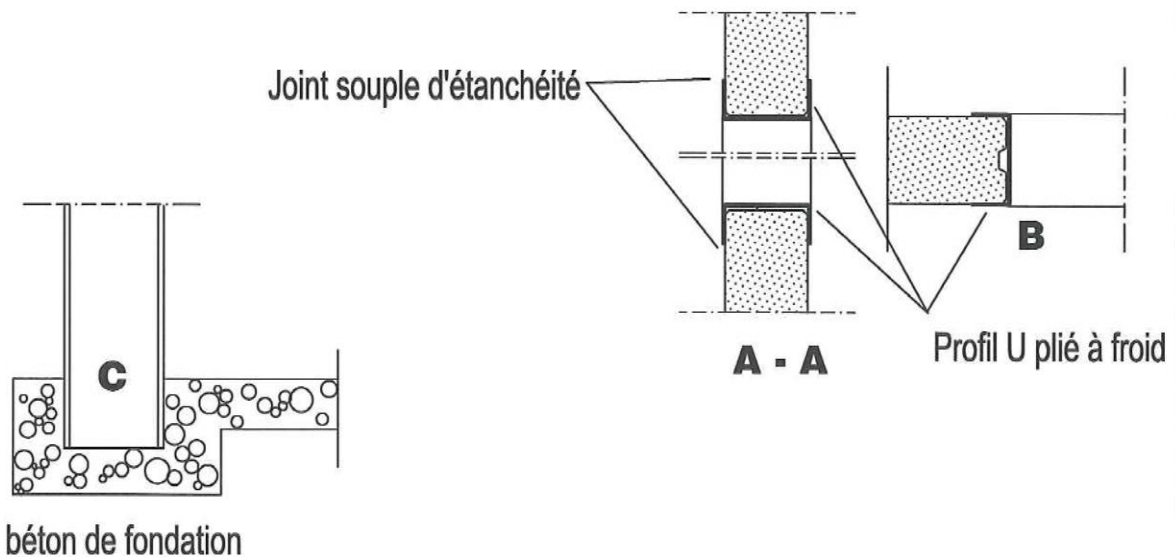
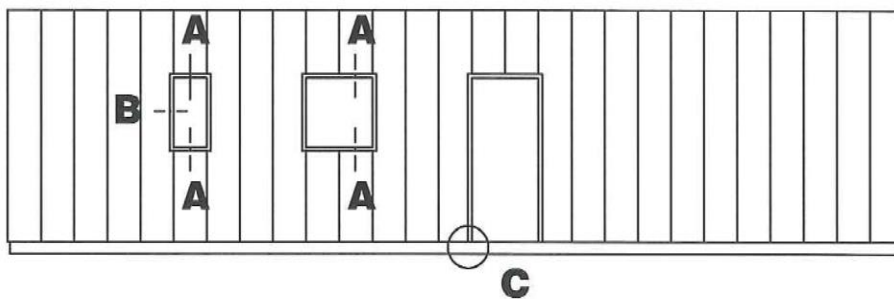
Fig. 18a

xella

hebel

Kruibeeksesteenweg 24
BE-2070 Burcht - Belgique
Tel. +32.(0)3/250.47.00
Fax +32(0)3/250.47.07
E-mail plans@xella.com

