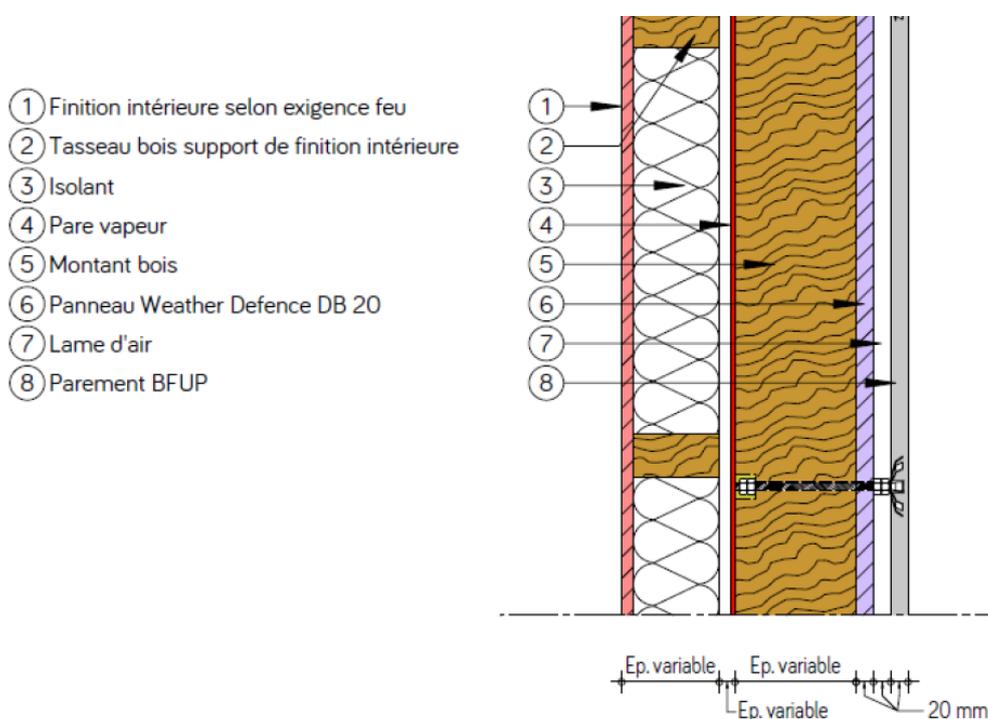


APPRECIATION TECHNIQUE D'EXPERIMENTATION

Numéro de référence CSTB : 3231_V1

ATEx de cas a

Validité du 14/12/2023 au 14/12/2025



Copyright : Société FEHR

L'Appréciation Technique d'expérimentation (ATEx) est une simple opinion technique à dire d'experts, formulée en l'état des connaissances, sur la base d'un dossier technique produit par le demandeur. *(extrait de l'art. 24)*

A LA DEMANDE DE :

LAFARGE CIMENT DISTRIBUTION

14 – 16 Boulevard Garibaldi

92130 Issy Les Moulineaux

Appréciation Technique d'Expérimentation n° 3231_V1

Note Liminaire : Cette Appréciation porte essentiellement sur le procédé de façade préfabriquée et assemblée en usine WoodWall Ductal® FOBB®, composée d'une ossature bois non porteuse revêtue d'un parement minéral en Ductal FO d'épaisseur comprise entre 20 et 30mm.

Selon l'avis du Comité d'Experts en date du 14/12/2023, le demandeur ayant été entendu, la demande d'ATEX ci-dessous définie:

- demandeur : Société LAFARGE CIMENT DISTRIBUTION
- technique objet de l'expérimentation :
 - Procédé de façade préfabriquée et assemblée en usine WoodWall Ductal® FOBB®, composée d'une ossature bois non porteuse revêtue d'un parement minéral en Ductal FO d'épaisseur comprise entre 20 et 30mm. Une lame d'air ventilée sépare l'ossature bois du parement extérieur. L'ensemble est livré solidairement pour une pose sur le chantier en un seul élément préfabriqué ;
 - Le procédé est prévu pour être mis en œuvre en façade filante ou ininterrompue, sans complément d'isolation extérieure.
 - La fixation du parement sur le panneau bois est réalisée de manière invisible, grâce à des inserts coulés dans le parement en béton fibré et vissés au travers des montants de l'ossature bois ;
 - L'ensemble des bâtiments jusqu'à des hauteurs de 28 m est visé. Cela comprend les logements jusqu'à la 3^{ème} famille comprise, les ERP de toutes catégories, et les bâtiments de bureaux ;
 - Les locaux bordant les façades doivent être au plus à moyenne hygrométrie ;
 - Toutes les zones climatiques ou sismiques de la France européenne sont visées.

Cette technique est définie dans le dossier enregistré au CSTB sous le numéro ATEX 3231_V1 et résumé dans la fiche sommaire d'identification ci-annexée, donne lieu à une :

APPRECIATION TECHNIQUE FAVORABLE A L'EXPERIMENTATION

Remarque importante : Le caractère favorable de cette appréciation ne vaut que pour une durée limitée au **14/12/2025**, et est subordonné à la mise en application de l'ensemble des recommandations et attendus formulés aux §5 et 6.

Cette Appréciation, QUI N'A PAS VALEUR D'AVIS TECHNIQUE au sens de l'Arrêté du 21 mars 2012, découle des considérations suivantes :

1°) Sécurité

1.1 – Stabilité des ouvrages et/ou sécurité des équipements

Les panneaux de façade à ossature bois ne participent pas à la stabilité du bâtiment, laquelle incombe à la structure porteuse de l'ouvrage.

La stabilité propre du procédé de façade à ossature bois est correctement assurée dans le domaine d'emploi défini au dossier technique établi par le demandeur.

1.2 – Sécurité des intervenants

- Sécurité des ouvriers : la mise en œuvre des éléments de façade fait appel à des méthodes usuelles d'approvisionnement des matériaux et d'équipement des ouvriers pour des travaux nécessitant des interventions en hauteur.
- La sécurité des usagers (risque d'action sur la santé, d'accidents dus au fonctionnement, de chutes etc. est normalement assurée.

1.3 – Sécurité en cas d'incendie

Les éléments requis vis-à-vis du risque de propagation du feu par les façades sont présents.

1.4 – Sécurité en cas de séisme

Le procédé de façade à ossature bois peut être mis en œuvre dans toutes les zones sismiques de France métropolitaine moyennant le respect des disposition du paragraphe 4.3 du Dossier Technique.

Appréciation Technique d'Expérimentation n° 3231_V1

2°) Faisabilité

2.1 – Production

La fabrication des éléments de façade préfabriqués fait l'objet de contrôles réalisés en usine et définis dans le Plan d'Assurance Qualité (PAQ) versé au dossier par le demandeur. Ces contrôles portent en particulier sur l'ossature bois, la fabrication du Ductal FO ainsi que sur le produit fini. Les matières premières, la fabrication et le contrôle du Ductal FO font l'objet d'une procédure spécifique de certification dans le cadre son Avis Technique n° 2.2/20-1809_V1.

2.2 – Mise en œuvre

La faisabilité de la mise en œuvre du procédé est avérée, mais nécessite un soin particulier pour ce qui est du traitement des joints entre panneaux et du traitement des encadrements de baies. Ces opérations sont détaillées au paragraphe 8 du Dossier Technique annexé. Un guide de pose est communiqué pour chaque projet dans lequel est prévue la pose de panneaux FOBB.

2.3 – Assistance technique

La société FEHR fournit une assistance technique aux entreprises qui en font la demande afin de préciser les dispositions spécifiques de mise en œuvre du procédé.

3°) Risques de désordres

La solidité est normalement assurée. La durabilité du procédé ne diffère pas de celle d'une façade à ossature bois classique.

5°) Recommandations

Il est recommandé de :

mettre en œuvre le procédé conformément au Dossier Technique objet de la présente ATEX.

7°) Rappel

Le demandeur devra communiquer au CSTB, au plus tard au début des travaux, une fiche d'identité de chaque chantier réalisé, précisant l'adresse du chantier, le nom des intervenants concernés, les contrôles spécifiques à réaliser et les caractéristiques principales à la réalisation.

EN CONCLUSION

En conclusion et sous réserve de la mise en application des recommandations et attendus ci-dessus, le Comité d'Experts considère que :

Conclusion FAVORABLE

- La sécurité est assurée,
- La faisabilité est réelle,
- Les risques de désordres sont limités.

Champs sur Marne,
Le Président du Comité d'Experts,

Ménad CHENAF

ANNEXE 1

FICHE SOMMAIRE D'IDENTIFICATION (1)

Demandeur : Société LAFARGE CIMENT DISTRIBUTION

Définition de la technique objet de l'expérimentation :

- Procédé de façade préfabriquée et assemblée en usine WoodWall Ductal® FOBB®, composée d'une ossature bois non porteuse revêtue d'un parement minéral en Ductal FO d'épaisseur comprise entre 20 et 30mm. Une lame d'air ventilée sépare l'ossature bois du parement extérieur. L'ensemble est livré solidairement pour une pose sur le chantier en un seul élément préfabriqué ;
- Le procédé est prévu pour être mis en œuvre en façade filante ou ininterrompue, sans complément d'isolation extérieure.
- La fixation du parement sur le panneau bois est réalisée de manière invisible, grâce à des inserts coulés dans le parement en béton fibré et vissés au travers des montants de l'ossature bois ;
- L'ensemble des bâtiments jusqu'à des hauteurs de bâtiment de 28 m est visé. Cela comprend donc les logements jusqu'à la 3^{ème} famille comprise, les ERP de toutes catégories et les bâtiments de bureaux ;
- Les locaux bordant les façades doivent être au plus à moyenne hygrométrie ;
- Toutes les zones climatiques ou sismiques de la France européenne sont visées.

(1) La description complète de la technique est donnée dans le dossier déposé au CSTB par le demandeur et enregistré sous le numéro ATEx 3231_V1 et dans le cahier des charges de conception et de mise en œuvre technique (cf. annexe 2) que le fabricant est tenu de communiquer aux utilisateurs du procédé.

ANNEXE 2

CAHIER DES CHARGES DE CONCEPTION ET DE MISE EN OEUVRE

Ce document comporte 31 pages.

***Procédé de façade préfabriquée et assemblée en usine
WoodWall Ductal® FOBB®***

« Dossier technique établi par le demandeur »

Version tenant compte des remarques formulées par le comité d'Experts

Datée du 15 12 2023

A été enregistré au CSTB sous le n° d'ATEX 3231_V1.

Fin du rapport

PRODUITS

Béton prêt à l'emploi
Mur Précoffré *
Prédalle
Bardage BFUHP F(Clad) *
Éléments spéciaux

SERVICES

Location
Assemblage
Magasin



PARTIE DESCRIPTIVE

ATE_x Cas A

**Façade Ossature Bois / BFUP
WoodWall Ductal® FOBB®**

**Décembre
2023**

Demandeur :

Lafarge Ciment Distribution
14-16 Boulevard Garibaldi
92130 Issy Les Moulineaux

Fehr Groupe S.A.S.

