Document Technique d'Application

Référence Avis Technique **3/11-704*01 Add**

Additif à l'Avis Technique 3/11-704

Panneaux bois à usage structural

Wood structural panels

BBS

Objet de l'**A**grément **T**echnique **E**uropéen	**ETA-06/0009**

Titulaire : BINDERHOLZ Bausysteme GmbH
Zillertalstrasse 39
A-6263 Fuegen, Austria

Tél. : +43.6245.70500-556
Fax : +43.6245.70500-127
Internet : www.binderholz-bausysteme.com

Usine : BINDERHOLZ Bausysteme GmbH
Stranach 26
A-5585 Unternberg, Austria
Tél. : +43.6245.70500-556
Fax : +43.6245.70500-127
Internet : www.binderholz-bausysteme.com

Distributeur : BBS France Sarl
TMF Pôle, 52 rue de la Victoire
F-75009 Paris, France
Tél. : +33.677.79.39.71
Fax : +43.6245.70500-127
Internet : contact@bbsfrance.com

Document non valide

Commission chargée de formuler des Avis Techniques
(arrêté du 21 mars 2012)

Groupe Spécialisé n°3

Structures, planchers et autres composants structuraux

Vu pour enregistrement le 11 juin 2014

Secrétariat de la commission des Avis Techniques
CSTB, 84 avenue Jean Jaurès, Champs sur Marne, FR-77447 Marne la Vallée Cedex 2
Tél. : 01 64 68 82 82 - Fax : 01 60 05 70 37 - Internet : www.cstb.fr

Les Avis Techniques sont publiés par le Secrétariat des Avis Techniques, assuré par le CSTB. Les versions authentifiées sont disponibles gratuitement sur le site internet du CSTB (http://www.cstb.fr)

© CSTB 2014

Le Groupe spécialisé n° 3 « Structures, planchers et autres composants structuraux » de la Commission chargée de formuler les Avis Techniques a examiné le 12 décembre 2013 la demande d'additif relative au procédé de panneau bois à usage structural BBS, présentée par la société Binder Holzbausysteme GmbH titulaire de l'Agrément Technique Européen ETA-06/0009, relevant du CUAP n°03.04/06 « Solid wood slab element to be used as a structural element in buildings ». Le présent document, auquel est annexé le dossier technique établi par le demandeur, transcrit l'avis formulé par le Groupe Spécialisé n° 3 sur les dispositions de mise en œuvre proposées pour l'utilisation du procédé dans le domaine d'emploi visé et dans les conditions de la France Européenne.

1. Définition succincte

1.1 Description succincte

Les panneaux structuraux BBS sont des panneaux de grandes dimensions constitués de planches en bois massif, empilées en couches croisées à 90° et collées entre elles sur toute leur surface.

Les panneaux structuraux BBS sont destinés à la réalisation de planchers, de murs porteurs ou à fonction de contreventement. Ils peuvent indifféremment être associés entre eux au sein d'un même bâtiment où utilisés pour plusieurs des fonctions visées, en association avec des éléments de structure autres.

Les panneaux structuraux BBS sont destinés à la réalisation des ouvrages de structure cités ci-dessus dans les bâtiments à usage d'habitation, Etablissements Recevant du Public, Bâtiments de bureaux ou industriels, et ce en classes de service 1 et 2 au sens de l'EUROCODE 5 et en classes de risque biologique 1 et 2 au sens de la norme NF EN 335.

1.2 Identification

Les panneaux, ainsi que leur bon de livraison, font l'objet d'un marquage, une fois qu'ils ont satisfait les exigences décrites au §5.2 du Dossier Technique, indiquant:

- Le logo BBS
- Le numéro de fabrication.
- Les dimensions et la masse
- Une référence permettant un montage rapide
- Le type de panneau
- Le lieu de fabrication

Les produits sont assortis du marquage CE accompagné des informations prévues par l'Agrément Technique Européen ETA-06/0009.

2. AVIS

L'Avis porte uniquement sur le procédé tel qu'il est décrit dans le Dossier Technique joint, dans les conditions fixées au Cahier des Prescriptions Techniques Particulières (§2.3).

2.1 Domaine d'emploi accepté

L'Avis est formulé pour les utilisations en France européenne, zones sismiques 1 à 4 au sens de l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié.

2.2 Appréciation sur le procédé

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

Sécurité en cas de séisme

Le procédé BBS peut satisfaire aux exigences de sécurité en cas de séisme sous réserve du respect des conditions précisées au Cahier des Prescriptions Techniques Particulières. Cahier des prescriptions techniques particulières.

2.22 Conditions de conception et de calcul

2.221 Utilisation en zone sismique

- La justification en zone sismique des structures assemblées par panneaux doit être menée suivant le principe de comportement de structure soit dissipatif (Classe de ductilité M) soit faiblement dissipatif (Classe de ductilité L) conformément à la norme NF EN 1998-1-1 (cf. §8.1.3 et §8.6 (2)P). Les effets des actions sont calculés sur la base de la méthode des forces latérales équivalentes du §4.3.3.2 de la norme NF EN 1998-1-1 ou par analyse modale. Le spectre de calcul est déterminé à partir du spectre de réponse élastique en accélération en appliquant un coefficient de comportement q=2,0 pour la classe DCM et q=1,5 pour la classe DCL
- Il conviendra d'abaisser de 20% le coefficient de comportement dans le cas des bâtiments irréguliers en élévation, conformément à l'Eurocode 8.

Les coefficients de conversion correspondant à une classe de durée de chargement instantanée sont appliqués.

- La conception de l'ouvrage suivant le principe de comportement de structure dissipatif impose de porter la plus grande attention à la conception des assemblages entre panneaux (vis de liaison, équerres, etc.) au regard des efforts de cisaillement engendrés par l'action sismique. A ce titre, il convient :
- de hiérarchiser les zones de rupture dans les organes d'assemblage des panneaux en vérifiant la résistance suffisante des panneaux dont la rupture en cisaillement est considérée fragile ;
- d'exploiter la source de ductilité des organes d'assemblage des ancrages et équerres, la justification de la capacité résistante étant menée suivant les principes la norme NF EN 1995-1-1 au §8.2 en s'assurant que le mode de rupture obtenu est celui de la plastification de l'organe d'assemblage ; les organes de fixation de type broches, boulons et pointes lisses n'est pas admise ;
- de s'assurer que les connecteurs tridimensionnels mises en œuvre bénéficient d'un Agrément Technique Européen et fassent l'objet d'un rapport d'essai de laboratoire (accrédité ISO 17025) réalisé selon la norme NF EN 12512 et démontrant d'un comportement cyclique qui satisfasse les critères fixées de la classe de ductilité M au §8.3(3)P de la norme NF EN 1998-1-1 ;
- de s'assurer que le dimensionnement des ancrages de panneaux sera réalisé en appliquant les principes du dimensionnement en capacité de la norme NF EN 1998-1 en considérant un coefficient de sur-résistance pour l'ancrage γ_{rd} = 1,3 pour les murs formés d'un seul panneau continu et γ_{rd} = 1,6 pour les murs formés de plusieurs panneaux assemblés par des vis.
- Les panneaux BBS utilisés en plancher doivent être organisés afin d'observer les points suivants :
- l'intégrité de la structure lors d'un séisme,
- la fonction tirant-buton horizontal, assurée uniquement par les plis orientés dans le sens de l'effort à reprendre,
- la fonction diaphragme horizontal avec justification des jonctions entre panneaux adjacents pour les efforts de cisaillement induits.
- la couture plancher/mur en périphérie devra être réalisée avec à minima une vis tous les 30 cm.
- le dimensionnement de l'assemblage devra tenir compte des efforts additionnels dus à l'excentrement des dispositifs de fixation par rapport au centre de gravité de la section du plancher.
- La justification des panneaux utilisés en murs de contreventement en zone sismique doit être effectuée en :
- menant les vérifications précisées au §2.314 du DTA 3/11-704 relatif à cet additif;
- réalisant la fixation au support béton des panneaux au soubassement béton par des chevilles bénéficiant d'un Agrément Technique Européen pour une utilisation en béton fissuré ; limiter la capacité résistante en cisaillement de ces chevilles à la moitié de celles indiquée dans l'ATE sous sollicitation statique ; considérer un diagramme d'interaction linéaire pour justifier les chevilles sous charges combinées de traction et de cisaillement.
- le dimensionnement de l'assemblage devra tenir compte des efforts additionnels dus à l'excentrement des dispositifs de fixation par rapport au centre de gravité de la section du mur et/ou du plancher.

Document non contractuel

La conception et le calcul des panneaux BBS sont à la charge du bureau d'études techniques de l'opération qui doit également fournir un plan de pose complet. BINDERHOLZ prête l'assistance technique nécessaire dans ce cadre en mettant notamment à disposition des acteurs de la construction une liste de bureau d'études techniques disposant de l'expertise requise pour le dimensionnement des panneaux BBS en respect des prescriptions techniques particulières du présent Avis et des normes en vigueur et BINDERHOLZ vérifie le dimensionnement.

