

## Appréciation de laboratoire n° 026090

Selon l'arrêté du 22 mars 2004 modifié du Ministère de l'Intérieur et le § 5.3 de l'Instruction technique 249 du 24 mai 2010

### Justification de la conformité d'une façade à ossature bois remplie de béton de chanvre projeté ou banché et recouvert côté extérieur d'un enduit chaux/sable

**Demandeur :**                   **CONSTRUIRE EN CHANVRE**  
140 Rue Chevaleret  
75013 PARIS

**Documents de référence :**                   Rapport d'Essai n° 024851  
Rapport d'Etude n° 014116  
Rapport d'Essai n° 014288  
Rapport d'Essai n° 014290  
Rapport d'Essai n° 020006

**Date :**                                   10/02/2021

Les conclusions de cette appréciation de laboratoire ne portent que sur le comportement vis-à-vis du risque de propagation du feu par les façades de l'élément objet de ce document. Elles ne préjugent, en aucun cas, des autres performances liées à son incorporation à un ouvrage.

*Les informations identifiées par le symbole \* sont fournies par le demandeur et relèvent de sa responsabilité.*

**Rédacteur :**



**Mélissa LAURANS**  
Responsable d'essai  
Centre d'Essais au Feu du CERIB

**Vérificateur(s) :**



**Cédric COLLIGNON**  
Responsable méthodes et  
Qualité des essais  
Centre d'Essais au Feu du CERIB

**Approbateur(s) :**



**Christophe TESSIER**  
Directeur  
Centre d'Essais au Feu du CERIB



**Grégoire PIANET**  
Ingénieur Construction / Expert feu  
FCBA



**Grégoire PIANET**  
Ingénieur Construction / Expert feu  
FCBA

Cette appréciation de laboratoire comporte 33 pages dont 3 annexes.  
Sa reproduction n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

## Sommaire

<b>1</b>	<b>Objet.....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Textes et documents de référence.....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Description sommaire.....</b>	<b>5</b>
3.1	Contexte et description de la façade.....	5
3.2	Nomenclatures des éléments constituant la façade.....	6
3.3	Mise en œuvre de la façade.....	8
3.3.1	Installation des panneaux d'ossature et traitement à la jonction façade / plancher.....	8
3.3.2	Traitement et préparation des embrasures.....	9
3.3.3	Mise en œuvre du béton de chanvre et décoffrage.....	9
3.3.4	Mise en œuvre de l'enduit extérieur.....	10
3.3.5	Finition intérieure.....	10
3.3.6	Menuiseries.....	10
3.3.7	C + D.....	10
<b>4</b>	<b>Essai en appui de l'appréciation de laboratoire.....</b>	<b>11</b>
4.1	Configuration de l'essai.....	11
4.1.1	Description de la façade évaluée.....	11
4.1.2	Dimensions et nomenclature des éléments constituant la façade.....	11
4.1.3	Descriptif du dispositif d'essai LEPiR II.....	13
4.1.4	Mise en œuvre de la façade évaluée.....	13
4.1.5	Mesures de températures et de flux thermiques effectuées pendant l'essai.....	16
4.1.6	Conditions de réalisation de l'essai.....	17
4.2	Rappel des résultats obtenus lors de l'essai.....	17
4.2.1	Chutes d'objets durant l'essai.....	17
4.2.2	Feu couvant.....	18
4.2.3	Critères de performance.....	18
<b>5</b>	<b>Analyse du laboratoire.....</b>	<b>18</b>
5.1	Constitution de la façade.....	18
5.2	Type de façade et plancher.....	19
5.3	Béton de chanvre et mise en œuvre.....	19
5.4	Finitions intérieures et extérieures.....	19
5.5	Menuiseries.....	20
5.6	Indice C + D.....	20
<b>6</b>	<b>Conclusions.....</b>	<b>20</b>
<b>7</b>	<b>Conditions de validité des conclusions.....</b>	<b>20</b>

<b>8</b>	<b>Durée de validité .....</b>	<b>21</b>
	<b>Annexe 1 – Couples liant/granulat validés à la date du 16 juin 2020* .....</b>	<b>22</b>
	<b>Annexe 2 – Exemples de mise en œuvre en nez de plancher* .....</b>	<b>23</b>
	<b>Annexe 3 – Plans de la façade évaluée lors de l’essai LEPIR II* .....</b>	<b>26</b>

## 1 OBJET

---

La présente appréciation de laboratoire, établie conformément à l'Arrêté du 22 mars 2004 modifié et au § 5.3 de l'Instruction Technique 249 de 2010, a pour objectif d'estimer la conformité à la réglementation applicable de façades à ossature bois remplie de béton de chanvre projeté ou banché recouvert côté extérieur d'un enduit chaux/sable vis-à-vis du risque de propagation du feu par les façades.

Une façade représentative a fait l'objet d'un essai LEPIR II (rapport d'essai n° 024851) conformément au protocole DGSCGC/DSP/SDSIAS/BRIRC, relatif à l'essai LEPIR II complémentaire à l'arrêté du 10 septembre 1970 [6].

Conformément au § 5.3 de l'Instruction Technique 249 de 2010, la présente évaluation est réalisée dans le cadre de la double compétence Réaction au feu / Résistance au feu du groupement de laboratoires agréés par le Ministère de l'Intérieur FCBA / CERIB. Elle a valeur d'Appréciation de laboratoire.

## 2 TEXTES ET DOCUMENTS DE REFERENCE

---

La présente appréciation de laboratoire est établie selon les textes de référence suivants :

TEXTES DE REFERENCE	
DOCUMENT	DATE VERSION EN VIGUEUR
<b>[1]</b> Arrêté du 22 mars 2004 relatif à la résistance au feu des produits, éléments de construction et d'ouvrages	Arrêté du 22 mars 2004 modifié par l'arrêté du 14 mars 2011
<b>[2]</b> Arrêté du 21 novembre 2002 relatif à la réaction au feu des produits de construction et d'aménagement	Arrêté du 21 novembre 2002 modifié par l'arrêté du 25 octobre 2013
<b>[3]</b> Arrêté du 31 janvier 1986 relatif à la protection contre l'incendie des bâtiments d'habitation	Arrêté du 31 janvier 1986 modifié par l'arrêté du 13 novembre 2019
<b>[4]</b> Arrêté du 25 juin 1980 portant approbation des dispositions générales du règlement de sécurité contre les risques d'incendie dans les établissements recevant du public (ERP)	Arrêté du 25 juin 1980 modifié par l'arrêté du 1 <sup>er</sup> juillet 2019
<b>[5]</b> Arrêté portant approbation de diverses dispositions complétant et modifiant le règlement de sécurité contre les risques d'incendie et de panique dans les établissements recevant du public : Instruction Technique n°249 relative aux façades	Annexe de l'Arrêté du 24 mai 2010
<b>[6]</b> Protocole DGSCGC/DSP/SDSIAS/BRIRC, relatif à l'essai LEPIR II complémentaire à l'arrêté du 10 septembre 1970	Adopté lors de la séance CECMI du 11 juin 2013, daté du 17 juillet 2014
<b>[7]</b> NF EN 1363-1 : Essais de résistance au feu – Partie 1 : Exigences générales	Mars 2020
<b>[8]</b> NF EN 1364-1 : Essais de résistance au feu des éléments non porteurs – Partie 1 : Murs	Août 2015
<b>[9]</b> Règles Professionnelles d'exécution d'ouvrages en Béton de Chanvre – Murs en béton de chanvre	Version 2012
<b>[10]</b> Règles Professionnelles d'exécution d'ouvrages en Béton de Chanvre – Enduits en mortier	Version 2012

Cette appréciation de laboratoire est également basée sur les documents suivants :

NOM DU LABORATOIRE	NOM DU DEMANDEUR	REFERENCE DU DOCUMENT	TYPE DE DOCUMENT	DATE DE L'ESSAI OU DE L'ETUDE
CERIB	CONSTRUIRE EN CHANVRE	024851 [11]	Rapport d'essai	16/10/2020
CERIB	CONSTRUIRE EN CHANVRE	014116 [12]	Rapport d'étude	08/04/2019
CERIB	CONSTRUIRE EN CHANVRE	014288 [13]	Rapport d'essai	18/02/2019
CERIB	CONSTRUIRE EN CHANVRE	014290 [14]	Rapport d'essai	18/02/2019
CERIB	CONSTRUIRE EN CHANVRE	020006 [15]	Rapport d'essai	23/07/2019

### 3 DESCRIPTION SOMMAIRE

---

#### 3.1 Contexte et description de la façade

La partie principale de la façade est composée de panneaux d'ossature en bois comportant ou non des ouvertures de baie de dimensions variables. Ces panneaux sont noyés dans un remplissage de béton de chanvre projeté ou banché, lui-même recouvert côté extérieur d'un enduit chaux/sable. Des bandes de trame sont noyées dans le corps d'enduit.