Siège social : ZA. Emile Mathis / route de Froeschwiller / F-67110 Reichshoffen / Tél : +33 (0)3 88 80 86 30 - Fax : +33 (0)3 88 80 34 52

SOMMAIRE

1	DESCRIPTION ET PRINCIPE DU PROCEDE.....	4
1.1	Objet de la demande	4
1.2	Principe du procédé	4
2	DOMAINE D’EMPLOI VISE	5
3	DESCRIPTION ET IDENTIFICATION DES ELEMENTS CONSTITUTIFS DU PROCEDE	6
3.1	Parement ductal FO	6
3.2	Fixation mécanique/insert Neel +vis	6
3.2.1	Insert de marque Neel	6
3.2.2	Tige filetée – écrou – platine de répartition	6
3.3	Panneau weather defence siniat	7
3.4	Ossature bois.....	7
3.5	Panneaux isolants et habillage intérieur	8
3.5.1	Laines minérales.....	8
3.5.2	Panneaux en fibre de bois	8
3.6	Pare vapeur	8
3.7	Incorporation de menuiseries.....	9
3.8	Produits de traitement du panneau.....	9
3.9	Accessoires associés	9
3.9.1	Bandes adhésives pare-pluie	9
3.9.2	Étanchéité entre panneaux ou entre panneau et dalle.....	9
3.9.3	Bandes pare-vapeur.....	10
3.9.4	Bandes d’arase	10
3.9.5	Défecteurs – bavette au droit des joints horizontaux	10
3.9.6	Ruban extérieur adhésif de raccord entre menuiserie et plaque DB20	10
3.9.7	Equerres de fixation de la FOBB à la structure – reprise du poids	10
3.9.8	Equerres de fixation de la FOBB à la structure – reprise du vent	10
3.9.9	Assemblage montant/linteau de l’ossature.....	10
4	CONCEPTION	11
4.1	Plaques de parement en Ductal FO.....	11
4.1.1	Principe :	11
4.1.2	Charges à prendre en compte :	11
4.1.3	Détermination du nombre de fixations Poids Propre nécessaires	11
4.1.4	Détermination du nombre de fixations Vent nécessaire.....	11
4.1.4.1	Dimensionnement à l’arrachement/poinçonnement de l’insert	11
4.1.4.2	Vérification de l’épaisseur du parement Ductal FO en fonction de l’entraxe des fixations	12
4.1.4.3	Détermination du nombre de fixations sismiques.....	12
4.1.4.4	Détermination du nombre de fixations selon classement au choc	12
4.1.4.5	Position et réalisation des fixations.....	13
4.2	Ossature	14

4.2.1	Généralités :	14
4.2.2	Schéma statique des panneaux :	15
4.2.3	Critères de déformation à prendre en compte:	15
4.2.4	Modélisation:.....	16
4.3	Sécurité vis-à-vis du risque sismique	17
4.4	Sécurité incendie.....	18
4.5	Calcul des caractéristiques thermiques	18
4.5.1	Principe du calcul thermique:.....	18
4.5.2	Données et valeurs caractéristiques :	19
4.5.3	Comportement hygrométrique:	20
5	FABRICATION	21
5.1	Etudes / conception.....	21
5.2	Site de fabrication	21
5.3	Tolérances.....	21
5.4	Contrôles en usine	21
5.5	Identification des produits	22
6	CONDITIONNEMENT, STOCKAGE ET TRANSPORT	23
7	ASSISTANCE TECHNIQUE	24
8	MISE EN OEUVRE D'UN PANNEAU DE FACADE FOBB	25
8.1	opérations de pose	25
8.2	Traitement des joints entre panneaux	25
8.3	Traitement des encadrements de baies	25
8.4	Justification des moyens de levage.....	27
9	PROCEDURE DE REMPLACEMENT D'UN PAREMENT DETERIORE	29
10	CONTRÔLES, NETTOYAGE ET ENTRETIEN	30
11	CARNET DE DETAILS.....	31

1 DESCRIPTION ET PRINCIPE DU PROCEDE

1.1 OBJET DE LA DEMANDE

Façade à ossature bois comprenant un parement minéral en béton fibré dont la dénomination commerciale est « WoodWall Ductal® - FOBB Fehr Ossature Bois Béton - », aussi abrégé dans le présent document par FOBB.

Il s'agit d'une solution préfabriquée et assemblée en usine. Le parement minéral formant bardage à joints verticaux fermés est réalisé en béton fibré Ductal FO de Lafarge et est solidarisé à un mur de type façade à ossature bois conforme au DTU 31.4 par l'intermédiaire de fixations. L'ensemble ossature bois + parement est livré solidairement pour pose sur le chantier en un seul élément. Chaque panneau est fabriqué sur mesure, en faisant varier notamment les épaisseurs/largeur/hauteur, en fonction de la performance thermique visée, des exigences architecturales et des contraintes chantier. Le panneau de façade peut être plein ou intégrer des ouvertures. Les panneaux sont conçus pour être mis en œuvre en façade filante, avec ou sans complément d'isolation intérieure, en pose verticale.

1.2 PRINCIPE DU PROCEDE

Il s'agit d'un procédé de façade légère en panneaux bois non porteurs. Ce procédé est constitué d'éléments de type façade à ossature bois selon DTU 31.4, incluant le bardage extérieur et les réservations pour les menuiseries extérieures. Les panneaux de façade à ossature bois FOBB ne participent pas à la stabilité du bâtiment, laquelle incombe à la structure porteuse de l'ouvrage. Chaque élément FOBB est mécaniquement indépendant des autres. Le panneau FOBB ne peut donc reposer que sur la structure de l'ouvrage et en aucun cas sur un autre panneau FOBB.

FOBB est constitué d'une plaque minérale en Ductal FO - Fibres Organiques - (béton fibré à hautes performances, commercialisé par Lafarge), fixée mécaniquement sur les parois d'une ossature bois, le tout préfabriqué. La plaque minérale en Ductal FO fait office de bardage extérieur rapporté à lame d'air ventilée. Le parement en Ductal FO ne présente pas de joints dans la partie courante du panneau. Les seuls joints sont situés à l'interface de 2 panneaux ou au niveau de l'assemblage d'un panneau et d'un élément structurel. La largeur minimale du joint, vertical ou horizontal est alors de 15mm et sera traité conformément au carnet de détail joint en Annexe. L'une des caractéristiques principales est que la fixation du parement sur le panneau bois est réalisée de manière invisible, grâce à des inserts coulés dans le parement Ductal FO. Les inserts sont pourvus d'un filetage qui permet d'y visser des tiges filetées en inox qui traversent l'ossature bois et y sont assemblés par l'intermédiaire d'écrous et de rondelles.

Les panneaux FOBB sont constitués de l'extérieur vers l'intérieur des éléments suivants :

- Parement extérieur en plaques minces réalisées en Ductal FO. Fonction de bardage ventilé à joints verticaux fermés par construction.
- Inserts noyés dans la plaque Ductal FO : marque Neel référence F8 ou F12, selon dimensionnement.
- Connecteur : vis inox M8 et écrous (ou M12 selon dimensionnement) et plaques de répartition des charges. Fonction de liaison entre l'insert Neel F8/F12 noyé dans la plaque et l'ossature bois.
- Panneau Weather Defence BD20. Fonction de panneau de stabilité, écran thermique, pare-pluie.
- Ossature bois massif composée :
 - d'une ossature bois interne à base de montants verticaux, en bois massif ou bois massif abouté, de section rectangulaire, répartis tous les 600 mm d'entraxe maximum,
 - d'un cadre bois périphérique composé de traverses basse et haute, de montants d'extrémité, en bois massif ou bois massif abouté, de section rectangulaire,
 - d'un isolant réparti au sein de l'ossature posé entre les montants de l'ossature
- Pare-vapeur

La dimension maximale revendiquée pour le panneau est de 5.404x3.20m.

2 DOMAINE D'EMPLOI VISE

Les domaines d'emploi visés sont:

- Bâtiments neufs ou en rénovation
- Bâtiments à usage d'habitation de la 1ère famille jusqu'à la 3è famille
- Etablissements recevant du public (ERP) de la 1ère à la 5è catégorie avec un plancher bas du dernier niveau $\leq 28m$ au sens de la réglementation incendie
- Bâtiments de bureaux ou industriels régis par le Code du Travail avec des hauteurs de planchers bas du dernier niveau $\leq 28m$ au sens de la réglementation incendie
- Locaux à faible ou moyenne hygrométrie au sens de l'Annexe D du NF DTU 31.2 P1-1 humidité
- Bâtiments situés dans les zones de vent de 1 à 4, avec des rugosités de terrain allant de 0 à IV, avec les limitations données ci-dessous (*)
- Les zones sismiques de France métropolitaine
- Zones Q1 à Q4 facilement remplaçable par rapport au classement choc : des essais de chocs seront à réaliser pour chaque nouveau chantier ; les résultats pourront être réutilisables en cas de mise en œuvre de configurations identiques.
- Mise en œuvre sur dalle béton respectant les tolérances de planéité du NF DTU 21 pour finition lissée
- La déformation maximale active de la structure en béton doit être vérifiée explicitement pour chaque projet. Celle-ci ne doit pas dépasser 5mm.

Ne sont pas visés :

- les DROM
- les IGH
- les bâtiments d'hygrométrie forte
- la pose interrompue ou avec balcon

(*) Le domaine d'emploi est également limité par celui du panneau Weather Defence DB20 :

- autorisé pour bâtiments dont la pression de vent ELS n'excède pas 2000Pa en tout point de la façade, sous réserve de mise en œuvre des solutions de traitement des ébrasements adéquates (voir dispositions SN1/SN2 définies dans le présent document).
- autorisé pour locaux ponctuellement et temporairement rafraîchis en période chaude par un système d'appoint associé à la ventilation mécanique, pour autant que la température de consigne soit telle que la différence de température entre l'intérieur et l'extérieur soit inférieure ou égale à 5°C - sauf à valider par une modélisation qu'il n'y a pas de risque de condensation en période chaude avec les écarts de température pris en hypothèse dans la modélisation et pouvant donc être supérieurs aux 5°C précédemment définis.

3 DESCRIPTION ET IDENTIFICATION DES ELEMENTS CONSTITUTIFS DU PROCEDE

3.1 PAREMENT DUCTAL FO

Parement en béton fibré hautes performances commercialisé par Lafarge sous la référence Ductal FO. Les plaques de parement sont fabriquées à partir d'un prémix comprenant les ciments, granulats, additions. Au prémix sont ajoutés lors de la réalisation de la gâchée : adjuvants, eau et fibres synthétiques. La formulation est visée par un ETPM-20/0068 : Béton fibré à Ultra Hautes Performances (BFUP) Ductal NaW3-FO.

Les finitions possibles du parement sont : lisse, matricée, bouchardé, teinté, lasuré ou traité par anti-graffiti, sur chantier ou en usine.

