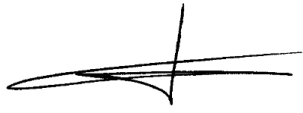



Référence : 00040019

APPRÉCIATION DE LABORATOIRE N°AL21-318 POUR AVIS TECHNIQUE OU DOCUMENT TECHNIQUE D'APPLICATION (DTA)

Plancher mixte bois / béton « HOB OA »

Demandeur :
HORIZONS BOIS
99 Allée Saint Hélier
FR-35000 RENNES

Rédacteur(s)	Vérificateur	Approbateur	Version	Date
Olivier CHÈZE Benoît-Louis MARIE-JEANNE 	Dhionis DHIMA 	Philippe LEBLOND	1.	07/12/2022

DURÉE DE VALIDITÉ : jusqu'au 07/12/2027

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous la forme de fac-similé photographique intégral, sauf accord particulier du CSTB.

Ce document comporte 11 pages.

CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BÂTIMENT

Siège social > 84 avenue Jean Jaurès – Champs-sur-Marne – 77447 Marne-la-Vallée cedex 2

Tél. : +33 (0)1 64 68 83 28/33 – ea2r@cstb.fr – www.cstb.fr

MARNE-LA-VALLÉE / PARIS / GRENOBLE / NANTES / SOPHIA ANTIPOLIS

APPRÉCIATION DE LABORATOIRE N°AL21-318
POUR AVIS TECHNIQUE OU DOCUMENT TECHNIQUE D'APPLICATION (DTA)

Plancher mixte bois / béton « HOBOA »

Version	Date	Principales modifications effectuées	Partie modifiée
1.	07/12/2022	- Création	/

SOMMAIRE

1. OBJET	4
2. DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE.....	4
3. DOCUMENTS FOURNIS PAR LE DEMANDEUR	4
4. DESCRIPTION ET DOMAINE D'EMPLOI DU PROCÉDÉ	5
4.1. DESCRIPTION DU PROCÉDÉ.....	5
4.2. DOMAINE D'EMPLOI.....	6
5. ANALYSE ET JUSTIFICATIONS.....	6
5.1. CARACTÉRISTIQUES DES COMPOSANTS	6
5.2. RÉSISTANCE AU FEU DES PLANCHERS HOBOA.....	7
<i>Principe de dimensionnement en situation d'incendie</i>	<i>7</i>
<i>Détermination des actions mécaniques</i>	<i>7</i>
<i>Méthode de calcul de la section efficace (panneau en CLT)</i>	<i>7</i>
<i>Résistance de la liaison mécanique bois / béton</i>	<i>8</i>
<i>Rigidité efficace de la section du plancher.....</i>	<i>9</i>
<i>Coefficients des matériaux.....</i>	<i>9</i>
5.3. FONCTION SÉPARATIVE.....	9
6. DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES.....	9
6.1. JONCTION ENTRE PANNEAUX.....	9
6.2. PROTECTION DES ORGANES DE FIXATION.....	9
7. CONCLUSION	10
8. VALIDITÉ	10

1. OBJET

L'objet de cette Appréciation de laboratoire destinée à un Avis Technique (ATec) ou un Document Technique d'Application (DTA) au sens de l'article 18 de l'arrêté du 22 mars 2004 modifié le 14 mars 2011 du ministère de l'Intérieur est d'estimer le degré de résistance au feu des planchers mixtes bois / béton développés par la société HORIZONS BOIS.

L'aptitude à l'usage du procédé visé dans le présent document doit faire l'objet d'une évaluation technique favorable. À ce titre, le domaine d'emploi est limité au plus restrictif entre celui défini dans le paragraphe 4.2 du présent document et celui défini dans l'évaluation technique.

Le présent avis de laboratoire examine les dispositions constructives pour la protection contre l'incendie des bâtiments d'habitation conformément à l'arrêté du 7 août 2019 modifiant l'arrêté du 31 janvier 1986. La présente appréciation de laboratoire tient compte des exigences de l'arrêté du 7 août 2019 et du décret N°2019-461 du 16 mai 2019 relatifs aux travaux de modification des immeubles de moyenne hauteur.

L'étude est établie sur la base du dossier présenté par le demandeur.

L'acceptation et l'utilisation de cette Appréciation engagent le demandeur sur l'exactitude des informations communiquées et utilisées par le laboratoire pour établir la présente Appréciation.