Conclusions

Appréciation globale

L'utilisation du procédé dans le domaine d'emploi accepté est appréciée favorablement.

Validité

Identique à l'Avis Technique de base, jusqu'au 31 octobre 2014

Pour le Groupe Spécialisé n°3
La Présidente
R. LARQUETOUX

3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

Le groupe attire l'attention sur le fait que la vérification du dimensionnement sous-entend un engagement du titulaire.

Le Rapporteur du Groupe Spécialisé n°3
A. CRONOPOL

Document non valide

Dossier Technique
établi par le demandeur

A. Description

Les panneaux structuraux BBS sont des panneaux de grande longueur constitués de planches en bois massif contrecollées, empilées en couches croisées à 90° et collées entre elles sur toute leur surface.

La disposition croisée des planches longitudinales et transversales permet de réduire considérablement les variations dimensionnelles et de reprendre efficacement les efforts dans les deux directions.

Les panneaux structuraux BBS sont destinés à la réalisation de planchers et de murs porteurs à fonction de contreventement. Ils peuvent indifféremment être associés entre eux au sein d'un même bâtiment où utilisés pour une ou deux des fonctions visées, en association avec des éléments de structure d'une autre nature.

Les panneaux structuraux BBS sont destinés à la réalisation des ouvrages de structure cités ci-dessus de bâtiments à usage d'habitation, Etablissements Recevant du Public, bâtiments de bureaux ou industriels. Ils peuvent être en outre utilisés avec profit pour la réalisation de travaux de surélévation.

Les panneaux structuraux BBS peuvent être utilisés en classes de service 1 et 2 au sens de l'EUROCODE 5 et en classes d'emploi 1 et 2 au sens de la norme NF EN 335.

1. Description des matériaux

1.1 Planches en bois

1.11 Types d'essences utilisées

Les planches en bois utilisées pour la réalisation des panneaux BBS sont en épicéa, sapin, pin, mélèze, douglas ou pin arolle.

1.12 Caractéristiques géométriques des planches

Les planches utilisées se déclinent en plusieurs épaisseurs: 19 à 44mm.

La largeur des planches est comprise entre 80 et 250 mm. Ces planches peuvent être aboutées.

1.13 Caractéristiques mécaniques des planches

Les planches utilisées sont classées visuellement conformément à la norme NF-EN 14081-1.

Classes mécaniques des planches utilisées : (voir tableaux 1 et 2)

- Planches longitudinales : C24 pour au moins 90%, C16 pour le reste
- Planches transversales : au moins 30% de classe C24, le reste étant de classe supérieure ou égale à C16.

1.2 Colles

1.21 Colle pour l'assemblage à chant des planches composant les plis longitudinaux

La colle utilisée pour l'assemblage à chant des planches entre elles (pour les plis longitudinaux), est un système adhésif de type résine/durcisseur mélamine-urée-formaldéhyde, MUF 1247/2526, fabriquée par la société CASCO Adhesives AB (Suède, Stockholm).

Le système MUF 1247/2526 constitue un mélange adhésif utilisable pour la fabrication industrielle à froid de joints enturés de structures portantes en bois.

La résine MUF 1247 est conditionnée en seaux de 25 kg, en fûts de 230 kg, en containers IBC de 1150 kg, et en citernes. Le durcisseur 2526 est conditionné en seaux de 25 kg, en fûts de 200 kg, en containers IBC de 1100 kg, et en citernes. La résine MUF 1247 et le durcisseur 2526 doivent être conservés dans leurs emballages d'origine fermés, à l'abri du gel. Dans ces conditions, ils peuvent être stockés 4 mois à 20°C (quantité appliquée : environ 300 g/m²).

Le système MUF 1247/2526 est en accord avec les exigences normatives (NF EN 301, NF EN 302, …).

1.22 Colle pour l'assemblage des couches et des plis entre eux

La colle utilisée pour le collage des différents plis et couches entre eux est une colle à base de résine polyuréthane monocomposant, Purbond HB 360, fabriquée par la société Purbond (Suisse, Sempach).

La colle Purbond HB 360 est une colle liquide monocomposant qui durcit au contact des matériaux et de l'humidité de l'air pour former un film élastique à haut module. Elle est fabriquée sans adjonction de solvants ou de formaldéhyde.

La colle Purbond HB 360 est conditionnée en fûts de 200 kg et en containers de 1100 kg. Elle peut être stockée 3 mois à 20°C, fûts ou containers ouverts dans un local bien aéré, suivant la FDS correspondante (quantité appliquée : environ 300 g/m²).

La colle Purbond HB 360 est certifiée par l'« Otto-Graf-Institut » de Stuttgart, et est en accord avec les exigences normatives (NF EN 301, NF EN 302, …). Une classification de type 1 selon les exigences de la norme NF EN 15425 a été réalisée par FCBA.

1.23 Colle pour la réalisation des aboutages des panneaux unitaires et/ou des planches

La colle utilisée pour l'aboutage des panneaux unitaires (ou portion de panneaux sortant des presses) entre eux, et/ou des planches unitaires longitudinales, réalisé par joints à entures multiples, est une colle à base de résine polyuréthane monocomposant, Purbond HB 230, fabriquée par la société Purbond (Suisse, Sempach).

La colle Purbond HB 230 est une colle liquide monocomposant qui durcit au contact des matériaux et de l'humidité de l'air pour former un film élastique à haut module. Elle est fabriquée sans adjonction de solvants ou de formaldéhyde.

La colle Purbond HB 230 est conditionnée en fûts de 200 kg et en containers de 1000 kg ou 1100 kg. Elle peut être stockée 6 mois à 20°C, fûts ou containers ouverts dans un local bien aéré, suivant la FDS correspondante (quantité appliquée : environ 300 g/m²).

La colle Purbond HB 230 est certifiée par l'« Otto-Graf-Institut » de Stuttgart, et est en accord avec les exigences normatives (NF EN 301, NF EN 302, …). Une classification de type 1 selon les exigences de la norme NF EN 15425 a été réalisée par FCBA.

2.1 Géométrie des panneaux

Les panneaux BBS sont fabriqués en une largeur standard de 1,25 m et de longueur d'au plus 24 m.

Les panneaux BBS sont constitués de planches en bois massif, empilées en plis croisés à 90° et collées entre eux sur toute leur surface.

Les plis longitudinaux peuvent être composés de 2 couches.

Le nombre de plis est impair. De ce fait, les plis extérieurs sont orientés dans la même direction.

Les panneaux sont constitués de 3, 5, ou 7 plis de manière standard, et donc au maximum de 11 couches.

Seuls les plis longitudinaux sont constitués de planches collées à chant à bord franc, les plis transversaux sont quant à eux, composés de planches non collées sur leurs chants et il peut exister un espace maximum de 2 mm entre ces planches.L'épaisseur des panneaux BBS dépend du nombre de plis et des combinaisons possibles entre les différentes épaisseurs de planches. Les épaisseurs des panneaux standards BBS sont comprises entre 59 et 350 mm.

2.2 Caractéristiques physiques des panneaux

Voir tableau 4.

Les panneaux BBS ont une densité voisine de 0,4.

Les panneaux BBS ont un coefficient de conductibilité thermique λ égal à 0,13 W / m .K.

La rétractabilité du panneau dans son plan est très faible du fait de la présence de planches croisées longitudinalement et transversalement: 0,01 mm / m / % de variation d'humidité.

La rétractabilité du panneau dans son épaisseur est de 0,20 mm / m / % de variation d'humidité.

2.3 Conseil pour les planches de connexion.

Le kit BBS peut-être livré accompagné par un ensemble de planches de connexion débitées dans du panneau 3-Plis Multistat 27mm produit par le groupe Binderholz (sous agrément allemand numéro Z-9.1-413). L'utilisation de 3-Plis permet en effet d'éliminer le risque de fissurer lors du clouage (ou vissage) au bord des planches.

3. Fabrication et contrôle

3.1 Fabrication

La fabrication des panneaux BBS est effectuée dans l'usine de la société BBS Holzbausysteme à A-5585 Unternberg/Salzburg en Autriche.

Document non contractuel

Le processus de fabrication des panneaux BBS comporte les étapes suivantes :

- Stockage des planches destinées à la fabrication des panneaux à une humidité de 12 ± 2 %.
- Aboutage éventuel des planches destinées à la réalisation des plis longitudinaux des panneaux.
- Sciage éventuel des planches aboutées à la longueur prévue pour entrer dans la composition des panneaux.
- Rabotage 4 faces des planches longitudinales, rabotage 2 faces des planches transversales.
- Fabrication des couches longitudinales par collage à chant des planches rabotées 4 faces
- Mise en place de la première couche en fond de presse et empilage des couches et plis suivants jusqu'à remplissage total de chaque presse, dans une même presse il est possible d'empiler plusieurs épaisseurs et compositions de panneaux par la mise en place d'un film
- Pressage perpendiculairement au plan moyen des panneaux, pour une température de 20°C et une humidité relative de l'air de 65%, sous une pression comprise entre 6 et 8 bars.
- A la sortie des presses de longueur 5 m environ, on obtient des portions de panneaux (panneaux unitaires) qui sont ensuite aboutées par enturage multiple de sorte à limiter les chutes
- Stabilisation pendant 48 heures à une température de 20°C.
- Dressage des rives des panneaux.
- Les panneaux définitifs conformes à la commande sont obtenus grâce à une mise à longueur par tronçonnage et découpe en largeur
- Des usinages sont possibles par robot d'usinage CN donnant ainsi la possibilité d'un ajustement individuel en fonction de leur destination finale moyennant leur mise à dimension particulière ou la création d'ouvertures.