L'épaisseur minimale des plaques de parement est de 20mm . Elle pourra cependant être augmentée pour accepter le relief des matrices ou pour des contraintes architecturales. Il faudra dans ce cas tenir compte dans le dimensionnement statique et sismique de la surcharge induite par cette surépaisseur.

Principales caractéristiques mécaniques :

On se réfère à a la carte d'identité matériau donnée par Lafarge.

Résistance à la pénétration des ions chlorures

Conforme au critère très bas selon le tableau 5 de la norme ASTM C 1202

Résistance à la carbonatation caractérisée très résistant au phénomène de carbonatation selon la norme XP P18-458

Gel-dégel

Aucun dommage lors des cycles de gel/dégel en condition sévère selon la norme NF P18-424

Effet de la température

Pas de diminution des performances mécaniques en flexion selon la norme NF EN 1170-5

3.2 FIXATION MECANIQUE/INSERT NEEL +VIS

3.2.1 Insert de marque Neel

L'insert Neel, en Inox 304/1.4301 et noyé dans le Ductal FO, assure la transmission des efforts verticaux et horizontaux entre la plaque de parement et la tige filetée.

Référence retenue: Neel F8 (ou F12 si nécessité d'augmenter le diamètre de la tige filetée)

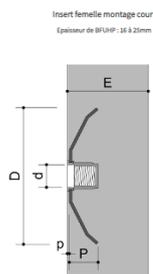


Figure 1 : Photographie Insert Neel et coupe de principe

3.2.2 Tige filetée – écrou – platine de répartition

Tige filetée Inox A2 ou A4/M8 (ou M12 selon dimensionnement)

Plaque de répartition

Écrou Inox A2 M8

Platine de répartition

Réf 9538 WURTH

en inox A2, sur mesure

Réf 0322 8 WURTH

en acier galvanisé, sur mesure

3.3 PANNEAU WEATHER DEFENCE SINIAT

Le panneau Weather Defence BD20, commercialisé par SINIAT selon DTA Defentex BD13 et Weather Defence BD20 3.2/22-1074_V1, est mis en œuvre sur l'ossature et est destiné à assurer les 3 fonctions suivantes

- Ecran thermique
- Pare-pluie rigide
- Voile de stabilité

Le domaine d'emploi précisé dans le DTA indique que le panneau DB20 n'assure la fonction de pare-pluie que dans le cas du bardage à lame d'air ventilé et à joints fermés.

La fixation du panneau DB20 à l'ossature est réalisée conformément au DTA du produit par des pointes ou des agrafes.

Les recommandations décrites dans le DTA du Weather Defence DB20, notamment concernant l'étanchéité sont reprises au §8.2 du présent document.

2.3.9. Etanchéité à l'eau

Lorsqu'ils sont placés côté extérieur les panneaux DEFENTEX BD 13 et WEATHER DEFENCE BD20 permettent d'assurer également la fonction d'écran rigide pare-pluie au sens des NF DTU 31.2 et 31.4. Les joints entre panneaux ainsi qu'entre ces panneaux et les autres éléments de la façade sont alors traités au moyen de la bande WEATHER DEFENCE.

Il convient de se référer aux compositions de parois décrites aux §2.3.1.1 et §2.3.1.2.

Indépendamment du revêtement de façade, la fonction d'écran rigide pare-pluie est limitée aux bâtiments dont la hauteur du plancher bas du niveau le plus haut n'excède pas 28 m et pour lesquels la pression de vent ELS en tout point de la façade n'excède pas :

- 1 600 Pa lorsque les ébrasements de menuiserie extérieure sont traités selon les dispositions du Type SN1 décrites au §2.4.2.5.1 (voir aussi les solutions définies dans les normes NF DTU 31.2 et 31.4) ;
- 2 000 Pa lorsque les ébrasements de menuiserie extérieure sont traités selon les dispositions du Type SN2 décrites au §2.4.2.5.2 (voir aussi les solutions définies dans les normes NF DTU 31.2 et 31.4).

Le Tableau XII indique le type d'ébrasement (SN1 ou SN2) applicable selon la localisation (région de vent et rugosité de terrain) et la hauteur du bâtiment. Il convient de se reporter aux dispositions de ce tableau en lieu et place des classes d'exigences d'étanchéité à l'eau du tableau 1 du NF DTU 31.2 (2019) ou du tableau 2 du NF DTU 31.4 (2020).

3.4 OSSATURE BOIS

La partie Ossature Bois est conçue et fabriquée selon le NF DTU 31.4.

Les montants verticaux intermédiaires, les montants de jonctions, les montants de chevêtres, les montants d'extrémités et les traverses basse et haute des panneaux sont en bois massif et/ou bois massif aboutés, de type résineux (épicéa, sapin, douglas ou mélèze), de section rectangulaire, répartis tous les 600 mm d'entraxe maximum.

Les bois d'ossature ont une épaisseur minimale de 45 mm et une hauteur adaptée à l'épaisseur d'isolant choisie en fonction de la performance thermique visée et un élancement de la section minimal de 6. En zone sismique, l'épaisseur minimale des montants est portée à 60mm.

Les bois d'ossature (résineux) sont de classe C24 selon NF EN 14081. Leurs propriétés mécaniques sont celles listées dans la norme NF EN 338 pour cette classe de résistance. L'humidité des éléments d'ossature en bois doit être inférieure ou égale à 18 % au moment de l'assemblage des éléments d'ossature, avec un écart entre deux éléments au maximum de 4 %. Le taux d'humidité des éléments doit être déterminé selon la méthode décrite par la norme NF EN 13183-2. Les bois sont traités pour un usage en classe d'emploi 2 selon NF EN 335, vis-à-vis du risque biologique liés aux champignons lignivores, insectes à larves xylophages et des termites.

Les bois reposant sur les murs de fondation ou une dalle portée sont isolés de tout contact direct avec ceux-ci, et à l'abri de toute humidification, conformément aux dispositions du NF DTU 31.4.

En zone sismique, les montants au droit des équerres de fixation sur la dalle sont assemblés aux traverses par 2 vis complémentaires en acier galvanisé Ø6 x 120 mm.

3.5 PANNEAUX ISOLANTS ET HABILLAGE INTERIEUR

L'épaisseur de l'isolant sera déterminée par l'étude thermique du projet et pourra varier entre 6 et 20cm. La largeur des montants de l'ossature sera identique à celle de l'isolant. L'isolant est porté en partie basse par l'ossature. La hauteur est limitée à 3.00m.

Un isolant intérieur complémentaire (acoustique ou thermique) peut être mis en œuvre sur chantier après pose de la FOBB.

2 conditions sont à respecter:

- la réservation dans laquelle est mise en œuvre la fixation doit être isolée par un isolant en laine de verre ($\lambda \leq 0,030$ mK/W) avant la mise en place de la membrane pare-vapeur
- la résistance totale du doublage isolant ne pourra excéder 25% de la résistance thermique totale de la paroi.

La nature et la composition du parement intérieur sont adaptées aux exigences $E_{i \rightarrow o}$ et d'isolation des parois par l'intérieur fixées par le règlement de sécurité applicable au bâtiment.

3.5.1 Laines minérales

Les laines minérales peuvent être mises en œuvre selon les caractéristiques du NF DTU 31.4 P1-2 §5

3.5.2 Panneaux en fibre de bois

Panneaux en fibre de bois semi-rigides de type STEICO Flex F, intégrés entre montants, dont l'avis technique valide le domaine d'emploi en COB ou FOB, selon NF DTU 31.2 ou NF DTU 31.4, avec bardage ventilé.

Produit conforme à la norme NF EN 13171 et bénéficiant d'un marquage CE, d'une déclaration des performances et d'une Fiche de Donnée de Sécurité.

3.6 PARE VAPEUR

Le pare-vapeur a une fonction de barrière à la diffusion de vapeur.

Sa nature et sa mise en œuvre sont conformes au NF DTU 31.2, avec une valeur S_d minimale de 18m, mesurée selon NF EN 1931 (lame d'air existant sur l'extérieur, derrière les plaques de bardage). La valeur S_d du pare-vapeur devra être confirmée par une vérification par le calcul ou par modélisation au cas par cas, selon le projet, en particulier selon l'isolant choisi. La mise en œuvre de fibre de bois demandera un examen précis de la valeur de S_d retenue.

La valeur de S_d déterminée devra respecter également la règle dite du « facteur 5 » du NF DTU 31.4 : la valeur S_d de la barrière à la diffusion de vapeur d'eau côté intérieur (membrane pare-vapeur et/ou panneau à base de bois) doit être au moins 5 fois plus élevée que la valeur S_d de la barrière à la diffusion de vapeur d'eau côté extérieur (membrane pare-pluie, et/ou écran rigide et/ou panneau à base de bois).

Le pare-vapeur sera conforme à la norme NF EN 13984 et répondra aux exigences du Tableau 4 – support discontinu.

La mise en œuvre du pare-vapeur fait office de protection provisoire de l'isolant.

Référence : Dörken DELTA – NEOVAP 18 ou DELTA FOL DBF

3.7 INCORPORATION DE MENUISERIES

La pose des châssis de fenêtre et le traitement des joints sont de technique courante, conformément aux dispositions des NF DTU 36.5 et 31.4, en respectant les dispositions du référentiel de la menuiserie (Avis Technique, DTA ou certification). La menuiserie est intégrée dans l'épaisseur de la paroi. Il n'y a pas de débordement possible de la menuiserie par rapport au parement (seules les bavettes et les encadrements de baie pourront être débordants). La mise en œuvre des menuiseries dans les panneaux du procédé FOBB est donnée dans le carnet de détail en fin de document.

3.8 PRODUITS DE TRAITEMENT DU PANNEAU

Les panneaux peuvent recevoir un traitement surfacique par application d'hydrofuge, de lasure ou d'anti-graffiti, avec aspect mat ou brillant.

Le produit proposé est celui qui a été validé dans le cadre de l'Avis technique 2.2/20-1809_V1.

- Protect Guard color
- Protect Guard color Bi-composant Anti Graffiti

3.9 ACCESSOIRES ASSOCIES

3.9.1 Bandes adhésives pare-pluie

Le pontage des plaques DB20 en partie courante ou le traitement des points singuliers est réalisé par bandes WEATHER DEFENCE de 60mm ou 100mm, selon DTA 3.2/22-1074_V1 § 2.2.2.3, centrées sur la jonction, avec un recouvrement de 25mm sur chaque plaque. Selon ce même document, pour les applications de type SN2, il est nécessaire d'utiliser le produit : Extoseal Encors

3.9.2 Etanchéité entre panneaux ou entre panneau et dalle

Deux cordons de mousse imprégnée pré-comprimée sont prévus pour la jonction entre les éléments préfabriqués ainsi que pour la liaison avec la dalle basse, pour assurer l'étanchéité à l'eau du système :

- L'un au niveau du panneau Weather Defence, posé sur la tranche de 20mm
- L'autre au niveau du montant bois, côté intérieur

La mousse imprégnée sera conforme à la norme NF P85-570.