Les niveaux sont séparés par un plancher sur lequel viennent se fixer les panneaux d'ossature en bois, soit devant le nez de plancher (façade rideau) ou soit entre planchers. Ce plancher peut être un plancher bois CLT ou un plancher en béton. En façade rideau, ce plancher peut également être un plancher à solivage. Dans tous les cas, la résistance au feu du plancher est supposée vérifiée par ailleurs pour la durée de résistance au feu requise par la réglementation applicable.

Les ouvertures de baie reçoivent un habillage en bois.

Une finition intérieure peut être mise en œuvre dans la limite des exigences réglementaires applicables, notamment en termes d'isolation des parois par l'intérieur et des revêtements applicables. Néanmoins, elle n'est pas nécessaire vis-à-vis du risque de propagation du feu par les façades.

Tous les types de constructions courantes sont visés : bâtiments d'habitation, bureaux, établissements recevant du public et locaux industriels.

Comme les établissements recevant du public du 1<sup>er</sup> groupe à partir du R+2 et les bâtiments d'habitation de 3<sup>ème</sup> et 4<sup>ème</sup> famille, dans la limite des prescriptions de chaque réglementation, sont soumis aux prescriptions de l'Instruction Technique 249 de 2010 relative à la propagation du feu par les façades, l'objectif de la présente appréciation de laboratoire est d'estimer la conformité du procédé de façade à la réglementation relative à la propagation du feu par les façades.

## 3.2 Nomenclatures des éléments constituant la façade

	Façade rideau		Façade entre planchers	
	Ossature en bois	<p>Panneaux d'ossature assemblés en atelier et constitués d'une lisse inférieure, d'une double lisse supérieure, de montants verticaux (doublés au niveau des ouvertures) et d'entretoises. En périphérie des embrasures, l'ossature comprend également un appui de cadre de baie et un linteau.</p> <p>Sur la lisse la plus haute du panneau d'ossature, des encoches de 5 mm sont usinées pour accueillir les moyens d'ancrage au plancher. Ces encoches sont réalisées à entraxe <math>\leq 812</math> mm.</p>		<p>Panneaux d'ossature assemblés en atelier et constitués d'une lisse double inférieure, d'une lisse supérieure, de montants verticaux (doublés au niveau des ouvertures) et d'entretoises. En périphérie des embrasures, l'ossature comprend également un appui de cadre de baie et un linteau.</p>
<p>Ossature en bois massif ou à base de bois de classe 2, de masse volumique <math>\geq 460</math> kg/m<sup>3</sup> et de classe a minima D-s2,d0.</p> <p>Ossature assemblée au moyen de vis <math>\varnothing 6 \times 100</math> mm et <math>\varnothing 6 \times 120</math> mm à tête fraisée, ou équivalent par rapport à la fonctionnalité recherchée.</p> <p>Section de l'ossature en bois <math>\geq 45 \times 145</math> mm<sup>2</sup>, sous réserve de conserver un enrobage en béton de chanvre <math>\geq 75</math> mm.</p> <p>Espacement entre montants d'ossature <math>\leq 600</math> mm.</p> <p>Hauteur des panneaux d'ossature <math>\leq 4\,000</math> mm.</p> <p>Le montage de l'ossature bois des panneaux constituant la façade est réalisé conformément aux normes NF DTU 31.1 et NF DTU 31.2.</p>				
Plancher	Plancher CLT	Plancher à solivage		Plancher béton
	Plancher constitué de lamelles de bois croisées et collées entre-elles.	Plancher constitué de solives en bois revêtues d'un panneau OSB et protégé en sous-face par un complexe isolant.		Plancher en béton armé préfabriqué ou coulé en place.
<p>La performance de résistance au feu du plancher est justifiée par ailleurs pour la durée de résistance au feu requise par la réglementation applicable.</p> <p>Voir des exemples de planchers en Annexe 2*.</p>				
Isolation au nez de plancher	Façade rideau		Façade entre planchers	
	Laine de roche de masse volumique $\geq 32$ kg/m <sup>3</sup> .		<p>Deux bandes de laine de roche :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Une bande de laine de roche horizontale de hauteur nominale 45 mm et d'épaisseur égale à l'épaisseur de l'ossature – 40 mm.</li> <li>- Une bande de laine de roche verticale d'épaisseur nominale 45 mm et de hauteur égale à la hauteur du plancher + 40 mm, maintenue à l'aide d'une trame en fibre de verre 10 x 10.</li> </ul>	

Habillage des embrasures	<p>Cadres de baies, assemblés en atelier ou sur chantier, composés de 4 éléments en bois massif ou à base de bois de classe 3, de masse volumique <math>\geq 530 \text{ kg/m}^3</math> et a minima D-s2,d0.</p> <p>Eléments de section <math>\geq (40 \times \text{épaisseur totale de la façade}) \text{ mm}^2</math>, fixés entre eux par vis <math>\varnothing 6 \times 80 \text{ mm}</math> à tête fraisée ou équivalent par rapport à la fonctionnalité recherchée.</p> <p>Cadres comportant une gorge de <math>10 \times 5 \text{ mm}^2</math> (l x e) usinée en périphérie (côté extérieur) pour ancrer l'enduit.</p> <p>Cadres affleurants à l'enduit (côté extérieur) et à minima au béton de chanvre nu (côté intérieur).</p> <p>D'autres habillages sont envisageables mais doivent faire l'objet d'une évaluation et d'une validation par le groupe de laboratoire agréé ayant réalisé la présente appréciation de laboratoire.</p>
Rubans de raccord d'enduit	<p>Ruban de raccord d'enduit frein-vapeur avec non-tissé d'armature de référence CONTEGA PV, de maille <math>5 \times 5</math>, ou équivalent par rapport à la fonctionnalité recherchée, et de largeur <math>\geq 200 \text{ mm}</math>.</p>
Trames et mouchoirs	<p>Trame en fibre de verre de maille <math>10 \times 10</math> noyée dans le corps d'enduit, de largeur :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 490 mm minimum pour les trames verticales au niveau des doubles montants ;</li> <li>- 536 mm minimum pour la trame horizontale, à la jonction entre deux panneaux d'ossature.</li> </ul> <p>Des trames supplémentaires peuvent également être mises en œuvre dans le corps d'enduit.</p> <p>Mouchoir à <math>45^\circ</math>, dans les angles des ouvertures, en trame fibre de verre en maille <math>10 \times 10</math>, de dimensions <math>\geq 500 \times 200 \text{ mm}^2</math>.</p>
Formulation du béton de chanvre	<p>Les bétons de chanvre concernés sont conformes aux critères suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Couple liant/granulat conforme aux Règles Professionnelles d'exécution d'ouvrages en béton de chanvre de 2012 – Murs en béton de chanvre ;</li> <li>- Dosage en liant compris entre <math>180 \text{ kg/m}^3</math> et <math>330 \text{ kg/m}^3</math> ;</li> <li>- Liant à base de chaux ou ciment prompt naturel ;</li> <li>- Béton de chanvre réputé justifier d'un classement de réaction au B-s1,d0 ou plus.</li> </ul> <p>Voir les couples liant/granulat acceptés à la date du 16 juin 2020 en Annexe 1*.</p> <p>D'autres couples liant/granulat pourront être acceptés, sous réserve de respect des critères précédemment cités.</p>
Enduits extérieurs	<p>Les finitions extérieures acceptées sont les enduits chaux/sable sous réserve que :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Le dosage en liant est de <math>250 \text{ kg/m}^3</math> minimum ;</li> <li>- L'épaisseur d'enduit mis en œuvre est de <math>20 \text{ mm}</math> minimum.</li> </ul>
Finitions intérieures	<p>Une finition intérieure peut être mise en œuvre. Elle peut être de type :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Enduit chaux/chanvre sous réserve que :             <ul style="list-style-type: none"> <li>o Le couple liant/granulat est conforme aux Règles Professionnelles d'exécution d'ouvrages en béton de chanvre de 2012 – Enduits en mortier :</li> <li>o Le dosage en liant est compris entre <math>400 \text{ kg/m}^3</math> et <math>880 \text{ kg/m}^3</math> ;</li> <li>o L'épaisseur d'enduit mis en œuvre est de <math>32 \text{ mm}</math> minimum</li> </ul> </li> <li>- Enduits chaux/sable sous réserve que :             <ul style="list-style-type: none"> <li>o Le dosage en liant est de <math>250 \text{ kg/m}^3</math> minimum ;</li> <li>o L'épaisseur d'enduit mis en œuvre est de <math>18 \text{ mm}</math> minimum.</li> </ul> </li> </ul> <p>D'autres finitions intérieures sont susceptibles d'être mises en œuvre.</p> <p>Dans tous les cas, la finition intérieure est appliquée dans la limite des exigences réglementaires applicables, notamment en termes d'isolation des parois par l'intérieur et des revêtements applicables.</p>