3.2 Contrôle de la fabrication

La fabrication des panneaux BBS est soumise d'une part à une procédure de contrôle interne en usine mise en oeuvre par le fabricant, d'autre part à un contrôle externe assuré par l'organisme autrichien Holzforchung Austria de Vienne et par l'organisme allemand Otto-Graff-Institut de Stuttgart.

3.21 Contrôle interne de fabrication

Le contrôle interne de la fabrication, destiné à assurer la maîtrise de la qualité, est organisé selon les prescriptions du chapitre 7 de la norme NF EN 386, le détail de tout ce qui suit figure dans le manuel de contrôle qualité du fabricant

Le contrôle interne porte sur :

- La qualité du bois.
- La qualité des colles, résine et durcisseur.
- L'aboutage des planches longitudinales.
- La qualité des usinages (joints à entures multiples,…).
- Le collage et l'aboutage des panneaux.

Les résultats du contrôle interne sont consignés sur un registre spécifique qui précise notamment les éléments suivants :

- Date et numéro de production.
- Essence et classe du bois.
- Epaisseur des planches.
- Dimensions de l'élément.
- Humidité du bois.
- Heure de début de l'encollage.
- Heure de début et de fin de pressage.
- Pression de collage.
- Quantité de colle utilisée.
- Calibrage de l'appareil de mesure de l'humidité.
- Température et humidité relative du local de production.

Les essais de délamination sur éprouvettes et de cisaillement en bloc sont réalisés conformément aux prescriptions des normes EN 391 et EN 392.

La qualité du collage est vérifiée en permanence en laboratoire, conformément aux prescriptions de la norme EN 386. Les encolleuses automatiques sont calibrées chaque semaine, dans le cadre d'un programme interne d'assurance-qualité.

Les essais de contrôle des aboutages des planches sont réalisés conformément aux prescriptions de la norme EN 385, les essais de contrôle des aboutages à entures multiples des panneaux, conformément aux prescriptions de la norme EN 387.

Les aboutages des panneaux sont contrôlés visuellement en permanence. Un contrôle supplémentaire est effectué par corrélation entre consommation de colle et surface collée. Enfin on réalise un carotage diam 25mm par série de 30 aboutages sur les plis travaillant externe sur le panneau 3 plis et sur le pli central sur panneaux en 5 et 7 plis. Ce prélèvement subit ensuite les tests prévus dans la norme EN387 (7.1)

Les appareils de mesure font l'objet d'un étalonnage mensuel.

En outre, les essais étant effectués directement après polymérisation des éléments de telle sorte qu'il est toujours possible de réagir à d'éventuels défauts avant expédition des panneaux.

3.22 Contrôle externe de fabrication

Le contrôle externe est réalisé conjointement par l'organisme autrichien Holzforschung Austria de Vienne (2 visites d'inspection par an) et par l'Otto-Graff-Institut de Stuttgart (1 visite d'inspection tous les deux ans), qui sont convenu de la réciprocité de leurs prestations.

Le contrôle externe effectué par ces deux organismes comporte les tâches suivantes :

- Vérification de la tenue à jour des procédures de contrôle interne.
- Contrôle sur la production courante de tous les paramètres de collage.
- Contrôle du personnel effectuant le classement visuel des bois.
- Prélèvement d'échantillons pour réalisation d'essais dans leur propre laboratoire.
- Commentaires sur les résultats d'essais.

4. Dimensionnement

La documentation technique mise à disposition des utilisateurs du procédé par la société BINDERHOLZ BAUSYSTEME GmbH propose des abaques ou des tableaux de prédimensionnement en fonction de la portée, des charges permanentes, des surcharges d'exploitation et climatiques et des critères de flèches retenus.

Ce prédimensionnement, utile en phase d'avant projet, ne se substitue pas au dimensionnement qui doit faire l'objet d'une note de calcul spécifique par un bureau d'études, au cas par cas, en tenant compte des particularités propres à chaque projet.

Le comportement mécanique des panneaux BBS est déterminé à partir de l'hypothèse conservatrice négligeant la participation des plis orientés dans le sens transversal du sens considéré.

Toutes les caractéristiques mécaniques sont données, produit par produit, dans les tableaux 3 et 3bis, en valeurs caractéristiques pour les calculs menés aux EUROCODES.

Toutes ces caractéristiques s'appliquent à la section pleine et homogène du produit.

BBS FRANCE apporte son assistance aux concepteurs et aux entreprises qui souhaitent concevoir et mettre en œuvre les panneaux BBS. Pour les bâtiments publics ou privés à savoir notamment:

- Bâtiments recevant au public.
- Bureaux.
- Immeubles de logements collectifs.
- Bâtiments d'entreprises commerciaux, industriels ou sociaux
- Bâtiments d'enseignement ou d'éducation.
- Bâtiments sociaux et de santé.

BBS France recommande les entreprises françaises MATHIS SA et SA Arbosphère qui ont l'expérience de ce type de projet.MATHIS SA

3, rue des Vétérans

67600 MUTTERSHOLTZ

Tél 03 88 85 10 14

Fax 03 88 85 16 87

SA Arbosphère

Z.A. du Taney

74250 La Tour en Faucigny

Té.04.50.35.49.35

Fax.04 50 35 49 47**Dimensionnement des éléments porteurs horizontaux**

4.11 Vérification de la résistance sous l'effet du moment fléchissant

En considérant le panneau comme un matériau plein et homogène, la contrainte induite par le moment fléchissant est donnée par la formule suivante:

Document non valide

$$\sigma_{max} = \frac{Mf_{max} \times v}{I}$$

Avec : v : La demi-hauteur totale du panneau

I : le moment d'inertie de la section pleine et homogène du panneau

La contrainte maximale ainsi calculée doit être inférieure à la valeur de la contrainte de résistance en flexion déterminée par calcul, $f_{m,d}$, pour les calculs menés aux EUROCODES selon les valeurs $f_{m,k}$

La valeur $f_{m,k}$ indiquée ci-dessus est donnée, produit par produit, dans les tableaux 3 et 3bis.

4.12 Vérification de la résistance sous l'effet de l'effort tranchant

En considérant le panneau comme un matériau plein et homogène, la contrainte induite par l'effort tranchant est donnée par la formule suivante:

$$\tau = \frac{k \times T}{S}$$

Avec : k = 1,5

T : effort tranchant

S : la section totale du panneau

La contrainte maximale ainsi calculée doit être inférieure à la valeur de la contrainte de résistance au cisaillement déterminée par calcul, fv,d, pour les calculs menés aux EUROCODES selon les valeurs fv,k

La valeur fv,k indiquée ci-dessus est donnée, produit par produit, dans les tableaux 3 et 3bis.

4.13 Vérification des déformations

Le module d'élasticité équivalent est donné, produit par produit, dans les tableaux 3 et 3bis.

Pour un chargement uniformément réparti, la déformée est calculée par la formule suivante :

$\Delta t = \Delta b + \Delta s$

Avec : Δt : flèche totale

Δb : flèche sous moment fléchissant

Δs : flèche sous efforts tranchants

Cas particulier : Charge répartie appliquée sur une poutre sur deux appuis :

$$\Delta_t = \frac{5qL^4}{384EI} + \frac{qL^2}{8GS}$$

Avec : q : charge répartie

L : distance entre appuis

E : module d'élasticité équivalent en flexion donné produit par produit en dans les tableaux 4 et 5

I : moment quadratique de la section pleine et homogène

h : épaisseur du produit panneau

S : section pleine et homogène du panneau

G : module de glissement pris égal à 60N/mm2

Les flèches sont calculées en utilisant l'inertie des panneaux pleins et homogènes et tiennent compte du glissement lié à l'influence de l'effort tranchant

Le fluage

La flèche due au fluage est calculée en appliquant à la part des charges de longue durée le coefficient k_{def} de 0,8 et 1,0 pour respectivement les classes de service 1 et 2 selon l'Eurocode 5.

4.2 Dimensionnement des éléments porteurs verticaux

4.21 Reprise des charges verticales

Les contraintes normales dues à l'effet des charges verticales agissant dans le plan du panneau BBS sont calculées en faisant abstraction des plis orientés perpendiculairement à ces charges. Ne sont donc considérés que les plis travaillant en compression axiale. On calcule la contrainte de compression en utilisant la section pleine des panneaux.