La conformité des réalisations des chantiers n'est pas vérifiée par le laboratoire de résistance au feu. La présente Appréciation est établie sur la supposition du dimensionnement normal de l'ouvrage vis-à-vis des actions mécaniques auxquelles il doit résister à froid. Ce dimensionnement n'a pas été vérifié par le laboratoire de résistance au feu.

2. DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

- [1] **Arrêté du 22 mars 2004 modifié par l'arrêté du 14 mars 2011**
- [2] **Arrêté du 31 janvier 1986 modifié** relatif à la protection contre l'incendie en habitation
- [3] **Arrêté du 25 juin 1980 modifié** relatif à la protection contre l'incendie dans les Etablissements recevant du Public (ERP)
- [4] **NF EN 1995-1-2** – « Eurocode 5 : Conception et calcul des structures en bois – Partie 1-2 : Généralités – Calcul des structures au feu » - septembre 2005.
- [5] **NF EN 1995-1-2/NA** – « Eurocode 5 : Conception et calcul des structures en bois – Partie 1- 2 : Généralités – Calcul des structures au feu – Annexe nationale à la NF EN 1995-1-2 » - Avril 2007

3. DOCUMENTS FOURNIS PAR LE DEMANDEUR

- [6] **Dossier Technique Demande d'ATex de cas a – Plancher HOB OA, Horizons Bois, 25/11/2021**
- [7] **Carnets de détails GO préfabriqué, GO coulé en place, GO coulé en place support d'étanchéité, GO préfabriqué support d'étanchéité, 24 et 25/11/2021**

4. DESCRIPTION ET DOMAINE D'EMPLOI DU PROCÉDÉ

4.1. Description du procédé

Le procédé *HOB* est un plancher mixte bois-béton associant une prédalle en panneau massif structural bois (CLT) et une dalle de compression en béton armé coulée en place ou en atelier. La liaison entre la prédalle bois et la dalle béton est assurée par blocage de forme dans des rainures transversales au sens de la portée préalablement usinées dans la prédalle CLT, dans lesquelles sont placées des armatures spécifiques en chaise venant compléter la liaison.

Le plancher *HOB* peut être réalisé :

- Soit au moyen d'éléments mixtes bois-béton intégralement préfabriqués en usine, dalle de compression béton armé comprise. Seule la liaison des éléments préfabriqués en eux et à leurs appuis sur la structure est alors réalisée sur chantier, sans qu'aucun étaieement du plancher ne soit nécessaire.
- Soit au moyen des seules prédalles bois, les armatures et la dalle de compression en béton étant alors mises en œuvre sur chantier, après étaieement et liaison aux appuis préalables.

Dans les deux cas, les éléments préfabriqués (complets ou prédalles bois préalablement usinées) sont livrés exclusivement par HORIZONS BOIS. Aucune modification sur chantier de ces éléments n'est admise.