Construction de fenêtres et de portes Pose verticale



D.T.20

Fig. 18b

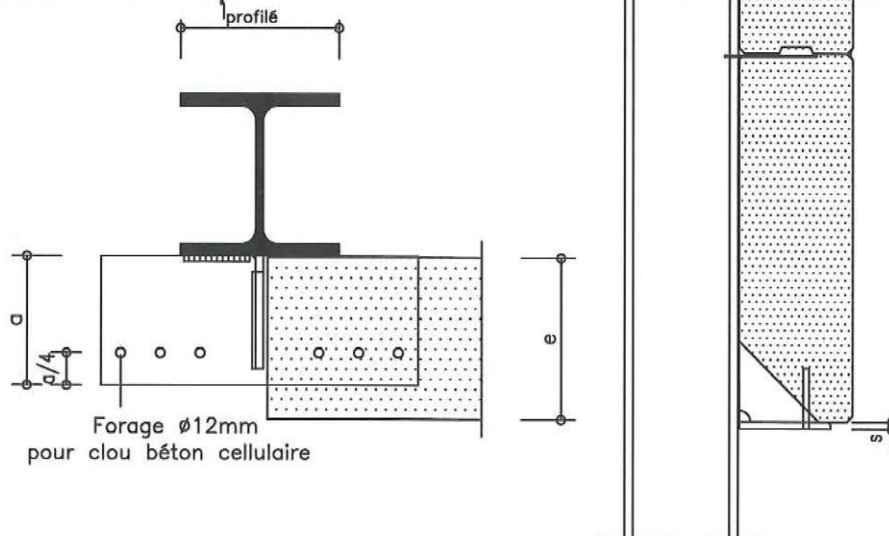
xella

hebel

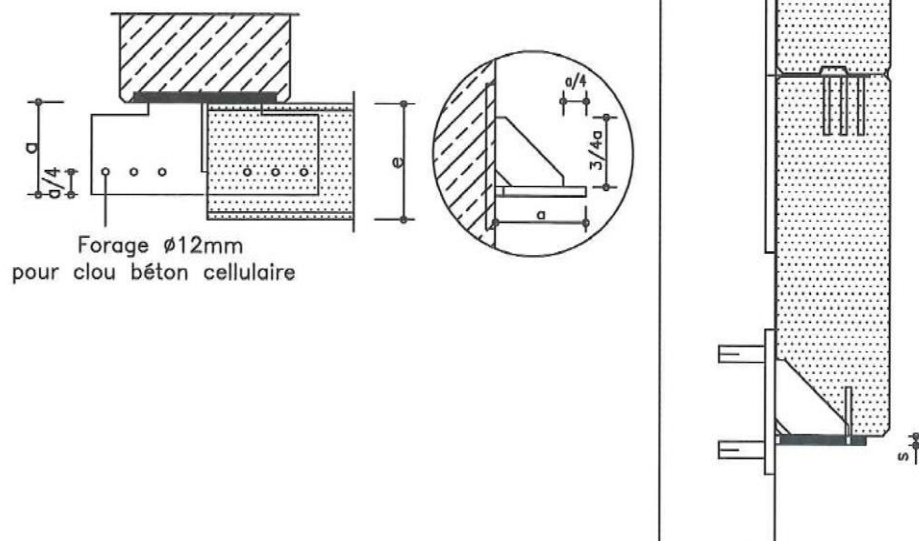
Kruibeeksesteenweg 24
BE-2070 Burcht - Belgique
Tel. +32.(0)3/250.47.00
Fax +32(0)3/250.47.07
E-mail plans@xella.com

Réalisation des consoles

Ossature métallique



Ossature béton armé



D.T.21

Fig. 19

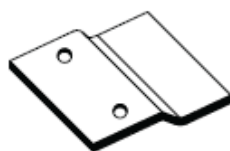
xella

 hebel

Krullbeeksesteenweg 24
BE-2070 Burcht - Belgique
Tel. +32.(0)3/250.47.00
Fax +32(0)3/250.47.07
E-mail plans@xella.com



Fixation type A2
Ancrage sur profil/poteau métallique
Clous : type Gunnebo



Fixation type 7 : plaque Z
Ancrage sur profil/poteau métallique
Clous : type HEMA