Référence : Illbruck Illmod 600

En variante, il est possible également d'utiliser un joint tubulaire souple en EPDM, posé sur chantier ou en usine (fixé mécaniquement ou collé). Dans ce cas, un seul profilé est suffisant, mais la jonction entre les éléments sera complétée par une bande pare-vapeur côté intérieur.

Exemple de joint :

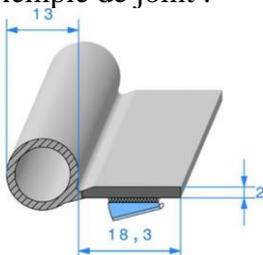


Figure 2 : Principe joint tubulaire souple EPDM

Référence : Illbruck FA 101

3.9.3 Bandes pare-vapeur

Les bandes de pare-vapeur seront compatibles avec le pare-vapeur mis en œuvre.

Référence : Dörken DELTA®-INSIDE-BAND.

3.9.4 Bandes d'arase

Des bandes d'arase sont à mettre en œuvre en lorsque l'ossature repose sur un support (en béton) présentant un risque avéré de remontée d'humidité par capillarité .

Référence : Dörken DELTA®-VENTSTOP.

3.9.5 Déflecteurs – bavette au droit des joints horizontaux

Tôle en acier d'épaisseur 15/10^{ème} minimum, fixée au pas de 500 mm minimum

3.9.6 Ruban extérieur adhésif de raccord entre menuiserie et plaque DB20

Selon DTA n°3.2/22-1074_V1, dans le cas SN2, mise en œuvre complémentaire d'un ruban adhésif entre menuiserie et plaque DB20.

Référence : Contega Solido Exo

3.9.7 Equerres de fixation de la FOBB à la structure – reprise du poids

Les équerres sont en acier galvanisées et seront réalisées sur mesure, selon le dimensionnement réalisé par le bureau d'études en charge de la conception des Façades à Ossature Bois.

3.9.8 Equerres de fixation de la FOBB à la structure – reprise du vent

Les équerres, en acier galvanisé, pourront être des équerres du commerce avec raidisseur, qui permettra une épaisseur de tôle moins importante ou non. Les fabricants de boîtiers, équerres et autres éléments proposent des assemblages bois-métal donc les capacités sont déjà déterminées

3.9.9 Assemblage montant/linteau de l'ossature

On privilégie l'assemblage par équerres, qui pourront être des équerres du commerce avec raidisseur, qui permettra une épaisseur de tôle moins importante ou non. Les fabricants de boîtiers, équerres et autres éléments proposent des assemblages bois-métal donc les capacités sont déjà déterminées.

Un assemblage avec vis lardées peut également être utilisé pour des panneaux aux dimensions limitées en évitant cependant de les utiliser pour les montants reprenant le poids du parement. Une vigilance particulière à la qualité de mise en œuvre doit être apportée, en particulier sur le respect de l'angle de vissage. Des marges de tolérances importantes devront être prises en compte afin de garantir la capacité des vis tant en axial, qu'en cisaillement et en effort combiné, ainsi que le respect des pinces dans les deux éléments bois.

4 CONCEPTION

4.1 PLAQUES DE PAREMENT EN DUCTAL FO

4.1.1 Principe :

Principe du dimensionnement et de positionnement des fixations:

- Détermination des charges statiques et sismiques
- Détermination du nombre de fixations poids propre nécessaire
- Détermination du nombre de fixations vent nécessaire
- Détermination de l'entraxe des fixations en fonction de l'épaisseur du parement Ductal FO
- Détermination du nombre de fixations sismiques nécessaires
- Détermination du nombre de fixations nécessaires selon classement au choc du panneau
- Prise en compte de la dilatation de la peau extérieure pour le positionnement des fixations
- Dispositions spécifiques

4.1.2 Charges à prendre en compte :

Le poids propre (P_P) de la peau extérieure est à déterminer en fonction de son épaisseur, qui ne peut en aucun cas être inférieure à 20mm. La masse volumique du Ductal FO à prendre en compte est de 23.5kN/m³.

$$V_{ELU, cis} = 1.35 * P_P$$

La charge de vent est déterminée pour chaque projet selon NF EN 1991-1-4: Actions sur les structures – Actions du vent, en fonction de la zone de vent, de la rugosité du terrain, de la hauteur du bâtiment.

$$V_{ELU, stat} = 1.5 * W_e * S$$

La charge sismique est celle liée au poids du panneau.

$$V_{ELU, sism} = P_P$$

Charges d'exploitation : Il est possible de fixer des éléments sur la peau extérieure du type enseigne, panneau signalétique, luminaire. Dans ce cas, le poids de ces éléments n'excèdera pas 0.1kN/m² et on tiendra compte de cette surcharge lors du dimensionnement du panneau. On vérifiera également que cet élément est fixé de manière à ne pas brider la paroi en Ductal FO par rapport à l'ossature bois :

- En fixant les éléments avec trous oblongs, par exemple
- En s'assurant que l'élément ne vienne pas se poser en pontage entre 2 panneaux de FOBB.

4.1.3 Détermination du nombre de fixations Poids Propre nécessaires

Chaque panneau est équipé d'au minimum 2 connecteurs pour reprendre le poids propre du parement en Ductal FO.

On vérifie $V_{ELU, cis} < n * V_{rd, cis}$

Avec n : nombre de fixations poids propre et $V_{rd, cis} = 5.88kN$

4.1.4 Détermination du nombre de fixations Vent nécessaire

4.1.4.1 Dimensionnement à l'arrachement/poinçonnement de l'insert

Chaque panneau est équipé d'au minimum 2 connecteurs pour reprendre le vent exercé sur le parement en Ductal FO.

On vérifie: $n > V_{ELU, stat} / V_{rd, poinç}$

Avec n : nombre de fixations vent, $V_{rd, poinç}=2.55kN$

4.1.4.2 Vérification de l'épaisseur du parement Ductal FO en fonction de l'entraxe des fixations

On détermine le moment maximal en flexion de la plaque Ductal FO M_{Ed} en la modélisant comme une plaque plane en 2D sur n appuis avec un chargement surfacique uniformément réparti correspondant à la charge de vent à l'ELU. L'entraxe des appuis est défini par l'espacement horizontal H et l'espacement vertical V entre les fixations « Vent » (les fixation « Poids propre » sont également à prendre en compte dans la modélisation puisqu'elles sont à même de reprendre des charges horizontales). Les appuis sont positionnés au droit des montants bois, déterminés en fonction de la géométrie du panneau et des règles de dimensionnement de l'ossature.

On vérifie:

$$e > \sqrt{\frac{6 M_{Ed}}{b \times \sigma_{max,ELU}}}$$

Avec :

e : épaisseur de la plaque

b : entraxe maximal entre fixations

M_{Ed} : moment de flexion maximal dans la plaque

$\sigma_{max,ELU} = 4.12 MPa$

4.1.4.3 Détermination du nombre de fixations sismiques

Le nombre de fixations sismiques est déterminé en fonction du poids de chaque plaque en Ductal FO :

$$n_{sism} = V_{ELU, sism} / V_{rd, sism}$$

Avec $V_{rd, sism}=0.846kN$

Important :

Les fixations vent pour les panneaux sismiques devront respecter les conditions d'implantation suivantes :

- 1.2 fixations vent/m²
- Entraxe maximal entre fixations vent ou entre fixations vent et sismiques : $H=660mm$ et $V=1200mm$
- Distance au bord maxi : 300mm

4.1.4.4 Détermination du nombre de fixations selon classement au choc

Selon les exigences du projet, les panneaux de façade pourront être mis en œuvre dans les configurations allant de Q1 à Q4.

En pose à rez-de-chaussée pour répondre à l'exigence Q4 facilement remplaçable selon la P08-308 :

- Entraxe horizontal maximal entre inserts : 1000 mm (700mm dans le cas de format 3xn) ;
- Entraxe vertical maximal entre inserts : 600 mm ;
- Distance de l'insert au bord : 150 mm.

Dans les autres cas, le procédé est classé Q1 :

- Entraxe horizontal maximal entre inserts: 1100 mm ;
- Entraxe vertical maximal entre insert : 1200 mm ;
- Distance de l'insert au bord: 200 mm

4.1.4.5 Position et réalisation des fixations

Types de fixation :

On distingue 3 types de fixations selon leur fonction :

- Type 1 : Fixation poids propre : elle reprend le poids propre et les charges de vent, mais pas les charges sismiques
- Type 2 : Fixation sismique ; elle reprend les charges sismiques et les charges de vent, mais pas les charges de poids propre
- Type 3 ; Fixation vent : elle reprend uniquement les charges de vent, mais pas les charges de poids propre ni les charges sismiques.

Les 3 fixations sont identiques dans leur composition:

- Insert Neel F8
- Tige Filetée M8 – nuance A2
- 2x2 écrous M8 (assemblage écrou/contre-écrou pour éviter le dévissage) de part et d'autre de l'ossature bois
- 2 platines de répartition en acier galvanisé positionnées entre les écrous et l'ossature bois

Remarque : Le dimensionnement de la tige filetée peut amener à retenir un diamètre supérieur à Ø8mm, soit par exemple Ø12mm. Il convient de choisir un insert Neel compatible avec le diamètre de la tige retenue. En l'absence d'essais réalisés sur des inserts de diamètre Ø12mm, on considère que l'insert F12 a la même résistance que l'insert F8.

Position des fixations :

- Les fixations de type 1 (poids) sont placées en partie haute des montants bois de l'ossature qui sont les plus proches des équerres de liaison entre l'ossature et la dalle (appuis), ceci pour permettre une transmission optimale de la charge, sans solliciter les autres montants ni les lisses.
Les fixations de type 1 sont positionnées de part et d'autre de l'ossature en nombre pair pour équilibrer la charge.
Les fixations de type 1 sont espacées au maximum de 30cm pour ne pas créer d'entrave à la libre-dilatation des panneaux.
- Les fixations de type 2 (vent) sont répartis uniformément sur la hauteur des montants et sur la longueur de la FOBB, selon les entraxes déterminés par le dimensionnement réalisé en prenant en compte les charges horizontales (vent, choc)
- Les fixations de type 3 (sismiques) sont placées sur les montants verticaux les plus proches du centre de dilatation du parement Ductal FO, de part et d'autre de celui-ci, préférentiellement répartis uniformément sur la hauteur des montants.

Afin de tenir compte de la dilatation du parement en Ductal FO par rapport à l'ossature, que l'on suppose infiniment rigide, des percements de différentes formes sont réalisées dans les montants de l'ossature pour permettre à la fois la transmission des charges et la libre-dilatation du parement.