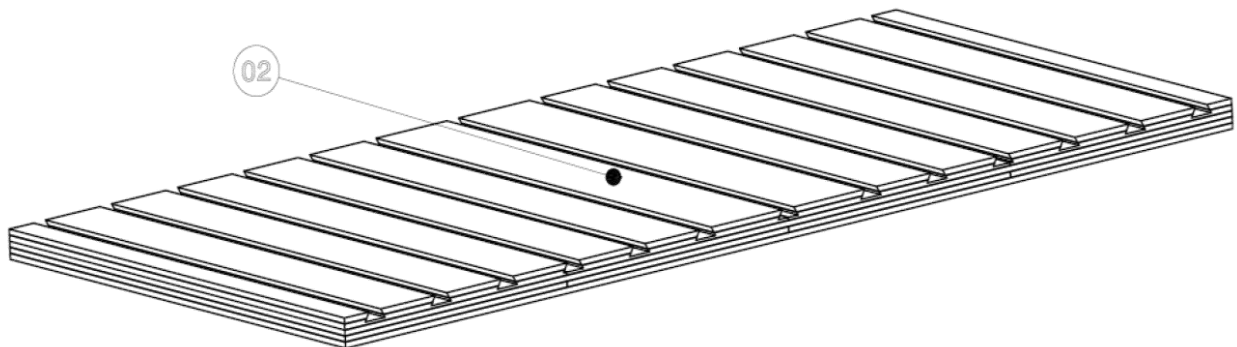


Figure 4.1 : Principe de prédalle bois CLT avec rainures de liaison

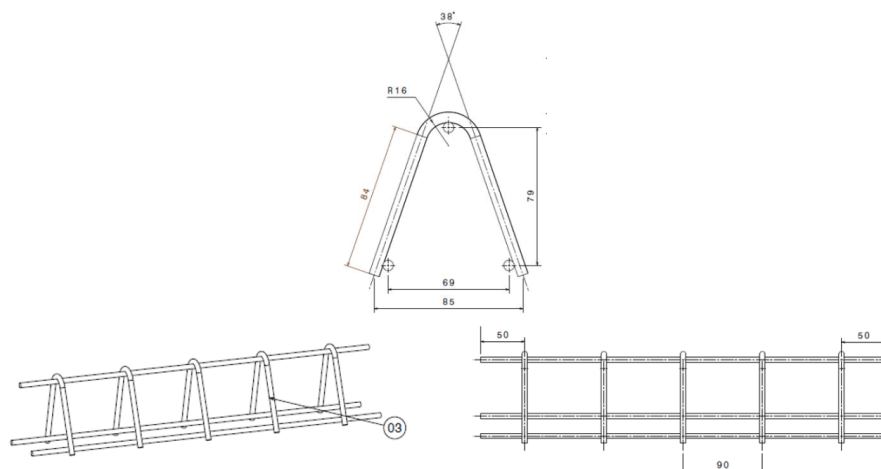


Figure 4.2 : Armatures spécifiques en chaise pour la liaison bois / béton

4.2. Domaine d'emploi

Le procédé de plancher HOB OA est destiné à la réalisation d'ouvrages de structure de bâtiments neufs en France métropolitaine pour les bâtiments à usage d'habitation de 1ère à la 4ème famille, les établissements recevant du public (ERP) et les bâtiments de bureaux ou industriels régis par le Code du travail.

Le domaine d'emploi est en outre limité aux planchers soumis exclusivement à des charges statiques ou quasi-statiques (en comprenant par ces dernières les effets dynamiques courants dus au déplacement des personnes et des appareils légers qui ne produisent pas de vibrations) pour des catégories d'usage A, B, C1, C2, C3, D1 et E1 au sens de la NF EN 1991-1-1.

L'utilisation en plancher de vide sanitaire n'est pas visée. L'isolation en sous-face de plancher de toiture est exclue.

Dans le cas d'utilisation en support d'étanchéité de toitures-terrasses, le procédé est destiné à la réalisation de toitures isolées (toiture chaude), de toitures accessibles ou inaccessibles, correspondant aux catégories d'usage H et I selon la NF EN 1991-1-1 et dans ce dernier cas uniquement pour des usages correspondant aux catégories d'usage A, B, C1, C2, C3 et D1 (voir le domaine d'emploi du document d'évaluation technique rattaché). Il peut recevoir des complexes d'étanchéité (SEL exclus) faisant l'objet d'un Avis Technique, ou une isolation bénéficiant d'un Avis Technique visant l'emploi sur éléments porteurs en béton.

NOTE : Le classement Broof des systèmes de toiture réalisés à l'aide du procédé HOB OA ne fait pas l'objet de la présente appréciation de laboratoire.

5. ANALYSE ET JUSTIFICATIONS

5.1. Caractéristiques des composants

Prédalles en bois

Les prédalles bois sont réalisées à partir de panneaux massifs structuraux bois de type CLT (bois lamellé-croisé) sous Avis Technique ou DTA en cours de validité visant l'utilisation en plancher.

Ces panneaux sont conformes aux caractéristiques suivantes :

- Essences admises : Sapin, épicéa, douglas, pin, mélèze.
- Nombre de plis minimum : 5.
- Epaisseur et configuration des plis :
 - o Epaisseur du pli extérieur longitudinal : 30 à 40 mm (l'épaisseur de 40 mm pouvant résulter d'une couche de 2 plis parallèles de 20 mm successifs) ;
 - o Epaisseur du premier pli transversal : 20 à 40 mm ;
 - o La somme des épaisseurs du pli extérieur et du premier pli transversal est comprise entre 60 et 80 mm ;
 - o La configuration des plis du panneau est systématiquement symétrique.
- Epaisseur minimale du panneau : 160 mm.
- Classe de résistance des bois : C24 ($\geq 85\%$) C16 ($< 15\%$).
- Collage des chants : les chants non collés sont admis.
- Gap entre planches d'un même pli : maximum 3 mm, sans excéder la valeur du gap prise en compte dans l'appréciation de laboratoire dont relève le panneau CLT pour la méthode de calcul de la section réduite efficace en résistance au feu.

Le procédé de CLT dispose d'une appréciation de laboratoire en cours de validité décrivant la méthode de calcul de la résistance au feu du panneau, permettant ainsi de déterminer la section réduite efficace après une durée d'exposition au feu visée.