La contrainte ainsi calculée doit être inférieure à la contrainte de résistance en compression axiale donnée aux tableaux 3 et 3bis.

4.22 Reprise des charges horizontales

Les panneaux BBS utilisés en paroi verticale peuvent servir au contreventement du bâtiment dans lequel ils sont utilisés. Ils sont alors sollicités dans leur plan par des efforts horizontaux qui doivent être transmis jusqu'aux fondations de l'ouvrage.

A cet égard, les panneaux BBS se comportent différemment des murs usuellement mis en œuvre dans la construction de maisons à ossature bois puisque leur conception en fait des éléments pleins monolithes.

La vérification porte essentiellement sur la capacité résistante des points d'ancrage.

Les efforts appliqués permettent de déterminer les contraintes dans le panneau et les efforts aux points d'ancrages, le poids propre de la structure étant également pris en compte pour l'évaluation des réactions verticales sur les points d'ancrages.

4.3 Propriétés résultantes des panneaux standard

Pour être considérés comme des panneaux homogènes, il convient d'utiliser les propriétés des panneaux BBS données dans les tableaux 3 et 3bis.

4.4 Vérification des réservations

Une méthode vous est présentée en Annexe 2 du présent dossier.

4.5 Dispositions parasismiques

La conception parasismique de bâtiments en BBS se compose des 7 étapes suivantes :

- Définir les murs porteurs chargés de stabiliser le bâtiment, et donc de résister aux efforts induits par un séisme et de participer à la descente de ces charges vers les fondations. Ces murs doivent être choisis en respectant les directives de l'Eurocode 8 sur les principes fondamentaux de la conception parasismique des bâtiments.
- Dimensionner les éléments porteurs horizontaux sous charges permanentes et d'exploitation, comme décrit au §6.1.
- Dimensionner les éléments porteurs verticaux pour chaque étage (cf. §6.2). Ceci peut dans un premier temps être simplifié en ne considérant que le mur le plus chargé de chaque étage. Ne pas oublier de considérer, le cas échéant, les efforts horizontaux dus au vent.
- Etablir un modèle numérique du bâtiment considérant tous les assemblages comme parfaitement rigide, afin de prédéterminer les efforts de cisaillement dans chaque mur. La période fondamentale du bâtiment peut-être estimée à l'aide de l'équation 4.6 (§4.3.3.2.2) de la NF EN 1998-1:2005, le spectre en utilisant le coefficient de comportement q approprié. Un modèle simplifié peut également être établi, ne tenant compte que des degrés de liberté horizontaux et considérant les diaphragmes rigides et que la rigidité horizontale des murs est proportionnelle à leur longueur.
- En utilisant cette analyse préliminaire, concevoir tous les assemblages qui jouent un rôle dans la rigidité latérale du bâtiment, comme les assemblages mur/plancher, et les liaisons entre panneaux de mur.
- Intégrer ces assemblages au modèle numérique pour y inclure la rigidité des assemblages, jusque-là considérés comme parfaitement rigides. Ce sera le modèle définitif qui nous fournira une estimation satisfaisante des périodes de vibration du bâtiment et les modes propres associés. Une analyse dynamique (analyse modale du spectre de réaction) peut alors être réalisée.
- Utilisant les résultats de ce modèle définitif, concevoir les assemblages consacrés à la dissipation de l'énergie (joints verticaux entre panneaux de mur dans un même plan, assemblages pour la transmission du cisaillement de mur à mur inférieur, ancrages contre le soulèvement) et, en utilisant un coefficient de sécurité approprié, dimensionner les autres assemblages et éléments structurels devant rester élastiques. Les annexes 3 et 4 du présent dossier donnent des indications supplémentaires sur le dimensionnement et la réalisation des assemblages. Enfin, vérifier les déformations du bâtiment.

Document non valide

B. Résultats expérimentaux

Essais sismiques réalisés dans le cadre du Project SOFIE par le CNR IVALSA (Italie) :

Essais cycliques sur panneaux de mur en faisant varier les assemblages, les ouvertures, les dimensions et la valeur des charges. Réalisé dans le laboratoire du CNR IVALSA (Italie);

Essais pseudo-dynamiques sur maquette d'un étage comprenant 3 tailles d'ouvertures dans les murs extérieurs parallèles à la charge appliquée. Réalisé à l'université de Trente (Italie);

Essai sur table vibrante dans 1 direction sur un bâtiment de 3 niveaux (7mx7mx10m) selon 3 séismes différents (El Centro, Kobe et Nocera Umbra). Réalisé au laboratoire du NEID (Japon);

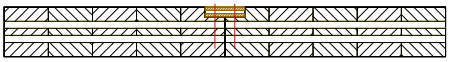
Essai sur table vibrante dans 3 directions sur un bâtiment de 7 niveaux (7,5mx13,5mx23,5m, 285T) selon 2 séismes différents (Niigata-Chuetsu-Oki and Kobe). Réalisé au laboratoire du NEID (Japon).

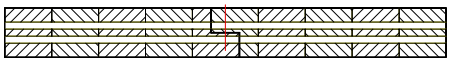
Document non valide

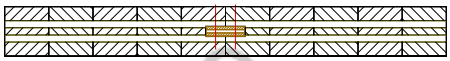
Annexe 3 :

De la nécessité de renforts en traction pour les assemblages entre panneaux BBS constitutifs d'un diaphragme.

Dans les bâtiments BBS, les diaphragmes de plancher sont composés de plusieurs panneaux de BBS, connectés entre eux sur toute leur longueur. Le plus couramment, la transmission des efforts de cisaillement dus aux actions sismique ou du vent est réalisée par un assemblage feuillures/couvre-joint en 3-Plis (permettant des distances au bord plus faibles) en surface de plancher (photo A) ou par un assemblage à mi-bois (photo B). (NB : Parfois les panneaux sont assemblés par rainures/fausse-languette (schéma C), connexion plus rigide (double cisaillement) mais très chronophage sur chantier)







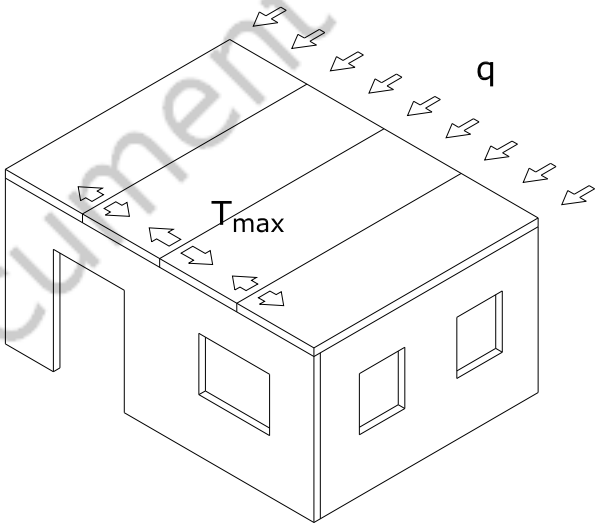
A – assemblage par feuillure/couvre-joint B – assemblage à mi-bois C – assemblage par rainures/fausse-languette

La valeur des efforts à transmettre par ces assemblages est calculée en modélisant le diaphragme de plancher comme une poutre axée perpendiculairement aux panneaux BBS. Il faut alors construire le diagramme des efforts tranchants dans cette poutre sollicitée par les forces exercées sur le plancher, telles que les actions sismique et du vent et les réactions des murs supérieurs et inférieurs.

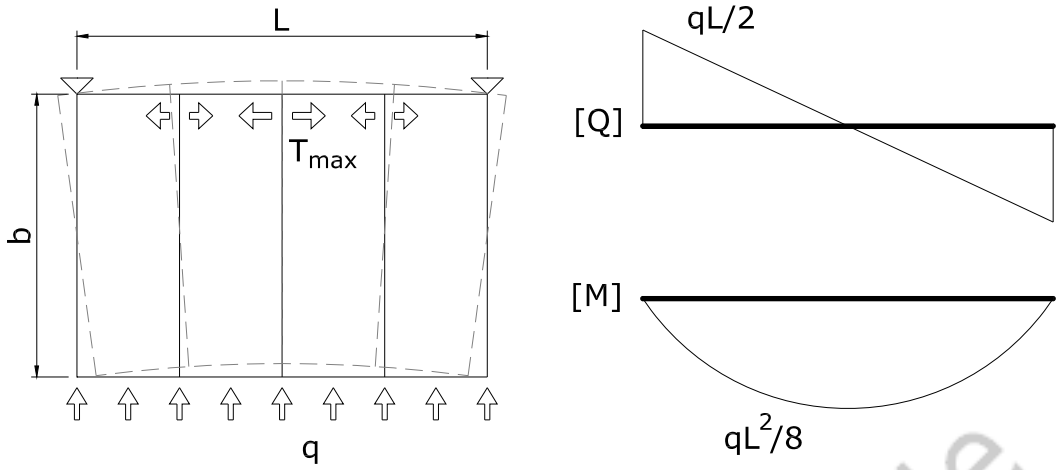
Ce modèle est schématisé ci-après pour le plancher haut d'un étage d'une structure rectangulaire de dimensions (L, b), sans autres appuis que les quatre murs périphériques. On considère que l'action horizontale F est uniformément répartie le long de la longueur L du bâtiment, de sorte que $q = F/L$. La force maximale de cisaillement est égale à $Q_{max} = q \cdot L/2$ et les assemblages doivent être conçus pour transmettre un effort réparti de $S_d = \gamma_{rd} \cdot Q_{max}/b = \gamma_{rd} \cdot q \cdot L/(2 \cdot b)$,, où γ_{rd} est un facteur garantissant la capacité des panneaux à agir en tant que diaphragme de part le surdimensionnement des assemblages. La valeur de γ_{rd} est communément prise entre 1,3 et 1,6 pour la conception parasismique des bâtiments en bois.