### 3.3 Mise en œuvre de la façade

#### 3.3.1 Installation des panneaux d'ossature et traitement à la jonction façade / plancher

Les panneaux d'ossature sont installés une fois les planchers mis en place.			
Façade rideau	Plancher CLT	Plancher à solivage	Plancher béton
	<p>La verticalité du premier panneau d'ossature est réglée par étais tirant-poussant. Sa lisse inférieure est fixée au support du chantier.</p> <p>La distance de 40 mm entre le nez du plancher et la face intérieure du panneau est ajustée et de sorte que le nez de plancher soit noyé à minima de 35 mm dans le béton de chanvre.</p> <p>Des équerres sont posées dans les encoches de 5 mm réalisées dans la lisse haute du panneau (entraxe <math>\leq</math> 812 mm). Un tracé et un pré-perçement permettant d'accueillir les vis ou chevilles de fixation sont réalisés sur le nez de plancher à au moins 85 mm de sa face inférieure. Une bande de laine de roche d'une hauteur égale à la hauteur du plancher et comportant des fentes permettant de faire passer les ailes horizontales des équerres est découpée, et installée entre le nez du plancher et l'ossature de la façade.</p> <p>Les équerres sont ensuite fixées à la lisse haute du panneau et au nez du plancher à l'aide de vis adaptés à la nature du plancher.</p> <p>Un second panneau est posé sur le premier, fixé provisoirement et sa verticalité est réglée par étais tirant-poussant fixés sur le plancher. Il est ensuite fixé définitivement au premier panneau par une vis axée au centre de chaque alvéole et de performance adaptée à la fonctionnalité recherché.</p> <p>La lisse haute du second panneau est fixée au plancher à l'aide des moyens de fixation adaptés à la nature du plancher.</p> <p>Voir des exemples de plans de mise en œuvre au nez de plancher en Annexe 2*.</p>		
Façade entre planchers	Plancher CLT	Plancher béton	
	<p>Des équerres sont fixées en sous-face du plancher à entraxe <math>\leq</math> 812 mm. Elles sont positionnées de sorte qu'une distance de 40 mm entre le nez du plancher et la face extérieure du panneau d'ossature soit respectée. Elles sont fixées à l'aide de vis adaptées à la nature du plancher.</p> <p>Un premier panneau d'ossature est ensuite disposé contre ces équerres. Sa verticalité est réglée par étais tirant-poussant. Sa lisse inférieure est fixée au support du chantier.</p> <p>Les équerres sont fixées à la lisse supérieure du panneau à l'aide de vis de performance adaptée à la fonctionnalité recherchée.</p> <p>Une première bande de laine de roche est découpée et installée entre la sous-face du plancher et la lisse supérieure du panneau.</p> <p>Un second panneau est posé sur le plancher. Sa verticalité est réglée par étais tirant-poussant. Il est ensuite fixé définitivement au plancher à l'aide d'équerres et de vis adaptées à la nature du plancher.</p> <p>La lisse haute du second panneau est fixée au plancher à l'aide des moyens de fixation adaptés à la nature du plancher.</p> <p>Une seconde bande de laine de roche est découpée et installée de façon à couvrir le nez de plancher et la première bande de laine de roche. Elle est maintenue en place à l'aide d'une trame en fibre de verre agrafée sur la face extérieure des lisses des panneaux d'ossature.</p> <p>Voir des exemples de plans de mise en œuvre au nez de plancher en Annexe 2*.</p>		

## 3.3.2 Traitement et préparation des embrasures

<b>Traitement et préparation des embrasures</b>	<p>Un cadre de baie est fixé dans les ouvertures des panneaux à l'aide de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- au moins 5 vis Ø 6 x 80 à tête fraisée ou équivalent par rapport à la fonctionnalité recherchée, mises en œuvre en quinconce dans chaque double montant (joues verticales) à 25 mm des bords des montants ;</li> <li>- au moins 1 vis Ø 6 x 80 à tête fraisée ou équivalent par rapport à la fonctionnalité recherchée, axée au centre de l'appui et du linteau.</li> </ul> <p>Sur l'ensemble de la périphérie d'un cadre, un ruban de raccord d'enduit frein-vapeur est collé à 35 mm du bord extérieur du cadre. 40 mm de la bande frein-vapeur seront recouverts par le béton de chanvre et les 160 mm restants seront noyés dans le corps d'enduit lors de la mise en œuvre de ce dernier.</p> <p>Dans l'attente de la projection du béton de chanvre et de l'application de l'enduit extérieur, le ruban est rabattu vers l'intérieur du cadre et agrafé sur le chant de ce dernier.</p>
---	--

## 3.3.3 Mise en œuvre du béton de chanvre et décoffrage

	Par projection	Par banchage
<b>Mise en place du coffrage provisoire</b>	<p>Des bandes de panneaux OSB de largeur 9 mm et d'épaisseur égale à l'épaisseur totale de la façade sont fixés sur les bords latéraux d'ossature de la façade et sur la lisse supérieure du dernier panneau d'ossature.</p> <p>Un scotch fluorescent est collé en sous-face des planchers de sorte à repérer l'arrêt du béton de chanvre (pénétration du nez de plancher dans le béton de chanvre).</p>	
	<p>Des panneaux OSB recouverts d'un film polyane sont montés en face intérieure de la façade afin de servir de support à la projection du béton de chanvre. Dans un 1<sup>er</sup> temps, une première série de vis est répartie sur l'ossature bois afin de garantir son enrobage minimal de 75 mm et le recouvrement minimal des surfaces inférieure et supérieure du plancher, puis les panneaux sont montés et fixés sur l'ossature sur une autre série de vis (qui viennent plaquer les panneaux sur la première série).</p> <p>En présence d'ouvertures et d'un habillage en bois de leur embrasure, ces panneaux d'OSB sont fixés contre et sur les chants du cadre de baie.</p> <p>Des guides d'enrobage (ou « nues de guidage ») de la face extérieure sont mis en place. Il s'agit de liteaux verticaux fixés sur les montants verticaux d'ossature. Leur position est réglée de sorte à garantir un enrobage minimal de l'ossature de 75 mm de béton de chanvre.</p>	<p>Des panneaux OSB recouverts d'un film polyane sont montés en face intérieure de la façade. Dans un 1<sup>er</sup> temps, une première série de vis est répartie sur l'ossature bois afin de garantir l'enrobage minimal de 75 mm et le recouvrement minimal des surfaces inférieur et supérieur du plancher, puis les panneaux sont montés et fixés sur l'ossature par une autre série de vis (qui viennent plaquer les panneaux sur la première série). L'autre face de la façade est coffrée par hauteurs successives de 70 cm.</p> <p>En présence d'ouvertures et d'un habillage en bois de leur embrasure, ces panneaux d'OSB sont fixés contre et sur les chants du cadre de baie.</p>
<b>Fabrication du mélange eau/liant</b>	<p>L'eau et le liant sont mélangés à la bétonnière intégrée à la machine de projection avant d'être déversé dans une cuve avec agitateur à partir de laquelle ce « lait » sera pompé vers la lance.</p>	<p>L'eau et le liant sont mélangés à la bétonnière. La chènevotte est ajoutée à ce « lait ».</p>
<b>Mise en œuvre du béton de chanvre</b>	<p>Le béton de chanvre est mis en œuvre par projection contre les planches d'OSB à l'aide d'une machine à projeter. Les granulats de chanvre sont enrobés avec le couple eau/liant en sortie de la lance de projection. Celle-ci est</p>	<p>Le béton de chanvre est mis en place par couches successives conformément aux règles Professionnelles d'exécution d'ouvrages en béton de chanvre de 2012 (la matière est répartie manuellement mais non tassée). Le</p>