Béton

Le béton utilisé pour la préfabrication des éléments HOB OA ou la mise en œuvre sur site de la dalle de compression sur prédalles bois satisfait aux dispositions suivantes :

- Le béton est conforme à la norme NF EN 206/CN et à l'Eurocode 2 (NF EN 1992-1-1).
- La classe de résistance minimale du béton est C20/25.
- La classe de consistance du béton est S4.

Armatures

Les armatures spécifiques en chaise sont conformes aux exigences décrites dans la NF EN 1992-1 et son Annexe C. Elles sont composées de fer tor de diamètre 6 mm, sous forme de maille de 90 x 90 mm pliée (voir Figure 4.2).

5.2. Résistance au feu des planchers HOB OA

Ce paragraphe explique la méthode retenue pour la détermination de la durée de résistance au feu du procédé HOB OA. Cette méthode est basée sur la norme NF EN 1995-1-2 [4] et le guide « *Fire Safety in Timber Buildings* ».

La justification en situation d'incendie repose sur la vérification de la tenue au feu du panneau en CLT d'une part, et sur les conditions d'une vérification « à froid » de la liaison mécanique de la dalle béton avec ce dernier d'autre part.

Principe de dimensionnement en situation d'incendie

Le principe de dimensionnement pour la vérification en situation d'incendie est identique à celui pour le dimensionnement à froid du plancher, en considérant la section non atteinte par le feu de la prédalle bois et en supposant que la connexion avec la dalle en béton n'est pas impactée par la température.

S'il repose sur des poutres ou des nervures en bois, le plancher « HOB OA » doit être considéré simplement appuyé sur ces dernières : il n'est pas pris en compte un fonctionnement de la poutre en T en situation d'incendie.

Les données et paramètres présentés ci-dessous sont nécessaires à la vérification.

Détermination des actions mécaniques

La durée de résistance au feu (stabilité au feu) du procédé sera appréciée conformément aux règles de l'EN 1995-1-1 et EN 1995-1-2 [4]. Les actions mécaniques prises en compte pour la justification de la résistance de ces éléments seront celles définies selon des combinaisons des charges en situation d'incendie exigées par les Eurocodes NF EN 1990, NF EN 1991-1-2 et NF EN 1991-1-2/NA.

Méthode de calcul de la section efficace (panneau en CLT)

Les calculs de dimensionnement du procédé seront réalisés conformément aux principes de l'EN 1995-1-1 en prenant en compte la section réduite de ces éléments de construction calculée comme expliqué ci-après.

La résistance d'un panneau CLT est déterminée à partir de la résistance résiduelle du plancher intégrant les lames longitudinales du panneau non affectées par le feu.

La première étape consiste à déterminer l'épaisseur de bois affectée par le feu d_{ef} . L'épaisseur structurale restante h_{ef} pourra en être déduite et utilisée pour le calcul de la résistance après un temps t d'exposition à la courbe normalisée. Cependant, si l'épaisseur résiduelle d'un pli est inférieure à 3 mm alors la contribution du pli ne doit pas être prise en compte.

Suivant la méthode simplifiée proposée par le guide *Fire Safety in Timber Buildings*, l'épaisseur affectée par le feu d_{ef} est égale à la profondeur de carbonisation d_{char} augmentée d'une profondeur s_0 qui correspond à une couche non prise en compte pour compenser la réduction des caractéristiques mécaniques derrière la profondeur de carbonisation : $d_{ef} = d_{char} + s_0$

Dans l'expression ci-dessus, d_{char} est la profondeur de carbonisation, déterminée à partir de la vitesse de combustion, et s_0 est la profondeur considérée carbonisée qui prend en compte l'affaiblissement mécanique du bois par l'échauffement au-delà de 20°C.

Plusieurs configurations peuvent être considérées, selon que la résistance au feu visée est assurée par le panneau CLT seule, ou par un écran de protection en plaques de plâtre total ou partiel.

Dans tous les cas, la résistance au feu de la prédalle en bois est vérifiée conformément aux indications de l'appréciation de laboratoire du panneau en CLT formant la prédalle.

Résistance de la liaison mécanique bois / béton

La résistance de la liaison bois / béton est vérifiée en supposant que les propriétés mécaniques de cette dernière n'est pas affaiblie par une hausse de la température.

Ce critère est supposé atteint si la section résistante du panneau en CLT formant la prédalle en bois comporte au moins 2 plis longitudinaux non intégralement carbonisés après de la durée de feu réglementaire visée.