Par ailleurs, l'effort horizontal F, parallèle au sens de portée des panneaux BBS, induit une flexion du diaphragme ainsi créé tendant à « ouvrir » les joints entre panneau sous l'effet de la traction dans le système. L'effort de traction maximal est, dans l'exemple présent, au milieu de la travée et égale à $T_{max} = q \cdot L^2/(8 \cdot b)$.

L'écartement des panneaux BBS est bloqué premièrement par les vis les connectant aux murs inférieurs et deuxièmement par les assembleurs dédiés aux efforts de cisaillement connectant les panneaux de plancher aux mur de l'étage supérieur, s'il existe. Il suffit alors que la somme des efforts transmissibles par les connecteurs plancher/mur du milieu au bord du système (donc sur L/2 dans l'exemple) soit supérieure à l'action de $\gamma_{rd} \cdot T_{max}$..

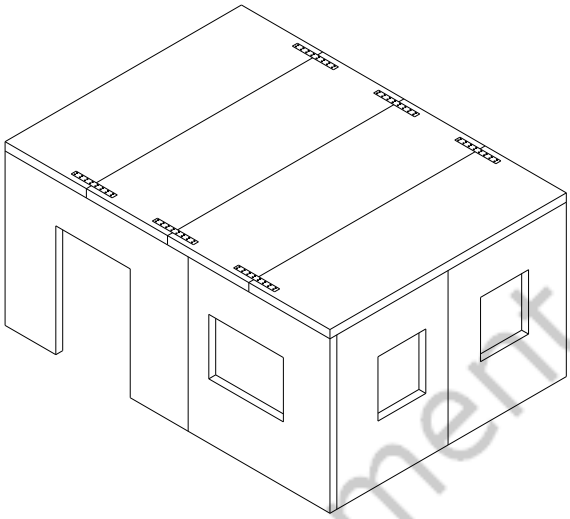


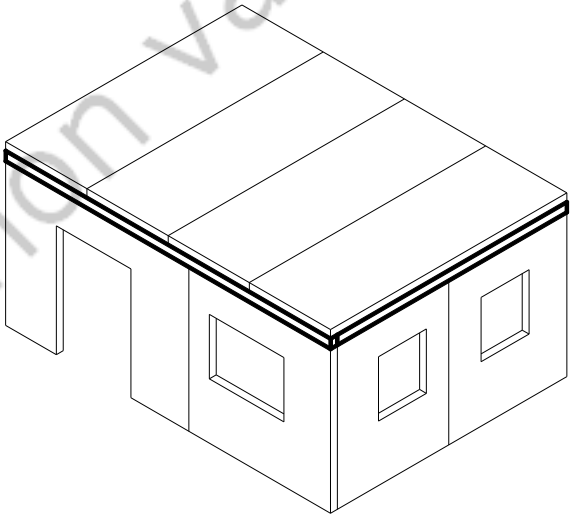
Document non valide



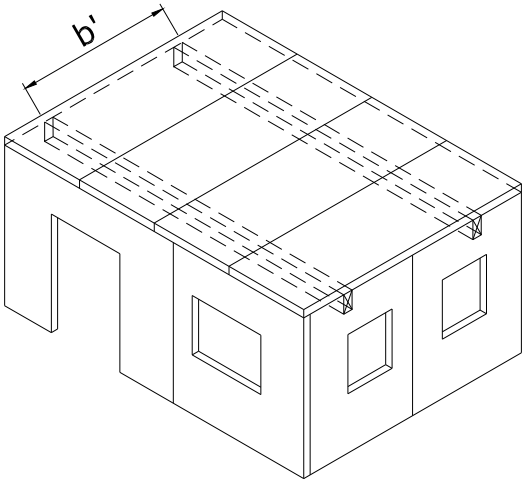
Cette vérification n'est valide que lorsque le mur se compose d'un seul panneau.

Si les murs se composent de plusieurs panneaux, une attention accrue est requise, puisque les efforts transmissibles par les connecteurs plancher/mur ne peuvent être additionnés que s'ils sont reliés au même panneau de mur. Il peut alors y avoir nécessité de renforcer la structure, soit en ajoutant des plaques métalliques perforées à l'assemblage entre panneaux de plancher, soit en réalisant un chaînage des murs, à l'aide de poutre en lamellé-collé par exemple. Dans ce dernier cas, il est recommandé d'éviter une retombée excessive des poutres, afin d'éviter d'introduire une instabilité hors plan.





Comme le montre le schéma ci-dessous, dans certains bâtiments, il est possible de n'utiliser ni plaque perforée, ni chaînage, car des poutres structurelles axées perpendiculairement aux panneaux BBS remplissent déjà la fonction de renfort en traction du diaphragme. Dans ce cas, l'assemblage des panneaux de plancher à la poutre doit être conçu pour transmettre un effort supérieur ou égal à $\gamma_{rd} \cdot T' = \gamma_{rd} \cdot q \cdot L^2/(8 \cdot b')$,, où b' est la longueur entre les deux poutres.

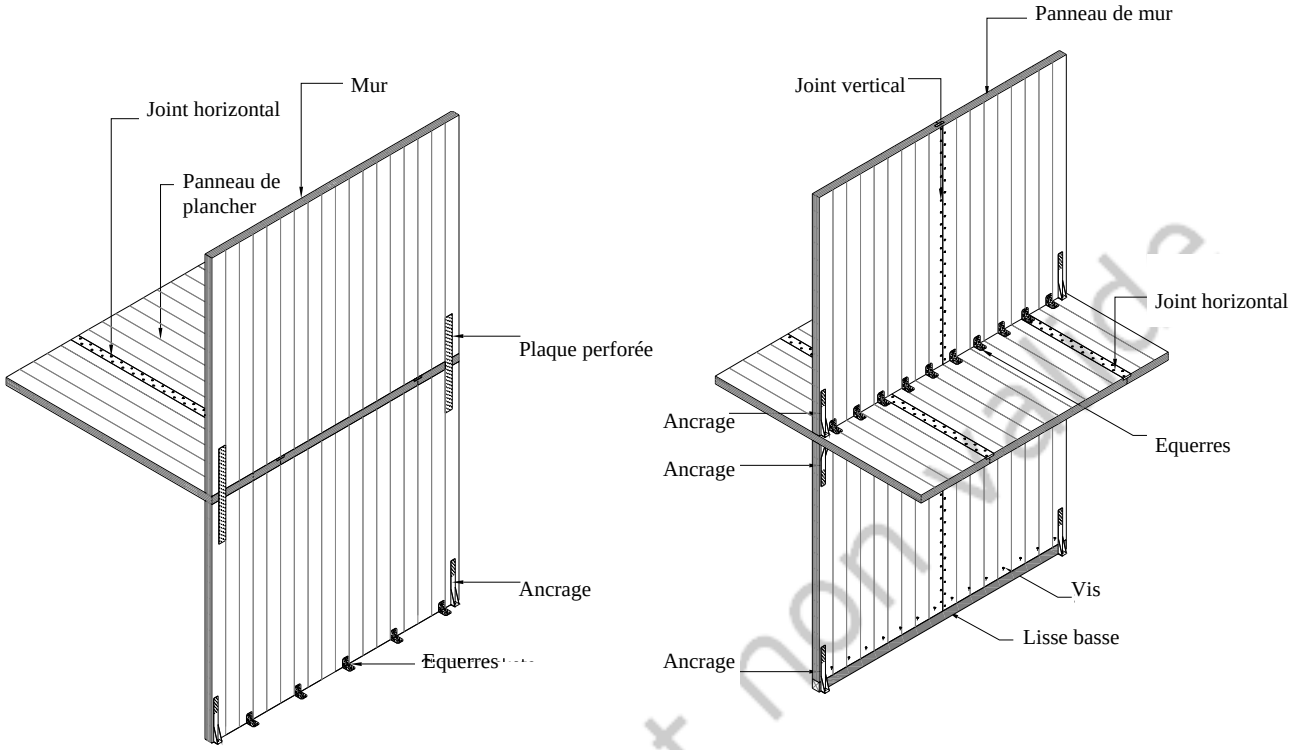


Document non valide

Annexe 4 :

Assemblages des éléments BBS.