Les dimensions des percements sont indiquées dans le Carnet de Détail et rappelées ci-dessous :

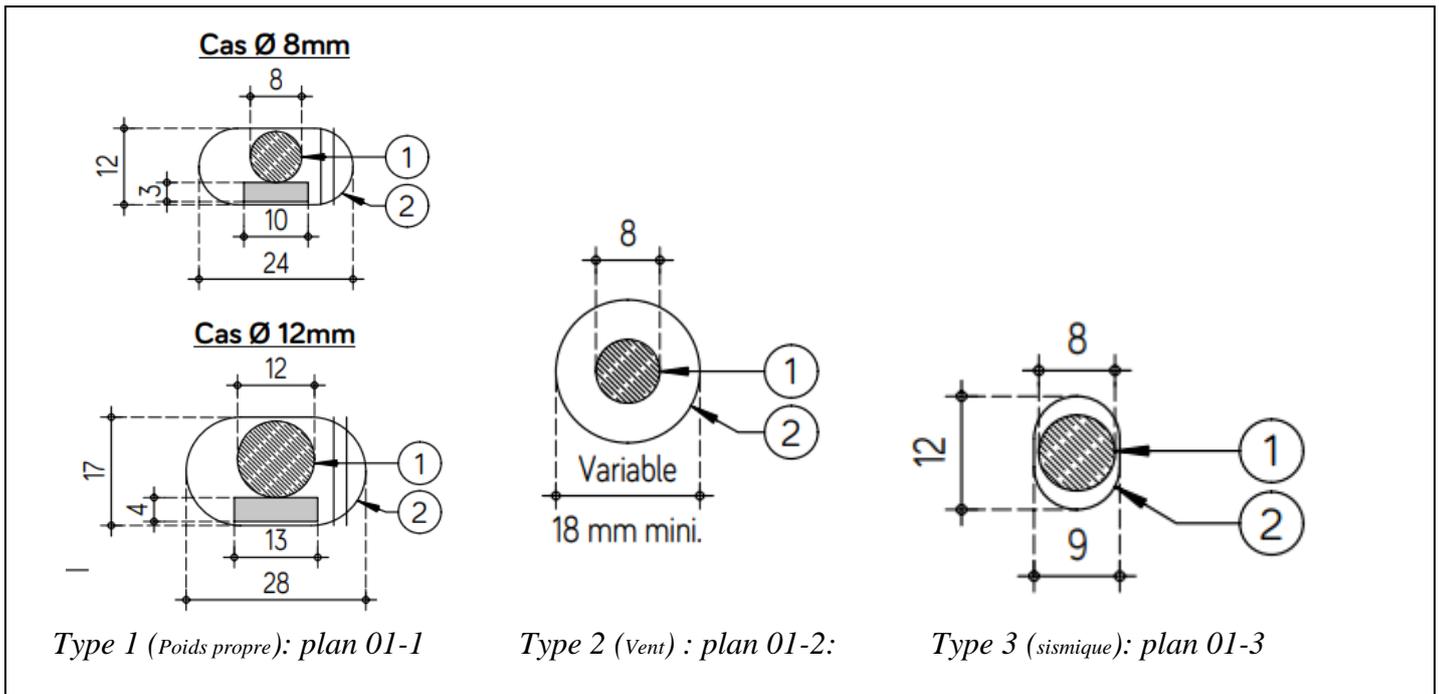


Figure 3 : Percements et position des tiges filetées selon le type de fixations

Porte à faux :

Le porte-à faux maximal entre une fixation et le bord libre du panneau en Ductal FO sera de 330mm, en périphérie ou au droit d'une ouverture, sauf en cas de classement au choc du panneau. Dans ce cas, la distance au bord sera réduite à 200mm pour Q1 et 150mm pour Q4.

4.2 OSSATURE

4.2.1 Généralités :

Une note détaillant la méthodologie de calcul pour 3 configurations de panneaux différentes :

- Cas d'un panneau plein
- Cas d'un panneau avec ouverture
- Cas d'un panneau formant acrotère

est diffusée sur demande pour servir de support aux justifications à mener dans le cadre du dimensionnement des panneaux FOBB.

La déformation maximale active de la structure en béton doit être vérifiée explicitement pour chaque projet. Celle-ci ne doit pas dépasser 5mm.

Les dimensionnements à mener sont ceux:

- de la fixation du panneau Weather Defence DB20
- des tiges filetées et des platines et plaques
- du dimensionnement des sections de l'ossature bois
- du dimensionnement des fixations entre éléments bois
- du dimensionnement des fixations entre support et ossature

pour la phase provisoire et la phase définitive.

On vérifie en particulier :

- la stabilité des panneaux sous chargement extérieur,
- le dimensionnement des fixations des parements de façade

- la compatibilité des déformations entre les plaques de façade et l'ossature bois
- la compatibilité des déformations entre l'ossature bois et le gros-œuvre

4.2.2 Schéma statique des panneaux :

Les panneaux sont posés sur la structure primaire de façon isostatique, avec des appuis décalés par rapport à l'axe des poteaux et se situant au droit des deuxièmes et avant-dernier montants (ils peuvent être espacés par rapport aux montants afin de respecter les encombrements de chaque assemblage). Cela permet de ménager un espace suffisant pour mettre en place les assemblages FOB/Gros œuvre béton. La FOB est constituée de montants, de lisses hautes et basses et intermédiaires au besoin, ainsi que d'un linteau en partie supérieure qui est suspendu à la structure porteuse. La proximité avec l'axe des poteaux et le comportement isostatique permet de s'affranchir de contraintes liées à la déformée nuisible du gros-œuvre. Le tassement différentiel des poteaux est à prendre en compte dans le dimensionnement des joints entre panneaux de FOB. Le panneau de Ductal FO est fixé de façon isostatique à la FOB, afin de s'affranchir de tout bridage sous charges thermiques ou hygrométriques.

Pour chaque configuration propre au projet, il conviendra de déterminer le nombre d'accroches nécessaire et les entraxes entre montants.

4.2.3 Critères de déformation à prendre en compte:

Le système doit permettre l'accommodation des déformations différentielles de sorte à :

- éviter le contact entre deux panneaux superposés, entraînant la mise en compression des éléments de la façade
- éviter le contact horizontal entre deux panneaux juxtaposés, entraînant une modification dans le transfert des charges au niveau des appuis
- éviter le contact vertical ou horizontal entre les revêtements de bardage
- assurer de la continuité de service des étanchéités entre les panneaux, mais également entre les revêtements de bardages
- limiter les déformations entre deux montants, (en accord notamment avec la capacité du revêtement extérieur à absorber ces mouvements induits)
- limiter les déformations conformément aux exigences pour mise en œuvre de châssis

Les critères à vérifier sont résumés sur le schéma suivant :

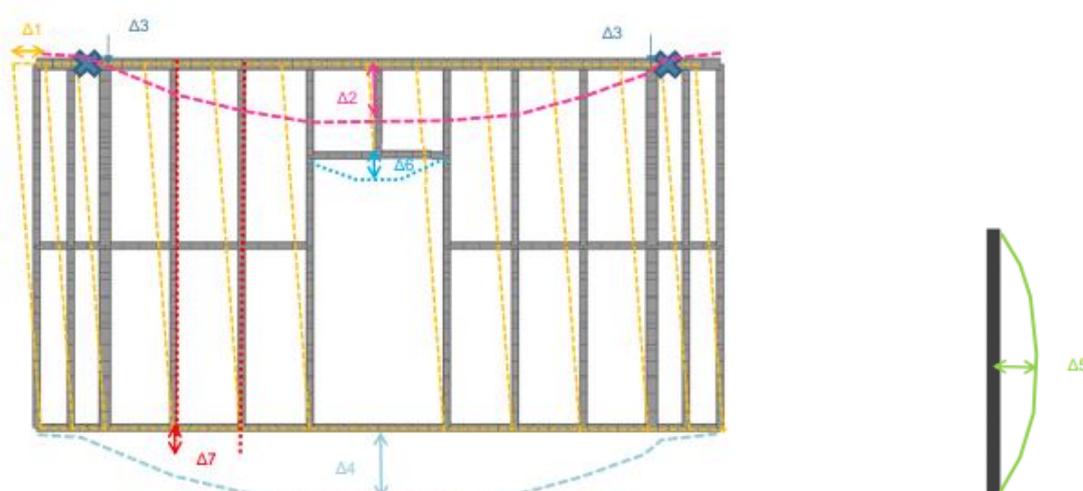


Figure 4 : Dénomination des déformations à respecter pour l'ossature en fonction des critères retenus

Δ	Description	Cadre	Critère retenu	Valeur calculée
$\Delta 1^{***}$	Déformation latérale de la FOB dans le plan	DTU 31.4 §15 et avis technique WD	H/600 dans une limite de 5mm = 5mm	4,04mm
$\Delta 2^{**}$	Déformation linteau (FOB haut)	DTU 31.4 et guide rage	L/500 dans la limite de 10mm	4mm
$\Delta 3^*$	Déformation du GO (variation position des appuis)	Limitation liée à l'ouverture des joints entre panneaux Ductal limité à 8mm	1mm	Sans objet
	Tassement entre appuis GO	Limitation liée à l'ouverture des joints entre panneaux Ductal limité à 8mm	2mm	Sans objet
$\Delta 4^{**}$	Déformation de la lisse basse (FOB bas)	DTU 31.4 et guide rage	L/500 dans la limite de 10mm	4,84mm
$\Delta 5$	Déformée horizontale de la FOB	Guide JOP §5.1.2	L/500 dans la limite de 6mm	4,5mm
$\Delta 6$	Déformée d'un linteau sur châssis	DTU 36.5	L/500 dans la limite de 2mm	0,153mm
$\Delta 7$	Tassement différentiel entre deux montants	Guide JOP	1mm	1mm
Δ_{levage}	Déformée pendant le levage	DTU 31.4 §8	1/500 dans une limite de 5mm	1,2mm

* La déformation du GO est à considérer lorsque les FOB ne sont pas fixées sur la trame structurelle (au droit de poteaux). Afin de respecter l'espacement maximal de 8mm entre panneaux Ductal conformément à son avis technique, la structure devra respecter un déplacement maximal de 1mm. Un joint plus important (et donc une déformation plus importante) pourra être considéré si des essais AEV sont réalisés. Le tassement différentiel entre deux poteaux successifs sur un étage est à vérifier dans tous les cas.

**On devra également vérifier $\Delta 4$ (panneau haut) - $\Delta 2$ (panneau bas) < 8mm sauf si un essai AEV est réalisé et permet un joint entre panneaux supérieur à 8mm, auquel cas cette valeur sera à prendre en compte pour l'évaluation des joints entre panneaux.
 Également, on pourra choisir de limiter les déformations sous charges permanentes verticales afin de limiter la taille du trou oblong.

***On devra vérifier que $\Delta 1$ est compatible avec le respect d'un joint maximal de 8mm, ou la non-collision dans le cas où deux panneaux adjacents suivraient des déformations contraires, sauf si un essai AEV permet de considérer un joint plus important. On pourra dans ce cas limiter la déformation latérale dans le plan de la FOB à 4mm.