	<p>réalisée depuis la face extérieure de la façade, en commençant par le bas de la façade sur toute sa largeur.</p> <p>L'épaisseur du béton de chanvre est réglée à l'aide de règles plates.</p> <p>Les guides d'enrobage sont retirés et un complément de projection est effectué. Un second réglage de l'épaisseur est réalisé.</p>	matériau est ensuite légèrement tassé le long des ossatures et des banches afin que les surfaces des parois soient homogènes.
<b>Décoffrage</b>	Les planches d'OSB ayant servi de support sont retirées par glissement latéral le lendemain de la mise en œuvre du béton de chanvre.	
<b>Compléments de projection</b>	Les zones au droit des montants d'ossature et les zones singulières sont éventuellement curées (si des défauts d'enrobage du granulat végétal sont constatés lors du décoffrage). Dans ce cas, un complément de projection est réalisé.	/

### 3.3.4 Mise en œuvre de l'enduit extérieur

<b>Mise en œuvre de l'enduit de finition</b>	<p>Des panneaux OSB sont installés pour fermer les ouvertures de baie du côté extérieur de la façade. Les bandes de raccord d'enduit frein-vapeur sont agrafées sur l'extérieur des ouvertures en saillie du béton de chanvre.</p> <p>Des règles sont installées sur les côtés de la façade pour assurer la maîtrise de l'épaisseur totale de l'enduit (minimum 20 mm).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Un corps d'enduit est mis en œuvre en commençant par le haut de la façade :</li> <li>- Projection d'une première passe et réalisation d'un réglage grossier de l'épaisseur à la règle ;</li> <li>- Mise en place des bandes de trame de 10 x 10, marouflage, regarnissage et nouveau réglage grossier de l'épaisseur ;</li> <li>- Mise en place des mouchoirs à 45° et rabattement des bandes de raccord d'enduit frein-vapeur pour les intégrer au corps d'enduit par marouflage.</li> </ul> <p>Une finition est ensuite projetée sur le corps d'enduit, réglée grossièrement à la règle et talochée à la taloche résine en partie courante.</p> <p>Les panneaux OSB d'obturation des ouvertures sont retirés et une finition est réalisée en périphérie des ouvertures.</p>
--	--

### 3.3.5 Finition intérieure

<b>Finition de type chaux/chanvre</b>	La finition intérieure de type chaux/chanvre est appliquée conformément aux Règles Professionnelles d'exécution d'ouvrages en béton de chanvre de 2012 – Enduits en mortier.
<b>Finition de type chaux/sable</b>	La finition intérieure de type chaux/sable est mise en œuvre conformément aux recommandations du fabricant ou à la norme NF DTU 26.1 (Travaux de bâtiment – Travaux d'enduits de mortiers).
<b>Autre finition</b>	La finition intérieure est appliquée conformément aux recommandations du fabricant.

### 3.3.6 Menuiseries

Les menuiseries et les huisseries de toutes dimensions, nature et types sont rapportées en œuvre conformément aux préconisations de mise en œuvre.

### 3.3.7 C + D

Un indice C + D est respecté conformément aux prescriptions de la réglementation applicable.

## 4 ESSAI EN APPUI DE L'APPRECIATION DE LABORATOIRE

Une façade, représentative de la façade objet de la présente appréciation de laboratoire, a fait l'objet d'un essai LEPIR II (rapport d'essai n° 028451 [11]) le 16 octobre 2020 au CERIB. Cet essai a été mené conformément aux recommandations du Protocole relatif à l'essai LEPIR II [6].

### 4.1 Configuration de l'essai

#### 4.1.1 Description de la façade évaluée

La partie principale de la façade est composée de deux panneaux d'ossature en bois comportant chacun deux ouvertures de baie. Un troisième panneau forme l'amorce d'un niveau supplémentaire. Ces panneaux sont noyés dans un remplissage de béton de chanvre projeté lui-même recouvert côté extérieur d'un enduit chaux/sable. Des bandes de trame sont noyées dans le corps d'enduit à chaque double montant vertical des baies et aux jonctions horizontales entre les panneaux d'ossature.

Les niveaux 1 et 2 de la façade sont séparés par un plancher en bois CLT lié à la lisse haute du panneau inférieur. L'isolation entre le nez du plancher et le bois d'ossature de la façade est réalisée à l'aide d'une bande de laine de roche.

Dans la suite de ce document, les panneaux constituant la façade sont dénommés :

- Panneau 1, constituant le niveau 1 de la façade ;
- Panneau 2, constituant le niveau 2 de la façade ;
- Panneau 3, constituant l'amorce du niveau 3 de la façade.

Les ouvertures de baies sont dénommées (vue depuis l'extérieur de la façade) :

- Baie 1-1 : ouverture de baie située à gauche du Panneau 1 (menuiserie en tunnel) ;
- Baie 1-2 : ouverture de baie située à droite du Panneau 1 (menuiserie en applique) ;
- Baie 2-1 : ouverture de baie située à gauche du Panneau 2 (menuiserie en tunnel) ;
- Baie 2-2 : ouverture de baie située à droite du Panneau 2 (menuiserie en applique).

Voir les plans de la façade évaluée en Annexe 3\*.

#### 4.1.2 Dimensions et nomenclature des éléments constituant la façade

<b>DIMENSIONS</b>	<p>Panneau 1 de dimensions hors-tout 2672 x 5750 mm<sup>2</sup> (h x l) comportant deux ouvertures de baie de dimensions 1500 x 1000 mm<sup>2</sup> (h x l) espacées de 1200 mm.</p> <p>Panneau 2 de dimensions hors-tout 2866 x 5750 mm<sup>2</sup> (h x l) comportant deux ouvertures de baie de dimensions 1350 x 800 mm<sup>2</sup> (h x l) espacées de 1400 mm.</p> <p>Panneau 3 de dimensions hors-tout 941 x 5750 mm<sup>2</sup> (h x l).</p> <p>Epaisseur de l'ossature : 145 mm.</p> <p>Epaisseur du béton de chanvre : 295 mm, avec enrobage de 75 mm de part et d'autre de l'ossature.</p> <p>Epaisseur de l'enduit extérieur : 20 mm.</p> <p>Epaisseur totale de la façade : 315 mm.</p> <p>Voir les plans de la façade en Annexe 3*.</p>
-------------------	---