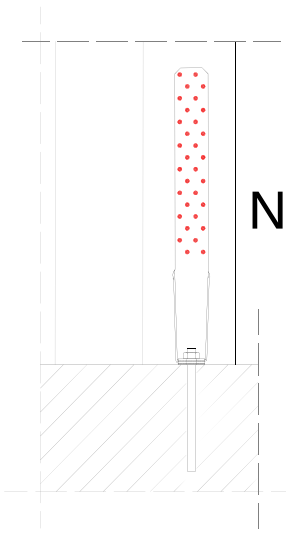
Voici quelques indications pour la réalisation correcte des assemblages entre les éléments BBS structurels.



A- Vue d'ensemble

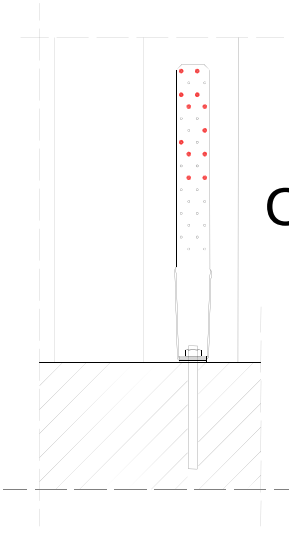


B- Détail de réalisation d'un assemblage de reprise du cisaillement entre panneau de mur et plancher :



NON!





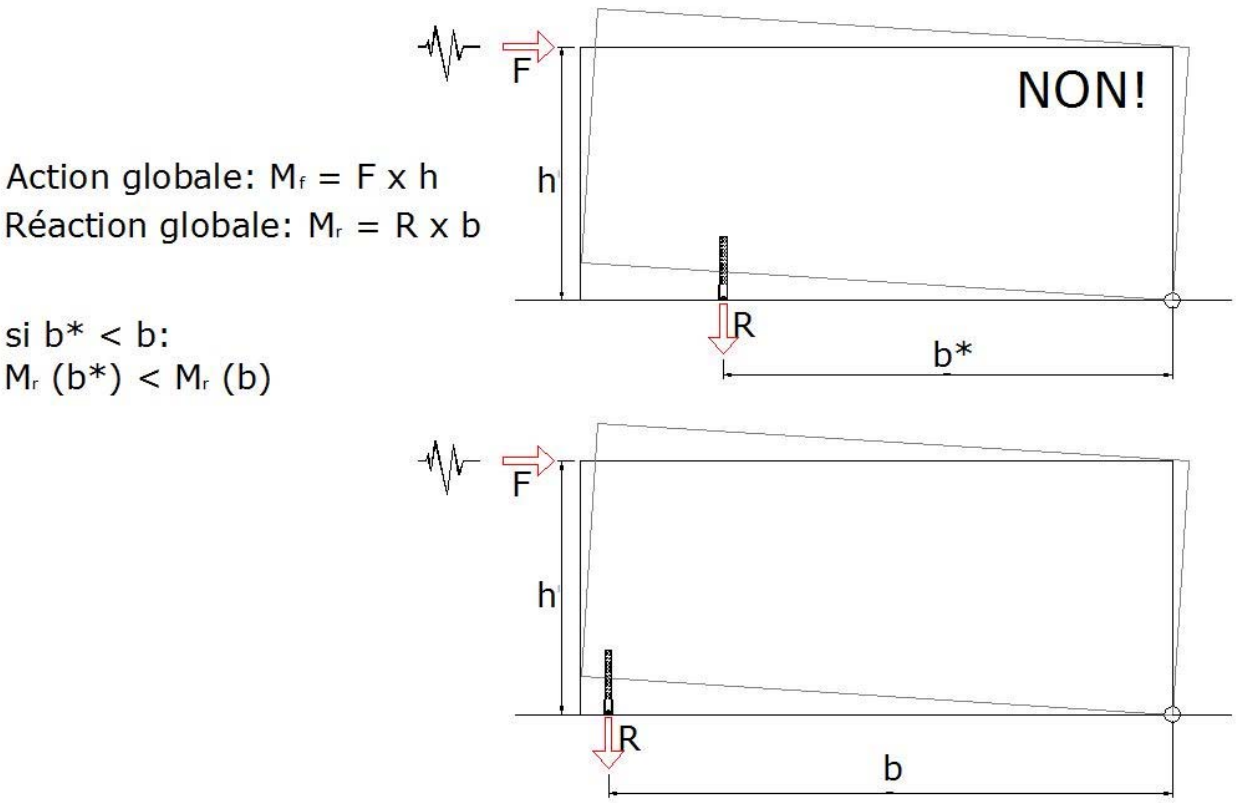
OK!



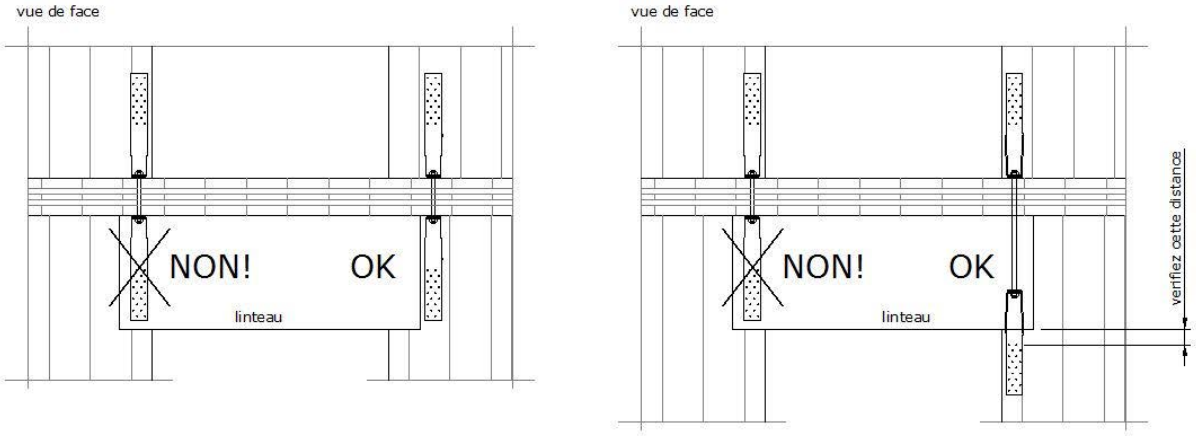
C- Respecter à l'unité près le nombre de pointes/vis indiqué par le bureau d'études structure afin de garantir le comportement ductile recherché de l'assemblage.

Document non valide

(Suite de l'Annexe 4)



D - Placer les ancrages à la distance depuis le bord du mur spécifiée afin d'obtenir la résistance globale souhaitée.

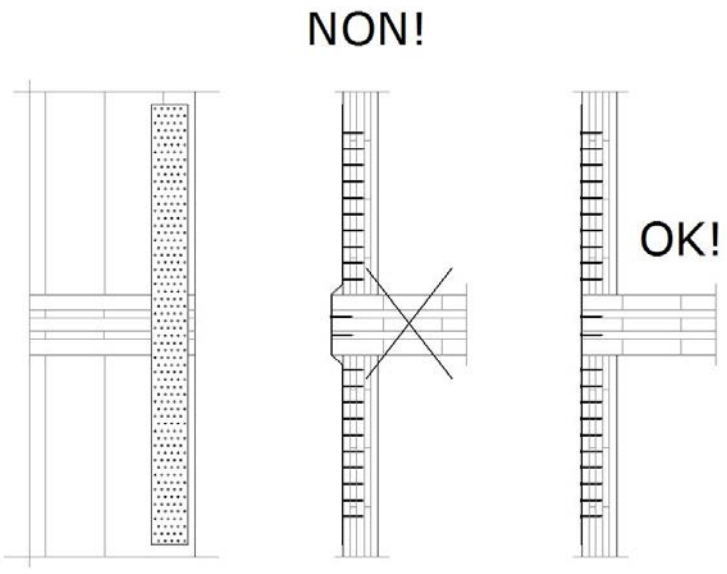


E- Les ancrages ne doivent pas être connectés aux linteaux.