Figure 5 : Tableau récapitulatif des limites de déformations à respecter pour l'ossature en fonction des critères retenus

4.2.4 Modélisation:

Le dimensionnement des éléments de l'ossature bois et le calcul des raideurs sont réalisés conformément à l'Eurocode 5 et au NF DTU 31.4.

Les panneaux sont modélisés sur un logiciel aux éléments finis.

L'ossature bois et la partie de la tige d'assemblage parement Ductal FO– Ossature bois dans la lame d'air sont modélisées par des éléments 1D de type « beam ». Les plaques de Weather Defence et de parement Ductal FO sont modélisées à l'aide d'éléments 2D de type « shell » et les vis par des ressorts possédant une raideur dans les trois directions. Les propriétés des différents matériaux, les degrés de libertés et les appuis sont renseignés dans le modèle suivant les principes indiqués dans la méthodologie de calcul. Le poids propre des éléments modélisés est directement pris en compte via une charge gravitaire. Les autres charges permanentes sont appliquées comme une charge linéique aux montants de l'ossature bois. Les efforts de pression de vent sont appliqués sur le parement Ductal FO.

Les valeurs des raideurs des agrafes, des tiges filetées peuvent être reprises de la note de méthodologie de calcul.

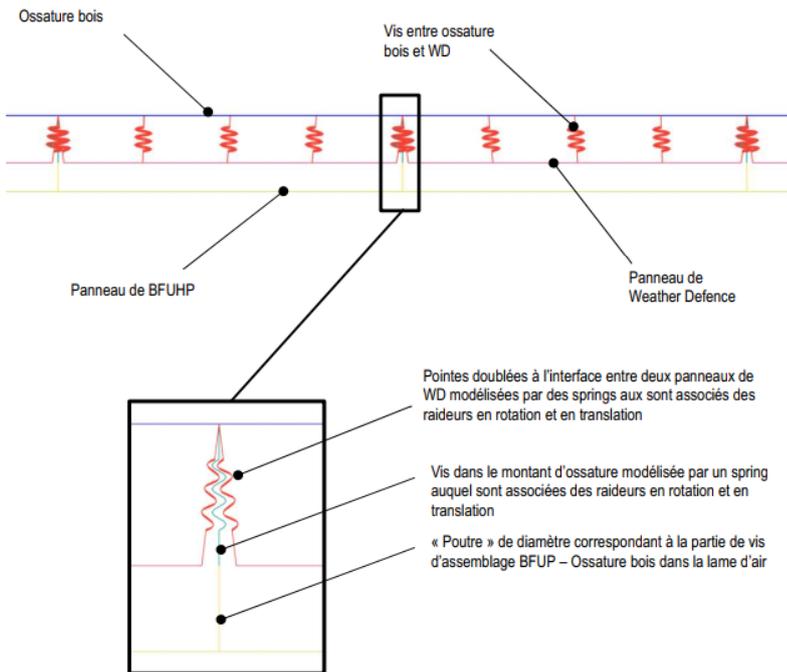


Figure 6 : Schéma de principe de la modélisation des assemblages dans le panneau FOBB.

4.3 SECURITE VIS-A-VIS DU RISQUE SISMIQUE

Le nombre de fixations est calculé selon §4.1.4.3.

L'ossature respectera les dispositions suivantes :

- Montants bois d'une section minimale 140*60mm et avec un entraxe maximal de 660mm
- Lisses de section minimale 140*60mm
- Fixation par 2 vis crantée entre montant et lisse : Ø6 * 120mm au minimum

Les équerres de fixation de l'ossature bois au support seront dimensionnées en prenant en compte les charges sismiques dans le plan du panneau et perpendiculaires au panneau. Le dimensionnement des fixations sera mené en se basant sur l'Eurocode 8. On se basera sur l'annexe B du Guide RAGE[6] qui détaille la justification à mener et la détermination de l'effort à appliquer.

La vérification de l'intégrité du panneau dans son plan est justifiée si l'ossature primaire respecte le critère de limitation des dommages pour les bâtiments ayant des éléments non structuraux ductiles.

Le procédé peut être mis en œuvre sur toutes les catégories de bâtiment et en France Métropolitaine, en respectant les configurations suivantes :

Zone de sismicité	Classes de catégories d'importance des bâtiments			
	I	II	III	IV
1	✗	✗	✗	✗
2	✗	✗	X	X
3	✗	X 1	X	X
4	✗	X 1	X	X

Synthèse des configurations de mise en œuvre du procédé admises vis-à-vis de l'application des règles parasismiques

X : pose autorisée sans disposition particulière selon le domaine d'emploi accepté

X : pose autorisée avec disposition particulières énumérées ci-dessus :

1/Pose autorisée sans disposition particulière selon le domaine d'emploi accepté pour les bâtiments de catégorie d'importance II remplissant les conditions du paragraphe 1.1 du « Guide de construction parasismique des maisons individuelles et son erratum – DHUP CPMI-EC8 zones 3 et 4 édition août 2021 », appelé guide CPMI.

4.4 SECURITE INCENDIE

Le procédé FOBB est à même de satisfaire aux exigences réglementaires relatives au risque de propagation du feu en façade, sous réserves de prendre en compte les dispositions de l'appréciation de laboratoire agréé n°AL 042234-A.

La vérification de la paroi bois à satisfaire aux exigences réglementaires relatives à la sécurité incendie (réaction au feu, résistance au feu, risque de propagation du feu en façade, etc.) relève par ailleurs des prérogatives du concepteur.

4.5 CALCUL DES CARACTERISTIQUES THERMIQUES

4.5.1 Principe du calcul thermique:

Le calcul des performances thermiques de la paroi est effectué en tenant compte des ponts thermiques linéiques et ponctuels présents dans la paroi :

$$U_p = U_c + \Delta U_1$$

Avec :

$$U_c = \frac{1}{R_{si} + R + R_{se}}$$

$$R_{si} = R_{se} = 0,13 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$$

R : résistance thermique de la paroi, en $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$, déterminée comme étant la somme des résistances thermiques $R_i = \frac{e_i}{\lambda_i}$ des couches composant la paroi.

e_i : épaisseur de chaque couche

λ_i : conductivité thermique de chaque couche

ΔU_1 est donné par l'équation :

$$\Delta U_1 = \frac{\sum_i \psi_i L_i + \sum_j \chi_j}{A}$$

où

- ▶ ψ_i est le coefficient linéique du pont thermique intégré i , déterminé selon le présent fascicule, exprimé en $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$;
- ▶ χ_j est le coefficient ponctuel du pont thermique intégré j , exprimé en W/K ;
- ▶ L_i est le linéaire du pont thermique intégré i , en mètres ;
- ▶ A est la surface totale de la paroi, en m^2 .

Le pont thermique linéique ψ au droit des montants est déterminé par calcul aux éléments finis à partir du logiciel Flixo par exemple. La valeur du pont thermique linéique est déduite du différentiel du flux thermique entre un modèle ne comprenant pas de montant et un modèle comprenant un montant

$$\psi_i = \frac{\varphi}{L \cdot \Delta T} - U_c \cdot L$$

où

- φ est le flux thermique total de la paroi
- L est la longueur de la section considérée
- ΔT est la différence de température entre l'intérieur et l'extérieur
- U_c est le coefficient de transmission surfacique en partie courante

La méthode utilisée pour calculer la valeur du pont thermique ponctuel χ au droit des fixations traversantes permettant la mise en œuvre du revêtement en Ductal FO est similaire à celle décrite pour déterminer la valeur du pont thermique linéique au droit des ossatures intégrées dans la paroi à ossature bois :

$$\chi_i = \frac{\Delta\varphi}{S \cdot \Delta T}$$

où

- $\Delta\varphi$ est la différence de flux thermique total entre la paroi avec montant et celle sans montant
- S est la surface de paroi considérée
- ΔT est la différence de température entre l'intérieur et l'extérieur

4.5.2 Données et valeurs caractéristiques :

Les valeurs λ_i peuvent être reprises du tableau ci-dessous :

Matériau	Epaisseur	Conductivité thermique λ	Résistance à la vapeur d'eau	Masse volumique
Plaque de plâtre BA13, BA15 spécial feu, BA18	12,5mm 15mm 18 mm	0,25	$8 \leq \mu \leq 10$	850 kg/m ³
Plaque de plâtre armée de fibres	12,5mm 15mm		$8 \leq \mu \leq 14$	890 kg/m ³
Laine de verre		0,030		≥ 15 kg/m ³
Laine de roche	Selon cas étudié	0,035	$1 \leq \mu \leq 10$	≥ 26 kg/m ³
Fibre de bois		0,038		≥ 50 kg/m ³
Bois de Structure (résineux)	Selon cas étudié	0,09 - 0,13	$\mu = 130$	450 kg/m ³
Pare-pluie rigide Weather Defence BD20 WD	20 mm	0,25	$\mu = 10$ $S_d = 0,20$ m	≥ 850 kg/m ³
Ductal	20 mm	-	-	-
Acier inox	-	17	-	-

Figure 8 : Tableau de synthèse des caractéristiques thermiques et hygrométriques des matériaux constitutifs de la FOBB

Les valeurs ψ et χ peuvent être reprises du tableau ci-dessous :

Epaisseur de la FOB	Isolant entre montant*	ψ (W/mK)**			χ (W/K)	
		Largeur de montant			Diamètre de la fixation	
		e = 45 mm	e = 60 mm	e = 90 mm	d=8mm	d=12mm
145 mm	LDB	0,021	0,028	0,041	0,0020	0,0025
	LDR	0,016	0,023	0,038		
220 mm	LDB	0,015	0,020	0,031		
	LDR	0,012	0,017	0,027		

* LDB = Laine de bois et LDR = Laine de roche

** Les valeurs intermédiaire pour des épaisseurs de FOB entre 145 et 220mm peuvent être obtenues par interpolation.

Figure 9 : Tableau de synthèse des valeurs ψ et χ pour différentes configurations de la FOBB

4.5.3 Comportement hygrométrique:

L'analyse menée montre qu'il n'y a pas de risque de condensation dans le procédé en cas d'absence de doublage intérieur.

Dans le cas où un doublage isolant est mis en œuvre, la fixation déséquilibre le ratio de résistance thermique de part et d'autre du plan du pare vapeur, engendrant un risque de condensation important au droit de cette fixation. Afin de rééquilibrer la résistance thermique, la réservation dans laquelle est mise en œuvre la fixation doit être isolée par un isolant en laine de verre ($\lambda \leq 0,030$ mK/W) avant la mise en place de la membrane pare-vapeur. De plus, la résistance totale du doublage isolant ne pourra excéder 25% de la résistance thermique totale de la paroi.

5 FABRICATION

5.1 ETUDES / CONCEPTION

Les études pour chaque projet seront réalisées par le Bureau d'études Fehr qui aura la responsabilité du dimensionnement du panneau complet (bois+bardage). Il pourra cependant s'appuyer sur les compétences d'un bureau d'études spécialisé dans la conception des MOB/FOB pour le dimensionnement de l'ossature et de la fixation sur la structure ainsi que du calcul hygrothermique.