Ainsi, les propriétés mécaniques du pli longitudinal ① au plus proche de la sous-face de la rainure formant la liaison bois-béton ne sont pas dégradées par une élévation de la température. Le pli longitudinal ②, le plus éloigné et hors de l'emprise de la rainure, n'est quant à lui que partiellement carbonisé (voir Figure 5.1), et conserve une épaisseur de bois saine (*id est* non affectée par une élévation de la température au-delà de 20°C) supérieure ou égale à 15 mm.

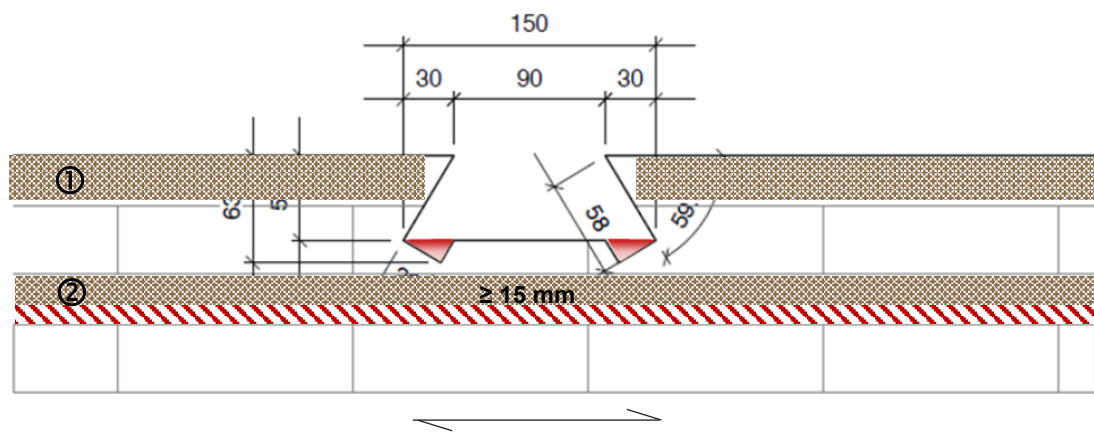


Figure 5.1 : Plis longitudinaux à considérer pour la vérification de la liaison bois / béton (hachuré en rouge)

Rigidité efficace de la section du plancher

La rigidité efficace est calculée en utilisant la théorie des poutres composites en flexion (dite méthode des gammas) de l'annexe B de la NF EN 1995-1-1, selon la même méthode retenue pour le dimensionnement à froid du plancher.

Seuls les plis longitudinaux dans l'épaisseur structurelle h_{ef} de la prédalle, et dont l'épaisseur résiduelle est supérieure à 15 mm, sont pris en compte pour le calcul de la rigidité efficace.

Coefficients des matériaux

Il convient d'utiliser les coefficient suivants :

- Pour la partie bois : $\gamma_{M,fi,tim} = 1,0$; $k_{fi} = 1,15$; $k_{mod,fi} = 1,0$
- Pour la partie béton : $\gamma_{M,fi,conc} = 1,25$

5.3. Fonction séparative

En raison de la faible conductivité du bois et de la présence de la dalle en béton, si la résistance R du plancher est assurée, alors les exigences E et I sont satisfaites sous réserve que les joints entre panneaux soient correctement traités (cf. §6.1).

6. DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES

6.1. Jonction entre panneaux

Les joints longitudinaux doivent être garnis de joints d'étanchéité ou de cordons coupe-feu en conformité avec les Avis Techniques des fabricants de panneaux CLT.

6.2. Protection des organes de fixation

La vérification des organes de fixation est menée conformément aux prescriptions de l'Eurocode 5 Partie 1-2, Section 6 « Assemblages ».

Les parties exposées au feu des profilés métalliques peuvent le cas échéant être totalement protégées du feu pour la durée de feu recherchée, à l'aide de protections passives bénéficiant d'un PV de classement de résistance en cours de validité, ou en établissant un avis de chantier en résistance au feu au sens de l'article 14 de l'arrêté du 22 mars 2004 modifié.

Un exemple de protection d'un organe de fixation est représenté Figure 8.1.

7. CONCLUSION

Au sens de l'arrêté de résistance au feu susvisé, pour le procédé « HOBOA », cette appréciation de laboratoire décrit la procédure de calcul de la section réduite qui doit être prise en compte pour le dimensionnement de ces éléments, afin de satisfaire la durée de résistance au feu requise.