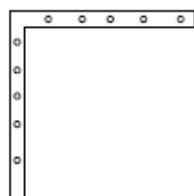
Clous forgés type Gunnebo, galvanisés



Clous 200 x 6 galvanisés



Clous HEMA

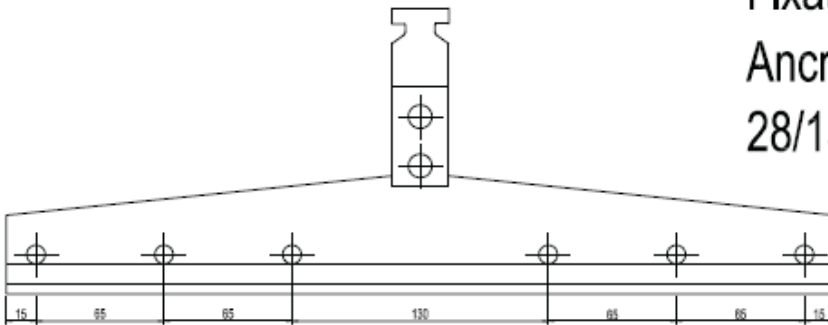


Equerre Galvanisée 500*500*5

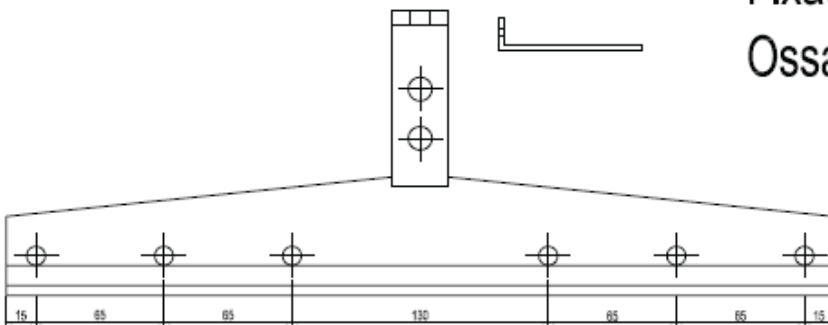


Krulbeeksesteenweg 24
BE-2070 Burcht - Belgique
Tel. +32.(0)3/250.47.00
Fax +32(0)3/250.47.07
E-mail plans@xella.com

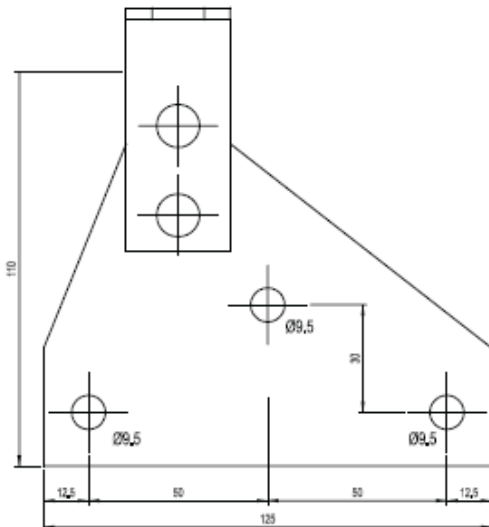
Fixation KREMO type 1
Ancrage Rail HALFEN
28/15 - 38/17