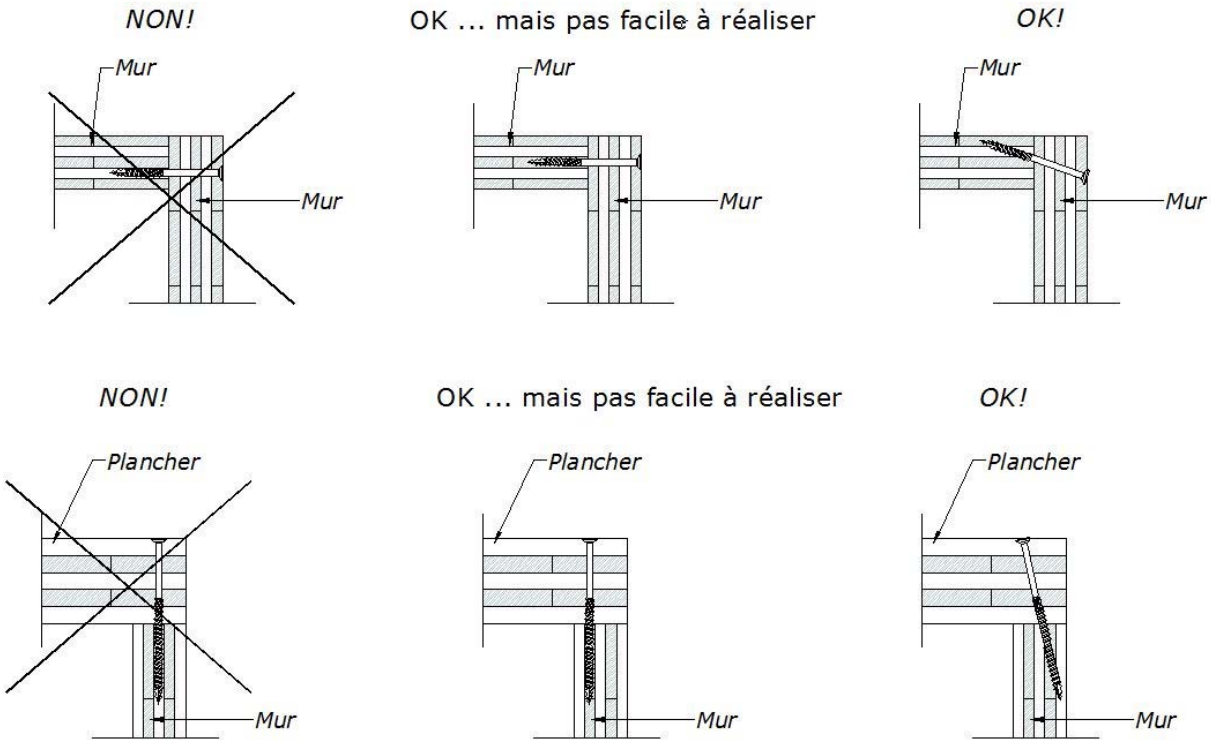


F- Ne pas placer les ancrages trop près d'un défaut visible du bois qui pourrait causer une rupture fragile non désirée.



G- Les plaques perforées utilisées pour la transmission des efforts de soulèvement d'un mur à l'autre ne doivent pas être déformées hors de leur plan afin de travailler correctement.

(Suite de l'Annexe 4)

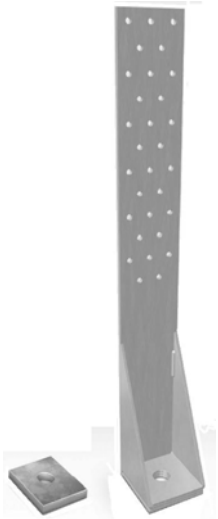
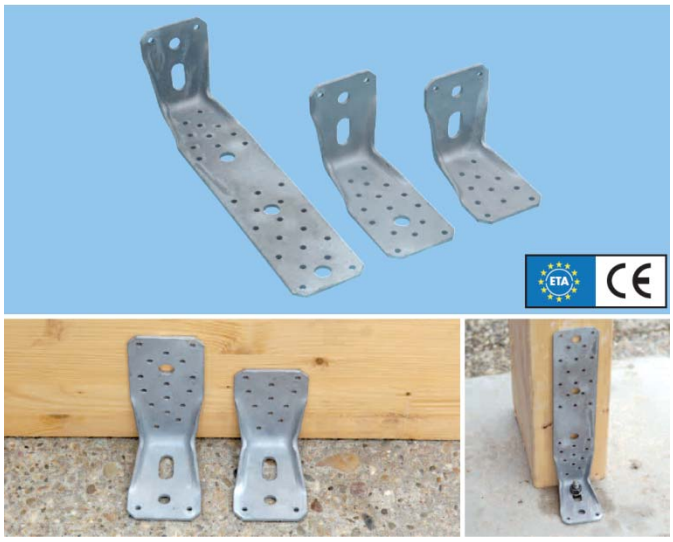


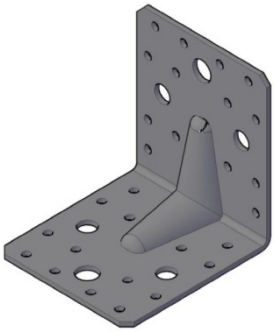
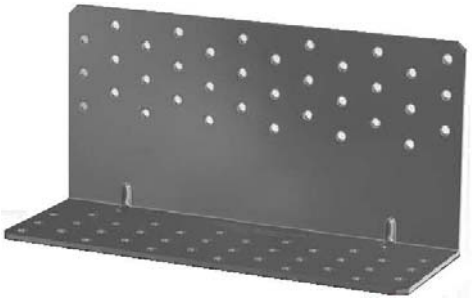
H- Assemblage de deux panneaux BBS perpendiculaire l'un à l'autre : une attention particulière doit être portée aux directions des différentes couches afin de connecter correctement les panneaux entre eux.

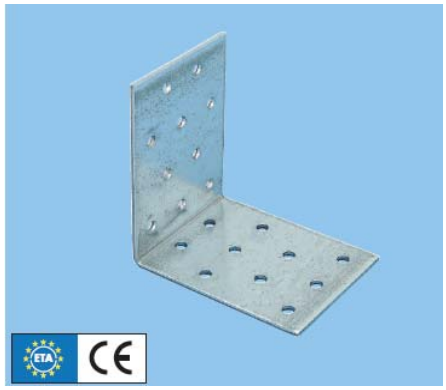
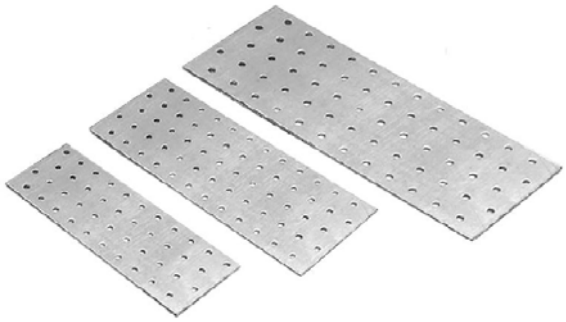
Document

(Suite de l'Annexe 4)

Liste non exhaustive d'assembleurs à conformité CE

Produits	Distributeur	Utilisation	Photos
Ancrages WHT *(ETA-11/0086)*	Rotho Blaas France Sàrl	Transmission des efforts verticaux ascendants des murs aux planchers et murs inférieurs	 (avec la permission de *Rotho Blaas France Sàrl*, www.rothoblaas.com)
Equerres d'ancrage KR (type V) *(ETA-08/0214)*	Würth France S.A.	Transmission des efforts verticaux ascendants des murs aux planchers et murs inférieurs	 (avec la permission de *Würth France S.A.*, www.wurth.fr)
Equerres WB90 *(ETA-09/0323)*	Rotho Blaas	Transmission des efforts de cisaillement en pieds de murs	 (avec la permission de *Rotho Blaas France Sàrl*, www.rothoblaas.com)

Equerres WB100 *(ETA-09/0323)*	Rotho Blaas	Transmission des efforts de cisaillement en pieds de murs	 (avec la permission de *Rotho Blaas France Sàrl*, www.rothoblaas.com)
Equerres WVS9050 *(ETA-09/0322)*	Rotho Blaas	Transmission des efforts de cisaillement en pieds de murs	 (avec la permission de *Rotho Blaas France Sàrl*, www.rothoblaas.com)
Equerres Titan TCN *(ETA-11/0496)*	Rotho Blaas	Transmission des efforts de cisaillement en pieds de murs connectés à un plancher béton	 (avec la permission de *Rotho Blaas France Sàrl*, www.rothoblaas.com)
Equerres Titan TTN *(ETA-11/0496)*	Rotho Blaas	Transmission des efforts de cisaillement en pieds de murs connectés à un plancher bois	 (avec la permission de *Rotho Blaas France Sàrl*, www.rothoblaas.com)
Plaques perforées Titan TCP *(ETA-11/0496)*	Rotho Blaas	Transmission des efforts de cisaillement en pieds de murs connectés à un plancher béton	 (avec la permission de *Rotho Blaas France Sàrl*, www.rothoblaas.com)

Equerres d'assemblage perforées *(ETA-09/0355)*	Würth France S.A.	Transmission des efforts de cisaillement en pieds de murs	 (avec la permission de *Würth France S.A.*, www.wurth.fr)
Equerres d'assemblage mixtes renforcées *(ETA-09/0355)*	Würth France S.A.	Transmission des efforts de cisaillement en pieds de murs	 (avec la permission de *Würth France S.A.*, www.wurth.fr)
Plaques perforées de 1.5 à 2.0 mm d'épaisseur	Rotho Blaas France Sàrl	Transmission des efforts verticaux ascendants des murs aux murs inférieurs; Reprise de la traction dans les assemblages	 (avec la permission de *Rotho Blaas France Sàrl*, www.rothoblaas.com)
Plaques perforées 2.0 mm d'épaisseur	Würth France S.A.	Transmission des efforts verticaux ascendants des murs aux murs inférieurs; Reprise de la traction dans les assemblages	 (avec la permission de *Würth France S.A.*, www.wurth.fr)