Le bureau d'étude FEHR sera en charge des prestations ci-dessous:

- le calepinage des panneaux
- le dimensionnement des panneaux (ossature et parement en Ductal FO)
- la réalisation des plans de production
- la réalisation des plans de pose
- la conception du levage
- la justification des performances thermiques et hygrothermiques

Le bureau d'étude de l'opération sera en charge des prestations ci-dessous:

- le dimensionnement de l'ouvrage principal, en prenant en compte la présence de la façade FOBB
- la réalisation des principes d'exécution (étanchéité, jonction avec la menuiserie, jonction avec d'autres éléments du bâti)

5.2 SITE DE FABRICATION

La fabrication des panneaux est assurée par :

FEHR TECHNOLOGY AG

Franz-John-Straße 13

77855 Achern, Allemagne

5.3 TOLERANCES

Les tolérances de fabrication pour la partie ossature bois sont conformes à celles indiquées dans le guide RAGE §5.2.

Les tolérances de fabrication du parement sont définies ci-dessous :

- Longueur : ± 2 mm
- Largeur : ± 2 mm
- Epaisseur du parement : ± 2 mm
- Equerrage : ± 2 mm/m
- Rectitude : ± 2 mm/m
- Planéité : < 1.5 mm/m

5.4 CONTROLES EN USINE

Les contrôles de fabrication sont définis dans le PAQ de l'usine de production.

Contrôle de l'ossature

Le contrôle est assuré par le fournisseur de l'ossature selon ses procédures propres.

A l'arrivée en usine, un contrôle est réalisé par les opérateurs de FTAG sur chaque panneau d'ossature bois pour vérifier en particulier les points suivants :

- Conformité de la géométrie – nombre de montants, sections montants et lisses, position des chevêtres.
- Conformité des dimensions totales du panneau (longueur, largeur, épaisseur, équerrage, aplomb) et des ouvertures
- Vérification du nombre, position, géométrie et dimension des réservations et des fixations le cas échéant
- Humidité des bois
- Vérification de la bonne mise en œuvre du pare-vapeur, panneau Weather-Défense, bandes complémentaires

Contrôle sur la fabrication du Ductal FO :

Le plan de contrôle et les exigences sur le Ductal FO sont formalisés dans la procédure interne et le cahier des charges entre le fournisseur et le fabricant. Les matières premières, la fabrication et le contrôle du béton fibré font l'objet d'un suivi identifié par la procédure de certification suivie dans le cadre de l'Avis Technique n° 2.2/20-1809_V1.

Contrôle sur produits finis:

- Tolérances dimensionnelles du parement : 1 fois par jour au hasard dans la production
 - o Longueur : ± 2 mm
 - o Largeur : ± 2 mm
 - o Epaisseur du parement : ± 2 mm
 - o Equerrage : ± 2 mm/m
 - o Rectitude : 2mm/m
 - o Planéité : 1.5mm/m
- Tolérances d'aspect : sur toutes les pièces, critères définis selon chaque projet et selon FD CEN/TR 15739
- Contrôle de l'humidité des bois : la valeur cible est de 12% et ne devra pas excéder 16%.

5.5 IDENTIFICATION DES PRODUITS

Chaque panneau est identifié par une étiquette indiquant :

- ✓ l'usine de fabrication
- ✓ la référence au projet
- ✓ le numéro du panneau
- ✓ les dimensions maxi du panneau (L/H/ep) et le poids du panneau
- ✓ le numéro d'ATEx

6 CONDITIONNEMENT, STOCKAGE ET TRANSPORT

Après fabrication, les murs sont stockés sur parc en usine dans des conteneurs de stockage et de transport. Ces conteneurs pourront être du type ETS auto-déchargeables utilisé pour les MCI. Ils pourront également être conditionnés sur des chaises de transport inclinées ou non et transportés par camion-plateau.

La conception des ETS permet d'empêcher la reprise d'humidité en bas de panneau, du fait de la présence du socle métallique. La ventilation est également assurée entre les différents panneaux.

Le stockage et le transport seront toujours réalisés à la verticale – les panneaux bois ne seront ni stockés, ni transportés à plat. Lors du transport, les panneaux seront calés de telle sorte que la surface d'appui repose sur l'ossature bois et non sur le parement béton.

On ne considère pas de sollicitations mécaniques différentes de la phase définitive, après la pose du panneau.

7 ASSISTANCE TECHNIQUE

Les produits utilisés sur chantier doivent être ceux mentionnés dans la présente ATEX.

La société Fehr Technology peut assurer la formation du personnel et/ou l'assistance au démarrage sur chantier, auprès des utilisateurs qui en font la demande, afin de préciser les dispositions spécifiques de mise en œuvre du procédé.

Cette assistance ne peut être assimilée, ni à la conception de l'ouvrage, ni à la réception des supports, ni à un contrôle des règles de mise en œuvre.

8 MISE EN OEUVRE D'UN PANNEAU DE FACADE FOBB

8.1 OPERATIONS DE POSE

Un guide de pose est communiqué pour chaque projet dans lequel est prévu la pose de panneaux FOBB, détaillant en particulier :

- Les étapes de préparation du chantier
- Les opérations de réception
- Les dispositions de manutention et de levage
- La cinématique de pose des panneaux
- La gestion des points singuliers
- Les dispositions de protection en phase chantier
- Les opérations de contrôle de mise en œuvre

8.2 TRAITEMENT DES JOINTS ENTRE PANNEAUX

- Liaison verticale entre 2 éléments : le joint entre plaques de parement Ductal FO est fermé mécaniquement :
 - o soit par un profilé étanche couvre-joint rapporté après la pose
 - o soit par la mise en œuvre d'un mastic élastique de classement SNJF 25 E appliqué sur une tôle support préalablement fixée en usine sur la face arrière de l'un des deux parements en Ductal.
 - o Un calfeutrement en mousse imprégnée pré-comprimée est prévu à l'interface entre les éléments FOBB au niveau de l'ossature bois.
- Liaison horizontale : le joint est ouvert. Une tôle métallique débordante est mise en place au droit du joint pour empêcher la pénétration d'eau de pluie au niveau de ce point singulier.

8.3 TRAITEMENT DES ENCADREMENTS DE BAIES

La mise en œuvre de la menuiserie et le traitement des encadrements de baie sont liés aux dispositions prévues à cet effet dans le DTA du panneau Weather Defence.

Deux types de solutions de traitement des ébrasements sont décrits dans le DTA n°3.2/22-1074_V1 :

- Type SN1 (dans ce cas, les charges de vent ne peuvent pas excéder 1600Pa)
- Type SN2 (dans ce cas, les charges de vent ne peuvent pas excéder 2000Pa)

Le tableau XII du DTA, repris ci-dessous, indique la correspondance entre les solutions SN1/SN2 de traitement des ébrasements et la configuration du panneau FOBB étudié en fonction de l'environnement et du type d'ouvrage étudié. Il remplace le tableau 2 du NF DTU 31.4 :

	Catégorie de terrain	Hauteur du plancher bas le plus haut H_{plh} (m)		
		$H_{plh} \leq 9$	$9 < H_{plh} \leq 18$	$18 < H_{plh} \leq 28$
Région 1	IV	SN1	SN1	SN1
	IIIb			
	IIIa			
	II			
	0			
Région 2	IV	SN1	SN1	SN1
	IIIb			
	IIIa			
	II		SN2	
	0		SN2	
Région 3	IV	SN1	SN1	SN1
	IIIb			
	IIIa			
	II		SN2	
	0		SN2	
Région 4	IV	SN1	SN1	SN1
	IIIb			
	IIIa			
	II		SN2	
	0		SN2	

Légende : Les cases à fond noir sans légende indiquent des configurations non applicables

Figure 10 : Tableau de correspondance des solutions de traitement des ébrasements selon la localisation et la hauteur du bâtiment/

On se réfère au Carnet de Détail qui illustre les dispositions constructives énumérées ci-dessous.

Dispositions constructives pour satisfaire le type SN1 - niveau d'exigence courant:

Traitement des ouvertures :

- Liaison pare-pluie/encadrement : le calfeutrement, posé en tunnel, est exposé à la pluie, mais avec un joint ouvert inférieur à 8mm (voir « Carnet de détail » Plan 09-3 – détail A de gauche).
- Ebrasement : Un joint ouvert vertical inférieur à 8mm est toléré entre le parement et l'encadrement de baie. Une mousse imprégnée pré-comprimée est positionnée au droit du joint ouvert, entre le panneau Weather Defence et l'encadrement de baie.
- Les angles vifs entre panneaux de partie courante et du retour de tableau en périphérie de l'ébrasement sont jointoyés avec une bande Weather Defence de 60mm avec un minimum de 25mm d'appuis sur chaque panneau
- Allège : Bavette monobloc avec angles collés et pente >10%. Un joint mastic est prévu entre la menuiserie et l'appui. Appui de baie calfeutré en périphérie par bande Weather Defence de 60mm.
- Linteau : Un joint mastic est prévu entre le profilé goutte d'eau posé en usine et l'encadrement de baie

Dispositions constructives pour satisfaire le type SN2 - niveau d'exigence élevé:

- Liaison horizontale : traitement identique à l'assemblage vertical. La tôle de recouvrement feu – non débordante - tous les niveaux fait office de larmier.
(Dispositions dérogeant à celles décrites dans le NF DTU 31.4 pour le niveau d'exigence à l'étanchéité à l'eau Ee2)

Traitement des ouvertures :

- Ebrasement : Les ailes du précadre recouvrent le parement en Ductal FO d'au moins 10mm horizontalement et la forme du précadre associée à l'épingle prévue au niveau du parement permettent l'écoulement de l'eau résiduelle vers la tablette. Le calfeutrement par mousse imprégnée pré-comprimée posée en tunnel, n'est pas exposé à la pluie mais constitue une barrière d'étanchéité supplémentaire.

- Entre la menuiserie préinstallée (dormant) et le panneau Weather Defence contigu, un calfeutrement périphérique est réalisé au moyen de bandes CONTEGA SOLIDO exo de la marque ProClima.
- Allège : Protection de l'appui de baie et du rejingot par une bande EXTOSEAL ENCORS (ProClima) Bavette monobloc avec angles soudés et pente >3%.
- Linteau : une cornière complémentaire est positionnée entre le panneau DB20 et l'encadrement en baie, pour assurer une barrière d'étanchéité complémentaire.

La pose des menuiseries se fera sur précadre, en acier galvanisé 10/10è mini thermolaqué ou non, pour assurer une jonction étanche à l'eau entre les plaques de bardage en Ductal FO, la paroi support et la menuiserie.

L'étanchéité du précadre est assurée par soudure sur les 4 côtés. La fabrication des précadres devra être associée à un Plan d'Assurance Qualité de fabrication.