Fixation KREMO
Ossature Bois



Fixation KREMO type 2
Ossature Bois



D.T.23

Fixation KREMO type 2
Ancrage Rail HALFEN
28/15 - 38/17

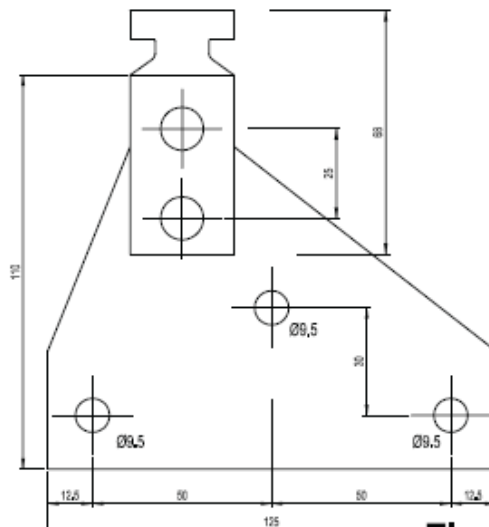


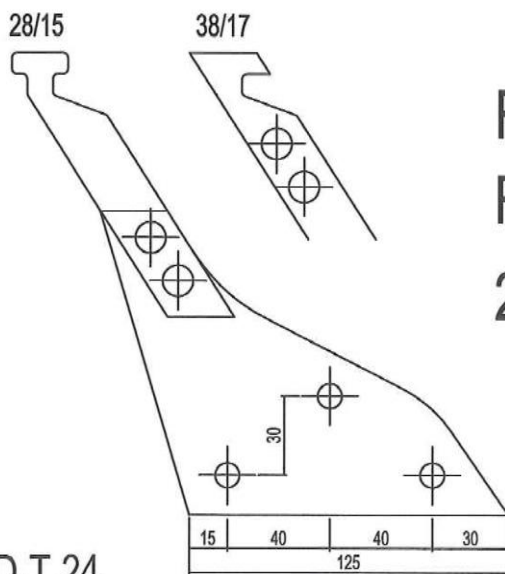
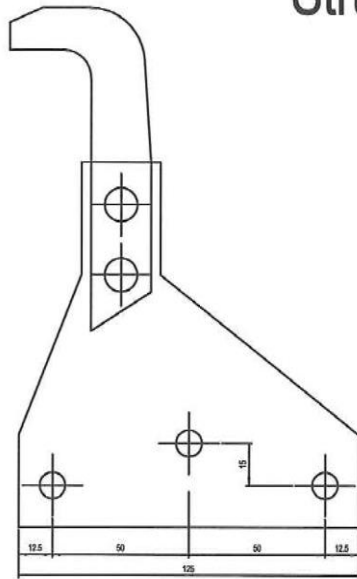
Fig. 20b

xella

hebel

Kruibeeksesteenweg 24
 BE-2070 Burcht - Belgique
 Tel. +32.(0)3/250.47.00
 Fax +32(0)3/250.47.07
 E-mail plans@xella.com