NOMENCLATURE	Panneaux en bois	<p>Panneaux d'ossature assemblés en atelier et constitués de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Panneau 1 : une lisse inférieure, montants verticaux (doublés au niveau des ouvertures), entretoises, deux appuis de cadres de baie, deux linteaux et une double lisse supérieure. Sur la lisse la plus haute, 6 encoches de 5 mm sont usinées pour noyer les parties horizontales des équerres d'ancrage sur le plancher intermédiaire.</li> <li>- Panneau 2 : une lisse inférieure, de montants verticaux (doublés au niveau des ouvertures), entretoises, deux appuis de cadre de baie, deux linteaux et une lisse supérieure.</li> <li>- Panneau 3 : une lisse inférieure, montants verticaux et une lisse supérieure.</li> </ul> <p>En bois massif Épicéa de classe 2 de masse volumique 460 kg/m<sup>3</sup> et D - s2,d0.</p> <p>Sections 45 x 145 mm<sup>2</sup>, sauf pour la lisse inférieure du Panneau 3 où la section est de 80 x 145 mm<sup>2</sup>.</p> <p>Ossature assemblée au moyen de vis Ø 6 x 100 mm et Ø 6 x 120 mm à tête fraisée.</p>
	Semelle basse et accessoires	<p>Semelle en bois massif Epicéa autoclavé de classe 3 de dimension 70 x 5750 x 145 mm<sup>3</sup> (h x l x e).</p> <p>Semelle reposant sur deux cordons de mousse polyuréthane de référence ISO-BLOCO HF de chez ISO-CHEMIE et sur une bande d'arase de référence ISO-CONNECT EPDM BANDE D'ARASE de chez ISO-CHEMIE, de largeur 5750 mm.</p>
	Plancher en bois et accessoires	<p>Plancher en CLT 5 plis croisés contrecollés (40/20/40/20/40) en épicéa C24 de classe 2 constitué de deux demi-planchers de dimensions 160 x 4900 x 1587 mm<sup>3</sup> (h x l x e), comportant chacun une encoche de dimensions 80 x 4900 x 50 mm<sup>3</sup> (h x l x e) et assemblés bord à bord pour constituer le plancher.</p> <p>Demi-planchers KLH de chez MASSIVHOLZ, sous Document Technique d'Application n° 3.3/20-1016_V1.</p> <p>Jonction entre les demi-planchers traitée par 2 cordons de mastic de silicone ignifuge de référence FP SILICONE SEALANT FIRE PROTECT et par une pièce de bois en Épicéa de classe 2 et de masse volumique 460 kg/m<sup>3</sup> de dimensions 80 x 4900 x 96 mm<sup>3</sup> (h x l x e).</p> <p>Nez de plancher noyé de 35 mm dans le béton de chanvre.</p>
	Isolation au nez de plancher	<p>Laine de roche de référence ROCKMUR KRAFT de chez ROCKWOOL de hauteur 160 mm (hauteur du plancher) et d'épaisseur nominale 45 mm, mise en œuvre entre le nez de plancher et le bois d'ossature de la façade.</p> <p>Masse volumique nominale déclarée par le fabricant de 32 à 36 kg/m<sup>3</sup>.</p>
	Encadrement en bois des baies	<p>Cadres de baies assemblés en atelier et composés de 4 éléments en bois massif Douglas de classe 3, de masse volumique 530 kg/m<sup>3</sup>, D-s2,d0 et de section 40 x 315 mm<sup>2</sup> fixés entre eux par vis Ø 6 x 80 mm à tête fraisée.</p> <p>Cadres comportant une gorge de 10 x 5 mm<sup>2</sup> (l x e) usinée en périphérie (côté extérieur) pour ancrer l'enduit.</p> <p>Cadres affleurants par rapport à l'enduit (côté extérieur) et au béton de chanvre nu (côté intérieur).</p>
	Rubans de raccord d'enduit	<p>Ruban de raccord d'enduit frein-vapeur avec non-tissé d'armature de référence CONTEGA PV, de maille 5 x 5 et de largeur 200 mm.</p>

	<b>Trames et mouchoirs</b>	<p>Trame en fibre de verre de maille 10 x 10 noyée dans le corps d'enduit, de largeur :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 490 mm pour les trames verticales au niveau des doubles montants ;</li> <li>- 536 mm pour la trame horizontale, à la jonction entre les panneaux 1 et 2 ;</li> <li>- 525 mm pour la trame horizontale, à la jonction entre les panneaux 2 et 3.</li> </ul> <p>Mouchoir à 45°, dans les angles des ouvertures, en trame fibre de verre en maille 10 x 10, de dimensions 500 x 200 mm<sup>2</sup>.</p>			
<b>FORMULATION DU BETON DE CHANVRE</b>	<p>Composition de béton de chanvre de référence 171200.</p> <p>Pour des raisons de confidentialité, le label des granulats de chanvre, la nature et le dosage en liant ainsi que le dosage en eau ne sont pas communiqués.</p>				
<b>ENDUIT EXTERIEUR</b>		<b>Épaisseur</b>	<b>Liant NHL 2</b>	<b>Sable 0/4</b>	<b>Sable 0/1</b>
	<b>Corps d'enduit</b>	12 à 15 mm	1 sac de 25 kg 29 %	10 sceaux 71 %	-
	<b>Finition</b>	5 à 8 mm pour une épaisseur totale d'enduit de 20 mm	1 sac de 25 kg 27 %	4 sceaux 27 %	7 sceaux 46 %
	<p>Enduit dosé à 250 kg/m<sup>3</sup> à partir d'un liant NHL 2.</p> <p>Dosage réalisé en pourcentage volumique par rapport au volume des éléments solides introduits (liant + sable(s)).</p>				
<b>FABRICATION DE L'OSSATURE DES PANNEAUX</b>	<p>Le montage de l'ossature bois des panneaux constituant la façade est réalisé conformément aux normes NF DTU 31.1 et NF DTU 31.2.</p> <p>Voir les plans de la façade en Annexe 3*.</p>				

#### 4.1.3 Descriptif du dispositif d'essai LEPIR II

<b>CARACTERISTIQUES DES NIVEAUX</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dispositif composé de trois niveaux :</li> <li>- Niveau 1 : Local inférieur avec foyer ;</li> <li>- Niveau 2 : local supérieur ;</li> <li>- Niveau 3 : amorce de la continuité de la façade sur 1,5 m.</li> </ul> <p>Locaux conformes aux recommandations du Protocole de référence DGSCGC/DSP/SDSIAS/BRIRC relatif à l'essai LEPIR II complémentaire à l'arrêté du 10 septembre 1970.</p>
<b>DESCRIPTION</b>	<p>Dalle amovible en béton permettant de séparer les niveaux 1 et 2 du dispositif d'essai retirée pour accueillir le plancher bois CLT d'épaisseur 160 mm.</p> <p>Jonction horizontale des panneaux 1 et 2 située au niveau du plancher bois CLT.</p> <p>Face arrière du local du niveau 1 constituée en partie basse d'un registre comportant une partie occultable permettant de régler l'arrivée d'air.</p> <p>Face avant du dispositif maintenue ouverte pour permettre le montage de la façade.</p>

#### 4.1.4 Mise en œuvre de la façade évaluée

<b>DIMENSIONS</b>	Façade de dimensions hors-tout 6550 x 5750 mm <sup>2</sup> (h x l).
<b>INSTALLATION DU PLANCHER</b>	<p>Les deux demi-planchers constituant le plancher sont glissées dans le dispositif d'essai et assemblés bord à bord. Ils reposent sur 3 côtés, sur 150 mm, sur les parois du local du niveau 1.</p> <p>La jonction entre les deux demi-planchers formant le plancher est traitée par 2 cordons de mastic silicone ignifuge mis en œuvre des deux côtés de l'encoche formée par les</p>