Des détails constructifs sur les jonctions des panneaux sont donnés.

8. VALIDITÉ

La durée de validité de la présente appréciation est limitée à 5 ans. Elle est de plus assujettie à l'existence d'une évaluation technique en cours de validité. Celle-ci doit viser l'aptitude à l'usage du procédé tel qu'un Avis Technique ou un Document Technique d'Application (au sens de l'arrêté du 21 mars 2012) ou bien une Appréciation Technique d'Expérimentation (au sens du règlement des ATEX du CSTB).

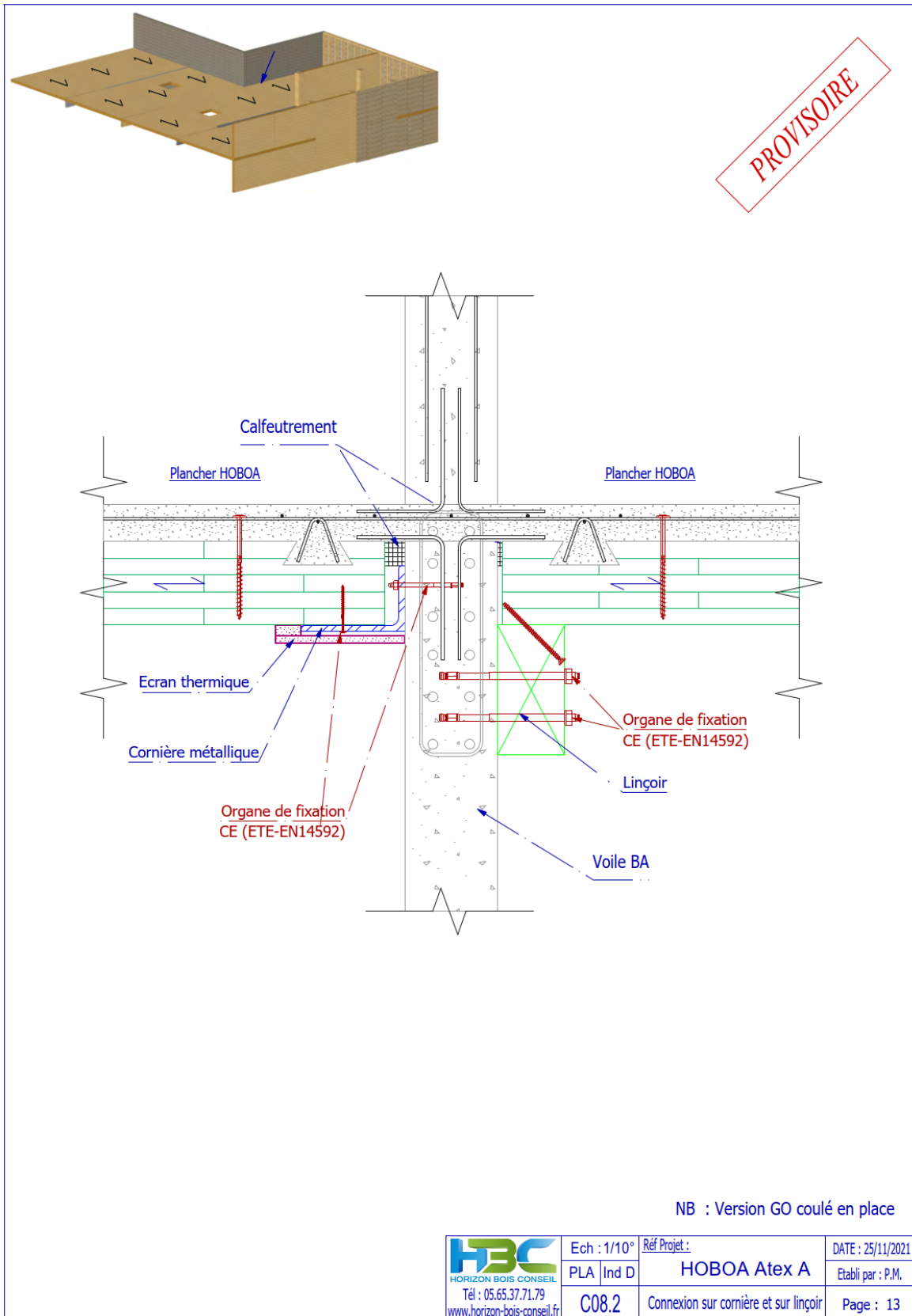


Figure 8.1 : Principe de protection d'un assemblage métallique