Les différentes préparations et protections contre la corrosion des précadres seront conformes aux prescriptions de la NF P24-351 pour l'ambiance et atmosphère extérieure du projet.

8.4 JUSTIFICATION DES MOYENS DE LEVAGE

La justification des moyens de levage doit être prise en compte par le bureau d'étude pour caractériser la structure du panneau afin qu'il ne se déforme ou ne se détériore pas durant son levage.

Le positionnement des élingues devra être au plus près des appuis définitifs prévus. Selon l'encombrement des assemblages un décalage vers le centre de la FOB pourra être prévu dans la limite de 60 cm (espace entre deux montants). D'après le NF DTU 31.4 on vérifie que la déformée sous charges permanentes est bien limitée à L/500 dans la limite de 5mm.

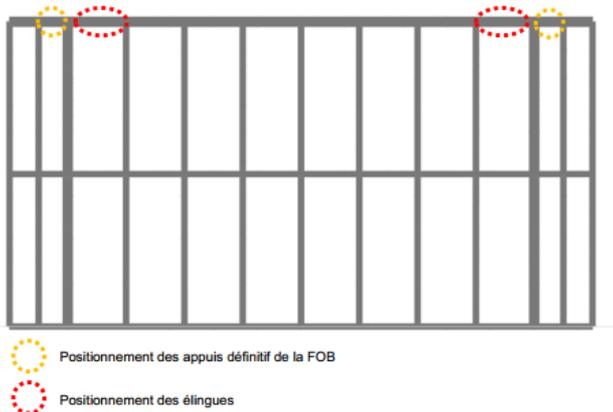


Figure 11 : Schéma illustrant la position des élingues en fonction des appuis définitifs de la FOB.

Exemple de dispositif de levage pouvant être utilisé :

Anneau de transport et de levage de la marque Würth – réf 018400013 – Capacité de levage.

Le nombre de points de levage mis en œuvre est dimensionné en fonction du poids de l'ensemble du panneau, de l'angle de levage et de la vitesse de levage.

Dans le cas où plus de 2 anneaux seraient nécessaires, on prévoira un nombre pair d'anneaux pour permettre la mise en œuvre de poulies, répartissant la charge entre les anneaux, de telle sorte que le système puisse être considéré comme isostatique.

L'utilisation d'un palonnier de levage permet également de répartir les charges lorsque le nombre d'anneaux nécessaire est supérieur à 2.

Après démontage des anneaux à l'issue de la pose, il convient de positionner un adhésif au droit de la fixation pour garantir l'étanchéité à l'eau et à l'air du panneau.

ANNEAU DE TRANSPORT & LEVAGE

Pour lever facilement et en toute sécurité des éléments en bois grâce au renfort transversal.

Norme :
Les anneaux de levage sont certifiés CE.

Caractéristiques et avantages :

- En acier bichromaté.
- Associé à la vis Assy Kombi, l'anneau forme un système exclusif de levage sous PV d'essai (rapport disponible auprès du Service Technique + Espace Pro).
- Capacité de levage maximum de l'anneau : 1,3 tonne.
- En traction, l'anneau supporte également des efforts en rotation, inclinaison et pivotement.
- Système de levage à relâche rapide pour un gain de temps.
- Solution économique car il est réutilisable.



Domaine d'application :
Particulièrement adapté au levage et au transport de cloisons massives, de charpentes, de pièces en bois, de panneaux de bois...

Poids de l'anneau kg	Capacité de levage t	Art. N°	Condit.
0,7	1,0 - 1,3	0184 000 13	2

Mode d'emploi :
En cas de contrainte par traction inclinée, veuillez prévoir une entaille pour pouvoir transmettre la composante horizontale de la force directement au bois. Effectuer une opération de fraisage (diamètre 70 mm, profondeur 30 mm) afin de noyer l'anneau de transport. La traction inclinée permet le levage par anneaux multiples (voir schéma) accroissant la capacité de charge totale.

Pour enlever la tête de vis de l'anneau, il suffit de poser l'élément en bois pour relâcher tout effort sur la vis, puis de tourner l'anneau jusqu'au maximum de la rotation, et faire coulisser la tête de l'anneau pour l'extraire.

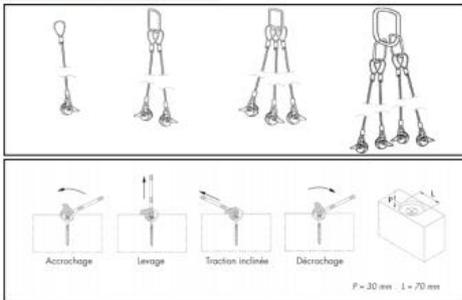


Figure 12 : Description de la solution anneau de transport et de levage - Würth/

9 PROCEDURE DE REMPLACEMENT D'UN PAREMENT DETERIORE

Il peut arriver exceptionnellement qu'un parement en Ductal FO de panneau FOBB soit endommagé en cours de chantier ou dans la vie de l'ouvrage et que le parement ne puisse être réparé.

Le parement pourra être remplacé à l'identique en suivant la méthodologie décrite ci-dessous :

- Démontage de l'habillage intérieur (et isolant éventuel), découpe du pare-vapeur
- Repérage et mesurage précis de la position des fixations et de leur type (pour refabrication de la plaque)
- Report sur la façade de la position des fixations et découpe de la plaque de parement entre les fixations.
- Dévissage des écrous/contre-écrous
- Application d'une poussée sur les tiges pour écarter le panneau de la façade et le déposer. Les découpes étant de dimensions réduites, elles pourront donc être déposées à l'aide de pinces, à la ventouse ou même à la main. Mesurage de la profondeur de la lame d'air sur chaque fixation présente dans la découpe.
- Refabrication à l'identique de la plaque déposée, avec insert Neel.
- Contrôle de la plaque Weather Defence, remplacement le cas échéant de tout ou partie de la plaque
- Assemblage de la tige filetée sur la plaque, mise en place de l'écrou-contre-écrou et platine de répartition. Au préalable, on aura collé sur la platine de répartition une bande d'EPDM pour assurer l'étanchéité à l'eau (impossibilité de réaliser l'étanchéité à l'eau à l'aide de l'adhésif comme dans le cas courant)
- Pour chaque fixation, vérification de la bonne profondeur de lame d'air par rapport à la position de l'ossature et des plaques voisines sur la façade.
- A l'aide d'un palonnier à ventouse (capacité courante jusqu'à 1200kg) et d'une nacelle, par exemple, remise en place de la plaque de parement, en faisant coïncider les fixations avec les réservations dans la partie ossature de la FOBB.
- Contrôle de la largeur des joints.
- Vissage écrou et contre-écrou côté intérieur de la FOBB
- Remise en place du pare-vapeur avec tous les adhésifs nécessaires pour assurer une étanchéité parfaite, puis remise en place de l'isolant éventuel et de l'habillage intérieur.

10 CONTRÔLES, NETTOYAGE ET ENTRETIEN

Les contrôles particuliers consistent en une inspection visuelle des pièces. Il s'agit d'un diagnostic réalisé à chaud à la suite d'une contrainte exceptionnelle d'origine accidentelle ou fortuite :

- forte tempête avec vents extrêmes dans les limites supérieures (ou hors des limites) admises dans la zone.
- chutes de neige ou de grêle entraînant des charges dans les limites supérieures (ou hors des limites) admises dans la zone.
- chute accidentelle de corps étranger massif, lacérant ou corrosif

La périodicité et la nature des opérations de contrôle et de nettoyage dépendent essentiellement de l'exposition de la pièce aux conditions climatiques (pluie, vent, grêle, neige) et de l'exposition aux matières organiques (feuilles, pollens, poussières). Dans un environnement particulièrement pollué ou soumis à des salissures fréquentes, il est recommandé de faire nettoyer les parements dans un intervalle de 2 à 5 ans par une entreprise spécialisée.

Les panneaux doivent être nettoyés à l'eau à l'aide d'un chiffon microfibrés. Ne pas utiliser de nettoyeur à pression. Ne pas utiliser de produits chimiques.

Plusieurs traitements de surface peuvent être réalisés a posteriori sur le parement avec des produits de protection compatibles avec le matériau :

- Hydrofuge : protection contre les efflorescences et les salissures.
- Anti-graffiti : zones accessibles au public.
- Lasure : personnalisation de la teinte et de la brillance.

Les informations de l'Annexe C du NF DTU 31.4 « Conseils au maître de l'ouvrage pour l'entretien des façades à ossature en bois » sont également à prendre en compte.

11 CARNET DE DETAILS

Plan n° 01-1	détail de fixation poids - coupe verticale
Plan n° 01-2	détail de fixation vent - coupe verticale
Plan n° 01-3	détail de fixation sismique - coupe verticale
Plan n° 01-4	détail assemblage montant porteur/lisse - coupe verticale
Plan n° 01-5	détail équerre de reprise de charge en tête de FOBB – pose sur dalle - coupe verticale
Plan n° 01-6	détail équerre de reprise de charge en tête de FOBB – pose sous dalle - coupe verticale
Plan n° 02-1	Coupe courante horizontale
Plan n° 02-2	Coupe courante verticale sur montant bois
Plan n° 02-3	Coupe courante verticale avec complément d'isolation par l'intérieur
Plan n° 03-1	Coupe verticale sur dalle – façade filante – détail en tête de panneau
Plan n° 03-2	Coupe verticale sur dalle – façade filante – détail en pied de panneau
Plan n° 03-3	Coupe verticale sur dalle – façade interrompue
Plan n° 04	Coupe verticale sur poteau
Plan n° 05-1	Coupe horizontale sur angle sortant
Plan n° 05-2	Coupe horizontale sur angle rentrant
Plan n° 06	Exemple de traitement en pied de mur – coupe verticale
Plan n° 07-1	Coupe verticale sur acrotère bas
Plan n° 07-2	Coupe verticale sur acrotère haut
Plan n° 09-1	Coupe verticale sur menuiserie - Détail sur linteau - Cas SN1
Plan n° 09-2	Coupe verticale sur menuiserie - Détail sur linteau - Cas SN2
Plan n° 09-3	Coupe verticale sur menuiserie - Détail sur allège - Cas SN1
Plan n° 09-4	Coupe verticale sur menuiserie - Détail sur allège - Cas SN2
Plan n° 09-5	Coupe horizontale sur menuiserie – Cas SN1 et SN2
Plan n° 10.1	Coupe verticale sur recoupement au feu (3ème famille et ERP 1ère catégorie)
Plan n° 10.2	Coupe verticale sur recoupement au feu - Détail sur linteau
Plan n° 10.3	Coupe horizontale sur recoupement au feu - Détail sur angle sortant
Plan n° 10.4	Coupe horizontale sur recoupement au feu - Détail sur angle rentrant

Remarques :

Les détails de principe exposés dans le carnet joint au présent dossier sont spécifiques au procédé FOBB. Ces détails sont des principes généraux, qu'il convient d'adapter à chaque projet, en phase de conception et exécution par la Maîtrise d'œuvre et les entreprises en charge de l'opération.