	<p>panneaux (faces horizontales) puis par la pose d'une pièce de bois fixée par des vis <math>\varnothing 6 \times 120</math> mm tête fraisée mises en œuvre en quinconce à entraxe de 250 mm.</p> <p>Le plancher est ensuite fixé à la face arrière du local du niveau 2 à l'aide de 5 équerres F-03 réparties le long du plancher, à entraxe de 805 mm. Ces équerres sont fixées au plancher à l'aide de deux vis ESCRC <math>\varnothing 8 \times 120</math> mm à tête plate et au local à l'aide de chevilles HUS-H <math>\varnothing 10 \times 65</math> mm.</p> <p>La périphérie du plancher, le long des parois du local du niveau 2, est étanchée par une bande de laine minérale de 13 mm et de masse volumique <math>96 \text{ kg/m}^3</math>.</p>
<p>INSTALLATION DES PANNEAUX D'OSSATURE ET DES CADRES DES OUVERTURES</p>	<p>L'arase inférieure de la façade est traitée par deux cordons de mousse polyuréthane de 15 mm et une bande d'arase agrafée de largeur 300 mm, mis en œuvre en sous-face de la semelle en bois.</p> <p>La semelle en bois est ensuite fixée au sol, devant le dispositif d'essai, à l'aide de 7 goujons d'ancrage de référence SPIT FIX3 8X100/50-40 répartis sur la longueur de la semelle.</p> <p>Le Panneau 1 est posée sur la semelle puis sa verticalité est réglée par étais tirant-poussant fixés à l'intérieur du local du niveau 1. La distance entre le nez du plancher bois et la face intérieure du panneau de 40 mm est ajustée.</p> <p>Des équerres F-04 sont posées dans les encoches de 5 mm réalisées dans la lisse haute du Panneau 1 (entraxe de 812 mm). Un tracé et un pré-perçement de <math>\varnothing 6</math> mm sont réalisés sur le nez de plancher à 85 mm de sa face inférieure. Une bande de laine de roche de 160 mm comportant des fentes permettant de faire passer les équerres F-04 est découpée et installée entre le Panneau 1 et le nez du plancher en bois.</p> <p>Les équerres F-04 sont ensuite fixées à la lisse haute du Panneau 1 à l'aide de 4 vis ESCRC <math>\varnothing 6 \times 80</math> à tête fraisée et au plancher en bois à l'aide de vis ESCRC <math>\varnothing 10 \times 160</math> à tête plate.</p> <p>La lisse inférieure de Panneau 1 est fixée à la semelle à l'aide de 3 vis ESCRC <math>\varnothing 6 \times 80</math> à tête fraisée mises en œuvre dans chacune des 10 alvéoles du panneau.</p> <p>Un cadre de baie est fixé dans chacune des deux ouvertures du Panneau 1 à l'aide de 5 vis <math>\varnothing 6 \times 80</math> à tête fraisée mises en œuvre en quinconce dans chaque double montant (joutes verticales) à 25 mm des bords des montants et par une vis <math>\varnothing 6 \times 80</math> à tête fraisée axée au centre de l'appui et du linteau.</p> <p>Un cadre de baie est ensuite fixé, au sol, dans chacune des deux ouvertures du Panneau 2 de la même manière.</p> <p>Le Panneau 2 est posé sur le Panneau 1, fixé provisoirement et sa verticalité est réglée par étais tirant-poussant fixés sur le plancher bois. Le Panneau 2 est ensuite fixé définitivement au Panneau 1 par une vis ESCRC <math>\varnothing 8 \times 120</math> mm à tête plate axée au centre de chacune des 12 alvéoles du Panneau 2.</p> <p>Le Panneau 3 est posé sur le Panneau 2. La lisse inférieure du Panneau 3 est fixée à la dalle fixe du dispositif d'essai à l'aide de 6 équerres F-03 réparties sur la largeur de la façade. Ces équerres sont fixées à la dalle fixe à l'aide de 2 chevilles HUS-H <math>\varnothing 10 \times 65</math> mm et à la lisse inférieure du Panneau 3 et à la lisse supérieure du Panneau 2 à l'aide d'une vis ESCRC <math>\varnothing 8 \times 120</math> mm à tête fraisée. Une solidarisation supplémentaire des lisses inférieure du Panneau 3 et supérieure du Panneau 2 est réalisée à l'aide d'une vis ESCRC <math>\varnothing 8 \times 120</math> mm à tête plate axée au centre de chacune des 12 alvéoles du Panneau 3 (entraxe compris entre 593 et 415 mm).</p>
<p>TRAITEMENT A LA JONCTION FAÇADE/PLANCHER</p>	<p>Une bande de laine de roche est compressée et insérée entre le nez de plancher et l'ossature bois de la façade.</p> <p>Le nez du plancher bois est noyé de 35 mm dans le béton de chanvre.</p>
<p>PREPARATION DES OUVERTURES</p>	<p>Sur la périphérie des 4 cadres des ouvertures de baies, un ruban de raccord d'enduit frein-vapeur est collé sur l'extérieur des cadres à 35 mm du bord extérieur du montant d'ossature de section <math>45 \times 145 \text{ mm}^2</math>. 40 mm de la bande frein-vapeur sont recouverts par le béton de chanvre et les 160 mm restants sont noyés dans le corps d'enduit lors de la mise en œuvre de ce dernier.</p>

	<p>Dans l'attente de la projection du béton de chanvre et de l'application de l'enduit extérieur, le ruban est rabattu vers l'intérieur du cadre et agrafé sur le chant de ce dernier. Un panneau OSB de la dimension du cadre vient obturer l'ouverture.</p>
COFFRAGE	<p>Afin de servir de support à la projection du béton de chanvre et garantir un enrobage de 75 mm de béton de chanvre de part et d'autre de l'ossature :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Des bandes de 295 mm de panneaux OSB de 9 mm sont fixées sur les bords latéraux de l'ossature et sur la lisse supérieure du Panneau 3.</li> <li>- Un scotch fluorescent est collé en sous-face du plancher bois à 35 mm du nez de plancher et sur toute sa largeur. Une bâche plastique est agrafée sur le reste de la sous-face du plancher pour le protéger des projections.</li> <li>- Au niveau 1 :       <ul style="list-style-type: none"> <li>o Une bâche plastique de coffrage est suspendue sous le plancher bois avec des agrafes et du scotch.</li> <li>o Des panneaux OSB de 13 mm rainurés sont mis en place au niveau 1 par l'intérieur du dispositif d'essai. Ces panneaux sont montés en bandes horizontales à joints décalés. Ils sont fixés contre et sur les chants des cadres des ouvertures de baies et réglés de sorte à garantir un enrobage de l'ossature par 75 mm de béton de chanvre du côté intérieur de la façade et un recouvrement des surfaces inférieures et supérieures du plancher de 35 mm (utilisation du repère au scotch fluorescent).</li> <li>o La bâche plastique est tendue et agrafée sur la face extérieure de ces panneaux OSB du local du niveau 1.</li> </ul> </li> <li>- Au niveau 2 :       <ul style="list-style-type: none"> <li>o Des vis de calage sont mises en place sur les montants d'ossature du Panneau 2 (réglage fin à 75 mm de saillie et repérage des têtes de vis à l'aide d'un scotch fluorescent pour permettre leur retrait après la projection du béton de chanvre).</li> <li>o Des panneaux OSB de 9 mm sont habillés par un film plastique replié puis agrafé sur l'arrière. Ils sont ensuite plaqués contre les vis de calage avant fixation par contre-vis décalées sur les montants d'ossature et directement par vis sur les chants côté intérieur des cadres des ouvertures du Panneau 2.</li> <li>o Une finition des jonctions avec le local du niveau 2 et entre les panneaux est réalisée à l'aide d'un scotch.</li> </ul> </li> <li>- La face arrière de l'amorce de la façade (niveau 3) est traitée de la même manière que la face arrière du niveau 2 (vis de calage et contre-vis positionnées sur les montants du panneau 3).</li> <li>- 8 guides d'enrobage (ou « nues de guidage ») de la face extérieure (4 au niveau 1 et 4 aux niveaux 2 et 3) sont mis en place. Il s'agit de liteaux verticaux fixés sur les montants des cadres des ouvertures. Leur position est réglée de sorte à garantir un enrobage de l'ossature par 75 mm de béton de chanvre du côté extérieur de la façade.</li> </ul>
PROJECTION DU BETON DE CHANVRE	<p>L'eau et le liant sont mélangés à la bétonnière intégrée à la machine de projection avant d'être déversés dans une cuve avec agitateur à partir de laquelle ce « lait » sera pompé vers la lance.</p> <p>Le béton de chanvre est ensuite mis en œuvre par projection contre les planches d'OSB à l'aide d'une machine à projeter. Les granulats de chanvre sont enrobés avec le couple eau/liant en sortie de la lance de projection. Celle-ci est réalisée depuis la face extérieure de la façade, en commençant par le bas de la façade sur toute sa largeur.</p> <p>Une première projection est réalisée au niveau 1 et à l'amorce du niveau 2 en conservant une ouverture de 30 cm au niveau des guides d'enrobage. L'épaisseur du béton de chanvre est réglée à l'aide de règles plates. Les 4 guides d'enrobage du niveau 1 sont retirés et un complément de projection est effectué. Un second réglage de l'épaisseur est réalisé.</p> <p>Une deuxième projection est réalisée de la même manière sur la partie haute de la façade (niveau 2 et niveau 3).</p>