Fixation KREMO type 3 Structure métallique



Fixation KREMO type 4 Rail HALFEN 28/15 - 38/17

D.T.24

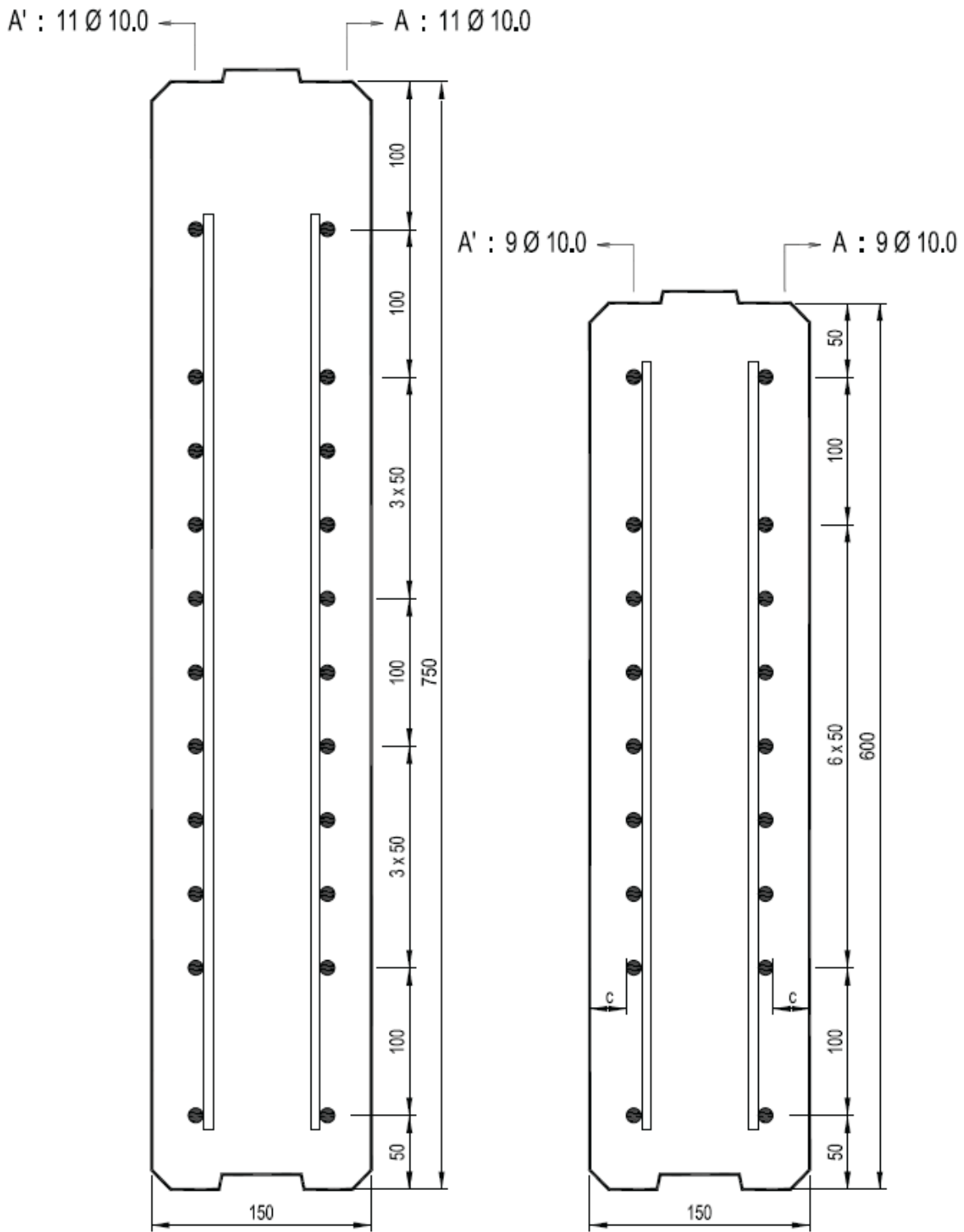
Fig. 20c

Figure 21 : Exemple de ferrailage de panneau de bardage épaisseur 150 mm

xella

hebel

Krulbeeksesteenweg 24
BE-2070 Burcht - Belgique
Tel. +32.(0)3/250.47.00
Fax +32(0)3/250.47.07
E-mail plans@xella.com



D.T.25

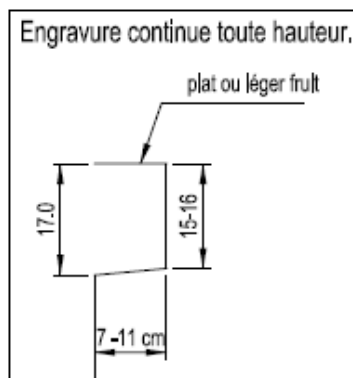
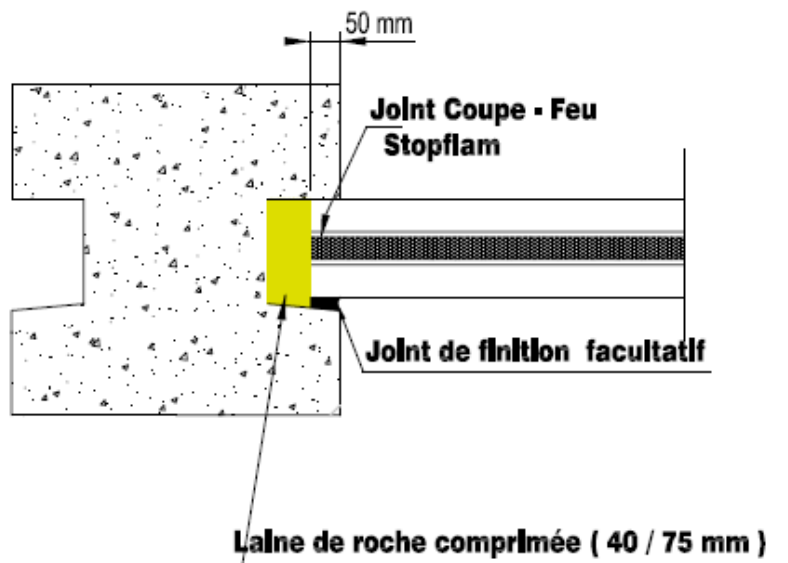
Fig. 21

Figure 22 : Exemple de mise en œuvre dans un poteau en H (cf. Appréciation de Laboratoire n° RS12-131)

xella

hebel

Krulbeeksesteenweg 24
BE-2070 Burcht - Belgique
Tel. +32.(0)3/250.47.00
Fax +32(0)3/250.47.07
E-mail plans@xella.com



D.T.26

Fig. 22