Feuillards perforés de 1.5 à 3.0 mm d'épaisseur *(DIBt Z-9,1-524)*	Rotho Blaas	Transmission des efforts verticaux ascendants des murs aux murs inférieurs; Reprise de la traction dans les assemblages	 (avec la permission de *Rotho Blaas France Sàrl*, www.rothoblaas.com)
Feuillards perforés 1.5 mm d'épaisseur *(DIBt Z-9,1-545)*	Würth France S.A.	Transmission des efforts verticaux ascendants des murs aux murs inférieurs; Reprise de la traction dans les assemblages	 (avec la permission de *Würth France S.A.*, www.wurth.fr)

Document no

Valeurs caractéristiques (NF-EN 338)			C16	C24
Résistance en Mpa	Flexion statique	$f_{m,k}$	16	24
	Traction axiale	$f_{t,0,k}$	10	14
	Traction transversale	$f_{t,90,k}$	0,5	0,5
	Compression axiale	$f_{c,0,k}$	17	21
	Compression transversale	$f_{c,90,k}$	2,2	2,5
	Cisaillement longitudinal	$f_{v,k}$	1,8	2,5
Masse volumique en kg/m3		ρ_{k}	310	350
		ρ_{mean}	370	420
Rigidité en Mpa	Elasticité longitudinale moyenne	$E_{0,mean}$	8000	11000
	Elasticité longitudinale au fractile à 5 %	$E_{0,05}$	5400	7400
	Elasticité transversale moyenne	$E_{90,mean}$	270	370
	Module de cisaillement moyen	G_{mean}	500	690

Tableau 5 : Propriétés caractéristiques des bois massifs (EUROCODES)

Tableau 6 : épaisseurs, dispositions des plis et caractéristiques rapportées à l'axe neutre

nb de plis	épaisseur totale (mm)	épaisseur des plis (mm)						
3	60	20	20	20				
	80	20	40	20				
	90	30	30	30				
	100	35	30	35				
	120	40	40	40				
5	100	20	20	20	20	20		
	120	20	30	20	30	20		
	140	40	20	20	20	40		
	150	40	20	30	20	40		
	160	40	20	40	20	40		
	180	40	30	40	30	40		
	200	40	40	40	40	40		
	220	60	30	40	30	60		
	240	60	40	40	40	60		
7	260	60	20	40	20	40	20	60
	280	60	40	20	40	20	40	60

Pour le repérage, voir trièdre (X,Z) en Annexe 1
Valeurs pour un panneau BBS de **1000mm x 2500mm** (largeur x

/Z			/X			
section efficace	inertie nette	rayon de giration	Section nette		inertie nette	rayon de giration
A_{ef}	I_{ef}	i	A_{ef}		I_{ef}	i
400	1733	2,08	500	200	500	1,00
400	3733	3,06	1000	400	2667	1,63
600	5850	3,12	750	300	1688	1,50
700	8108	3,40	750	300	1875	1,58
800	13867	4,16	1000	400	4000	2,00
600	6600	3,32	1000	400	4333	2,08
600	10200	4,12	1500	600	10500	2,65
1000	21133	4,60	1000	400	4333	2,08
1100	25492	4,81	1000	400	6583	2,57
1200	30400	5,03	1000	400	9333	3,06
1200	40800	5,83	1500	600	19500	3,61
1200	52800	6,63	2000	800	34667	4,16
1600	80933	7,11	1500	600	19500	3,61
1600	101333	7,96	2000	800	34667	4,16
2000	131867	8,12	1500	600	37667	5,01
1600	152533	9,76	3000	1200	74833	4,99
cm^2	cm^4	cm	cm^2	cm^2/m	cm^4	cm
flexion à plat			***flexion à plat***			
suivant les plis longitudinaux			**suivant les plis transversaux**			

Tableau 6bis : épaisseurs, dispositions des plis et caractéristiques rapportées à l'axe neutre

Remarque : Les couches extérieures des panneaux BBS 220, 240, 260 et 280 sont constituées de deux épaisseurs de planches disposées longitudinalement, l'une en planche de 40mm, l'autre en planche de 20mm.

Tableau 7 : Valeurs caractéristiques suivant épaisseur et disposition des plis (EC5)

Document non valide

Valeurs de résistance caractéristiques [MPa]														Valeurs de rigidité moyenne [MPa]								Masses volumiques [kg/m³]	
		A plat				A chant			Dans le plan du panneau					A plat			A chant						
nb de plis	épaisseur totale (mm)	flexion longitudinale	flexion transversale	compression perpendiculaire au panneau	cisaillementlongitudinal	cisaillement transversal	flexion longitudinale	flexion transversale	cisaillement relatif à la flexion longitudinale[1]	traction longitudinale	traction transversale	compression longitudinale	compression transversale	module d'élasticité longitudinal moyen	module d'élasticité transversal moyen	module de cisaillement moyen	module d'élasticité longitudinal moyen	module d'élasticité transversal moyen	module de cisaillement longitudinal	module de cisaillement transversal	masse volumique caractéristique à considérer pour le calcul des connecteurs en résistance	masse volumique moyenne à considérer pour le calcul des charges permanentes
		$f_{m,0,k}$	$f_{m,90,k}$	$f_{c,90,k}$	$f_{v,0,k}$	$f_{v,90,k}$	$f_{m,0,k}$	$f_{m,90,k}$	$f_{v,k}$	$f_{t,0,k}$	$f_{t,90,k}$	$f_{c,0,k}$	$f_{c,90,k}$	$E_{0,mean}$	$E_{90,mean}$	G_{mean}	$E_{0,mean}$	$E_{90,mean}$	$G_{0,mean}$	$G_{90,mean}$	ρ_k	ρ_{mean}
3	60	23,1	1,78	2,20	0,76	0,71	16,0	5,33	0,71	9,33	3,33	14,0	5,7	10590	296	60	7330	2660	477	200	310	420
	80	21,0	4,00	2,20	0,82	1,07	12,0	8,00	1,07	7,00	5,00	10,5	8,5	9620	1000	60	5500	4000	370	275	310	420
	90	23,1	1,78	2,20	0,76	0,71	16,0	5,33	0,71	9,33	3,33	14,0	5,7	10590	296	60	7330	2660	477	200	310	420
	100	23,4	1,44	2,20	0,75	0,64	16,8	4,80	0,64	9,80	3,00	14,7	5,1	10700	216	60	7700	2400	498	185	310	420
	120	23,1	1,78	2,20	0,76	0,71	16,0	5,33	0,71	9,3	3,33	14,0	5,7	10590	296	60	7330	2660	477	200	310	420
5	100	19,0	5,55	2,20	0,87	0,46	14,4	6,40	0,86	8,40	4,00	12,6	6,8	8710	1664	60	6600	3200	434	230	310	420
	120	17,0	7,00	2,20	0,89	0,49	12,0	8,00	1,07	7,00	5,00	10,5	8,5	7790	2333	60	5500	4000	370	275	310	420
	140	22,2	2,83	2,20	0,79	0,33	17,1	4,57	0,61	10,00	2,86	15,0	4,9	10160	606	60	7850	2280	507	179	310	420
	150	21,8	3,21	2,20	0,81	0,37	17,6	4,27	0,57	10,27	2,67	15,4	4,5	9970	749	60	8060	2130	519	170	310	420
	160	21,4	3,50	2,20	0,83	0,41	18,0	4,00	0,54	10,5	2,50	15,8	4,3	9790	875	60	8250	2000	530	163	310	420
	180	20,1	4,62	2,20	0,85	0,43	16,0	5,33	0,71	9,33	3,33	14,0	5,7	9230	1284	60	7330	2660	477	200	310	420
	200	19,0	5,55	2,20	0,87	0,46	14,4	6,40	0,86	8,40	4,00	12,6	6,8	8710	1664	60	6600	3200	434	230	310	420
	240	21,1	3,85	2,20	0,82	0,38	16,0	5,33	0,71	9,33	3,33	14,0	5,7	9670	963	60	7330	2660	477	200	310	420
7	260	21,6	3,06	2,20	0,74	0,51	18,5	3,69	0,49	10,77	2,31	16,2	3,9	9900	823	60	8460	1840	542	154	310	420
	280	20,0	4,58	2,20	0,79	0,47	13,7	6,86	0,92	8,00	4,29	12,0	7,3	9170	1309	60	6280	3420	416	243	310	420

[1] *Le coefficient k_{cr} de fissuration pris égal à 0,67 est intégré dans le résultat*

Tableau 7bis : Valeurs caractéristiques suivant épaisseur et disposition des plis (EC5)