<p>DECOFFRAGE, COMPLEMENTS DE PROJECTION SUR LES FACES INTERIEURES DE LA FAÇADE ET PROTECTION DE LA FAÇADE</p>	<p>Les planches d'OSB situées à l'arrière de la façade et les bâches de protection sont retirées le lendemain de la mise en œuvre du béton de chanvre.</p> <p>Des zones au droit des montants d'ossature et des zones singulières (mauvais enrobage du granulat végétal lié à des turbulences de projection et des effets « masques » de certains bois d'ossature) sont curées et une dernière projection de béton de chanvre est réalisée avec un réglage de l'épaisseur par l'intérieur.</p> <p>La bande de coffrage en OSB située en haut de la façade est retirée.</p> <p>Une couvertine est fixée par rivets pop inox sur 6 supports de fixation en acier galvanisé espacés de 1000 mm fixés à la lisse supérieure du Panneau 3 par 2 vis Ø 5 x 50 mm.</p> <p>Une bâche de protection est mise en œuvre sur l'ensemble de la façade après installation de liteaux d'écartement.</p>
<p>MISE EN ŒUVRE DE L'ENDUIT DE FINITION</p>	<p>Des panneaux OSB sont installés pour fermer les 4 ouvertures de baie du côté extérieur de la façade. Les bandes de raccord d'enduit frein-vapeur sont agrafées sur l'extérieur des ouvertures en saillie du béton de chanvre.</p> <p>Des bandes OSB de 9 mm, faisant office de règles, sont installés sur les côtés de la façade pour assurer le réglage de l'épaisseur totale de l'enduit (20 mm).</p> <p>Un corps d'enduit est mis en œuvre en commençant par le haut de la façade :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Projection d'une première passe et réalisation d'un réglage grossier de l'épaisseur à la règle ;</li> <li>- Mise en place des bandes de trame de 10 x 10, marouflage, regarnissage et nouveau réglage grossier de l'épaisseur ;</li> <li>- Mise en place des mouchoirs à 45° et rabattement des bandes de raccord d'enduit frein-vapeur pour les intégrer au corps d'enduit par marouflage.</li> </ul> <p>Une finition est ensuite projetée sur le corps d'enduit, réglée grossièrement à la règle et talochée à la taloche résine en partie courante.</p> <p>Les panneaux OSB d'obturation des ouvertures sont retirés et une finition est réalisée en périphérie des ouvertures.</p> <p>Une bâche de protection est mise en œuvre sur l'ensemble de la façade avant la projection du corps d'enduit, puis après la projection de la finition.</p>
<p>MISE EN ŒUVRE DES MENUISERIES</p>	<p>Mise en œuvre de fenêtres PVC fixées :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- En tunnel sur les baies 1-1 et 2-1 ;</li> <li>- En applique sur les baies 1-2 et 2-2 ;</li> </ul> <p>Conformément aux recommandations du Protocole de référence DGSCGC/DSP/SDSIAS/BRIRC relatif à l'essai LEPiR II complémentaire à l'arrêté du 10 septembre 1970, les menuiseries du niveau inférieur comportent uniquement les dormants. Au niveau supérieur, elles sont complètes (incluant ouvrants, dormants et doubles vitrages).</p>

#### 4.1.5 Mesures de températures et de flux thermiques effectuées pendant l'essai

MESURE DES TEMPERATURES DANS LE LOCAL DU NIVEAU 1	
INSTRUMENTATION	Cinq thermocouples (Py1 à Py5), de type K gainé inconel d'un diamètre 8 mm.
POSITION	A 100 mm ± 50 mm de la face exposée de la façade et du plancher.
MESURE DES TEMPERATURES DANS L'ÉPAISSEUR DE LA FAÇADE	
INSTRUMENTATION	99 thermocouples de type K gainé inconel d'un diamètre 1,5 mm.

POSITION	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A différents niveaux dans l'épaisseur dans la façade : <ul style="list-style-type: none"> <li>o En périphérie de l'encadrement des baies du niveau 1 (24 Tck) ;</li> <li>o En périphérie de l'encadrement des baies du niveau 2 (18 Tck) ;</li> <li>o Sur les montants d'ossature, au niveau 1 (8 Tck) ;</li> <li>o Sur les montants d'ossature, au niveau 2 (11 Tck) ;</li> <li>o Sous les lisses supérieures du Panneau 1 (12 Tck) ;</li> <li>o Sur la lisse inférieure du Panneau 2 (12 Tck) ;</li> <li>o Sur la lisse inférieure du Panneau 3 (4 Tck) ;</li> <li>o Dans le béton de chanvre, au niveau 2 (4 Tck) ;</li> </ul> </li> <li>- Entre la laine de roche et le nez de plancher (6 Tck).</li> </ul>
<b>MESURE DES TEMPERATURES DANS LE LOCAL DU NIVEAU 2</b>	
INSTRUMENTATION	5 thermocouples en inconel de diamètre 1,5 mm avec une pastille de cuivre de 12 mm.
POSITION	Sur le plancher en bois à 50 mm de la face intérieure de la façade.
<b>MESURE DU FLUX THERMIQUE</b>	
INSTRUMENTATION	2 fluxmètres.
POSITION	Au centre des ouvertures du niveau 2, à 1 m des vitrages.

#### 4.1.6 Conditions de réalisation de l'essai

AVANT L'ESSAI	Le corps d'épreuve a été protégé des intempéries.
PENDANT L'ESSAI	<p>Les conditions climatiques avant le démarrage de l'essai ont été respectées (vitesse moyenne maximale de vent autorisée de 3 m/s sur 15 minutes à mi-hauteur des baies du niveau inférieur à 1 mètre de la façade, et absence de pluie ou de neige) ;</p> <p>La moyenne des températures dans le local du niveau 1, au moins pendant les premières trente minutes, a suivi la courbe température-temps définie par l'arrêté du 5 janvier 1959, avec une tolérance moyenne de 10% au maximum.</p>

## 4.2 Rappel des résultats obtenus lors de l'essai

### 4.2.1 Chutes d'objets durant l'essai

Au cours de l'essai, chutes d'objets éventuellement observées :

Chutes d'objet			
Présence significative de chutes d'objets incandescents ou enflammés	<i>Chute d'objets présentant une inflammation persistante supérieure à 20 secondes.</i>	<b>Chute à 54 minutes et flammes visibles pendant environ 3 minutes<sup>1</sup></b>	<b>Chute à 58 minutes et flammes visibles pendant environ 5 minutes<sup>2</sup></b>
Taille et poids moyens des objets	<i>Taille moyenne et poids moyens des objets dont le poids et la taille sont supérieurs à environ 1 kg et 0,1 m<sup>2</sup>.</i>	<b>Evalués inférieur à 2 kg et compris entre 0,1 et 0,2 m<sup>2</sup></b>	<b>Evalués inférieur à 2 kg et compris entre 0,1 et 0,2 m<sup>2</sup></b>
Localisation	<i>Localisation des chutes d'objets.</i>	<b>Au pied de la façade</b>	

<sup>1</sup>Chute d'un morceau enflammé de bois d'encadrement de la baie 1-1 provenant de l'angle supérieur gauche, au pied de la face extérieure de la façade.

<sup>2</sup>Chute d'un morceau enflammé de bois d'encadrement de la baie 1-2 provenant de l'angle supérieur gauche, au pied de la face extérieure de la façade.

## 4.2.2 Feu couvant

Durant 24 heures à l'issue de l'essai, feu couvant éventuellement observé :

Feu couvant	
Présence d'un feu couvant dans les 24 heures suivant l'essai.	OUI

## 4.2.3 Critères de performance

Les résultats obtenus lors de l'essai LEPİR II sont :

Critères de performances			
Inflammation et propagation des flammes	<i>Inflammation et propagation du front pariétal de flamme, d'une durée supérieure à 20 secondes, au niveau de la partie haute du corps d'épreuve (amorce de façade montée au troisième niveau).</i>	61 minutes	Sans échec
	<i>Propagation latérale de l'inflammation de la façade sur l'ensemble de sa largeur.</i>	61 minutes	Sans échec
Étanchéité au nez de plancher	<i>Passage de flammes à l'étage supérieur par la jonction façade/plancher, passage de gaz chauds c'est-à-dire présentation d'une température supérieure à 180°C par la jonction façade/plancher, élévation de températures supérieures à 180°C mesurées sur la face non exposée du plancher à 50 mm en retrait de la façade.</i>	61 minutes	Sans échec
C + D	<i>Une distance entre linteaux du niveau inférieur et hauteur d'appui du second niveau de 1,50 m a été testée. Conformément au protocole DGSCGC/DSP/SDSIAS/BRIRC relatif à l'essai LEPİR II, cette distance de 1,50 m a été déterminée pour permettre d'assurer une certaine masse combustible mobilisable validant les distances inférieures.</i>	61 minutes	Sans échec

## 5 ANALYSE DU LABORATOIRE

### 5.1 Constitution de la façade

Lors de l'essai LEPİR II n° 028451 [11], les panneaux d'ossature étaient constitués d'éléments en bois massif Epicéa de classe 2, de masse volumique 460 kg/m<sup>3</sup>, de classe D-s2,d0 et de section 45 x 145 mm<sup>2</sup> (à l'exception de la lisse inférieure du Panneau 3 où la section était de 80 x 145 mm<sup>2</sup>). Le montage de l'ossature bois des panneaux constituant la façade était réalisé conformément aux normes NF DTU 31.1 et NF DTU 31.2.

En complément, un essai normalisé de résistance au feu, selon la norme NF EN 1364-1, a été réalisé sur un mur non porteur en béton de chanvre de constitution identique à celle de la façade (rapport d'essai n° 020006 [15]), soumis à une sollicitation thermique de type courbe température-temps normalisée de la norme NF EN 1363-1. Ce mur a satisfait aux critères d'étanchéité au feu et d'isolation thermique pendant une durée supérieure à 60 minutes.

Au regard des résultats de ces essais, il est estimé que plusieurs modifications peuvent être apportées, sous réserve que la construction continue à être conforme aux règles de conception correspondantes du point de vue de sa rigidité et de sa stabilité :

- augmentation de l'épaisseur totale de la façade : épaisseur  $\geq 315$  mm ;
- augmentation de l'épaisseur des matériaux constitutifs : épaisseur de l'ossature bois  $\geq 145$  mm et enrobage en béton de chanvre de chaque côté de l'ossature  $\geq 75$  mm ;
- diminution de l'espacement entre montants : entraxe  $\leq 600$  mm ;
- diminution de l'entraxe de fixation : entraxe  $\leq 812$  mm
- hauteur des panneaux d'ossature  $\leq 4$  m.

## 5.2 Type de façade et plancher

Lors de l'essai LEPIR II n° 028451 [11], la façade était une façade rideau. Le plancher de type CLT pénétrait de 35 mm dans le béton de chanvre. Aucun échec de l'étanchéité au nez de plancher n'a été observé (cf. § 4.2.3) pendant toute la durée de l'essai (61 minutes).

Parmi les trois types de planchers, la configuration avec le plancher CLT a été retenue comme étant celle la plus défavorable du fait de son plus fort apport en masse combustible mobilisable.

Les configurations « entre planchers » nécessitent le prolongement du nez de plancher dans l'épaisseur de la façade. Cette configuration est estimée de nature à améliorer l'étanchéité à la jonction façade/plancher.

Par conséquent, des façades rideaux ou des façades montées entre planchers associées à des planchers de type CLT ou béton, ainsi que des façades rideaux associées à un plancher à solivage, peuvent être mises en œuvre sans dégrader le comportement au feu de la façade vis-à-vis de la non-propagation du feu.

Dans tous les cas :

- les conditions de mises en œuvre décrites au § 3 doivent être respectées ;
- la résistance au feu du plancher est supposée vérifiée par ailleurs pour la durée de résistance au feu requise par la réglementation applicable.

## 5.3 Béton de chanvre et mise en œuvre

Une étude a été menée par le Centre d'Essais au Feu (CEF) du CERIB (rapport d'étude n° 014116 [12]) débouchant sur deux essais de sélection (rapports d'essais n° 014288 [13] et n°014290 [14]). Ces essais ont permis de déterminer la référence de la formule du béton de chanvre et la méthode de sa mise en œuvre les plus défavorables.

Le béton de chanvre de référence 171200 a été retenu et mis en œuvre par projection pour réaliser l'essai LEPIR II n° 028451 [11].

Les résultats de l'essai LEPIR II sont réputés applicables aux bétons de chanvre répondant aux critères suivants :

- Couple liant/granat conforme aux Règles Professionnelles d'exécution d'ouvrages en béton de chanvre de 2012 – Murs en béton de chanvre ;
- Dosage en liant compris entre  $180 \text{ kg/m}^3$  et  $330 \text{ kg/m}^3$  ;
- Liant à base de chaux ou ciment prompt naturel ;
- Béton de chanvre réputé justifier d'un classement de réaction au B,s1-d0 ou plus.
- Mis en œuvre par projection ou banché.

Voir les couples liant/granat acceptés à la date du 16 juin 2020 en Annexe 1\*.

## 5.4 Finitions intérieures et extérieures

Pour l'essai LEPIR II n° 028451 [11], une finition extérieure de type enduit chaux/sable avec un dosage en liant de  $250 \text{ kg/m}^3$  et une épaisseur de 20 mm a été retenue et mise en œuvre. Aucune finition intérieure n'a été appliquée sur le béton de chanvre.

Les résultats de cet essai sont réputés applicables :

- aux finitions extérieures de type enduit chaux/sable sous réserve que :
  - o Le dosage en liant est de 250 kg/m<sup>3</sup> minimum ;
  - o L'épaisseur d'enduit mis en œuvre est de 20 mm minimum.
- à toute finition intérieure dans la limite des exigences réglementaires applicables notamment en termes d'isolation des parois par l'intérieur et des revêtements applicables.

## 5.5 Menuiseries

Lors de l'essai LEPIR II n° 028451 [11], les menuiseries ont été mises en œuvre conformément aux recommandations du Protocole relatif à l'essai LEPIR II [6] : dimensions, type et positionnement.

Par conséquent, il est considéré que des menuiseries et des huisseries de toutes dimensions, nature (PVC, bois ou aluminium) et types, quelles que soient leurs positions à l'exclusion de celles au nu extérieur, peuvent être mises en œuvre sans aggraver le risque de propagation du feu par la façade.

## 5.6 Indice C + D

Lors de l'essai LEPIR II n° 028451 [11], une distance entre les ouvertures du niveau inférieur et du niveau supérieur de 1,50 m a été respectée conformément au protocole relatif à l'essai LEPIR II [6].

L'indice C + D minimum prescrit par la réglementation applicable en fonction du type de bâtiment doit être mis en œuvre.

# 6 CONCLUSIONS

---

À la suite de l'essai LEPIR II réalisé le 16 octobre 2020 au CERIB (rapport d'essai n° 028451 [11]), il est estimé que la façade à ossature bois remplie de béton de chanvre projeté ou banché recouvert côté extérieur d'un enduit chaux/sable décrite au § 3 de la présente appréciation de laboratoire est conforme à la réglementation applicable vis-à-vis de la non-propagation du feu par les façades pour une durée de 60 minutes.

# 7 CONDITIONS DE VALIDITE DES CONCLUSIONS

---

Les conclusions figurant dans la présente appréciation de laboratoire ne s'appliquent qu'aux produits définis et mis en œuvre dans les conditions identiques à celles décrites dans le présent document.

Elles ne sont valides qu'à condition de respecter l'ensemble des conditions de mises en œuvre décrites au § 3 du présent document.

**Les conclusions de cette appréciation de laboratoire ne portent que sur le comportement vis-à-vis du risque de propagation du feu par les façades de l'élément objet du présent document. Elles ne préjugent, en aucun cas des autres performances liées à son incorporation à un ouvrage (à titre d'exemple, les dispositions relatives aux encadrements de baies pris en compte dans cette appréciation ne préjugent pas des performances de durabilité biologique ou thermiques requises pour cette partie d'ouvrage).**

Cette appréciation de laboratoire ne constitue pas une certification de produits au sens de l'article L115-27 du code de la consommation et de la loi du 4 août 2008.

## 8 DUREE DE VALIDITE

---

La validité du présent avis et sa durée sont limitées par toute modification des données techniques ou réglementaires prises en compte dans son établissement, par exemple :

- La fin de validité de l'Avis Technique en cas d'Additif, de Modification, de Renouvellement ou de Révision,
- La fin de validité de l'un des documents justificatifs indiqués en référence ;
- Toute modification dans les produits et matériaux indiqués ou leur mise en œuvre,
- Toute modification de l'arrêté du 22 mars 2004, de l'Instruction Technique 249 du 24 mai 2010 ou tout changement dans les méthodes d'essai et de classement concernées qui changeraient les données nécessaires à l'évaluation du système de façade objet de cette étude.

### Remarques :

L'acceptation et l'utilisation de cet avis engagent le demandeur sur l'exactitude des informations communiquées et utilisées par le laboratoire pour établir le présent avis. La conformité de réalisation des chantiers n'est pas vérifiée par les laboratoires.

Le présent avis est établi 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 les laboratoires.

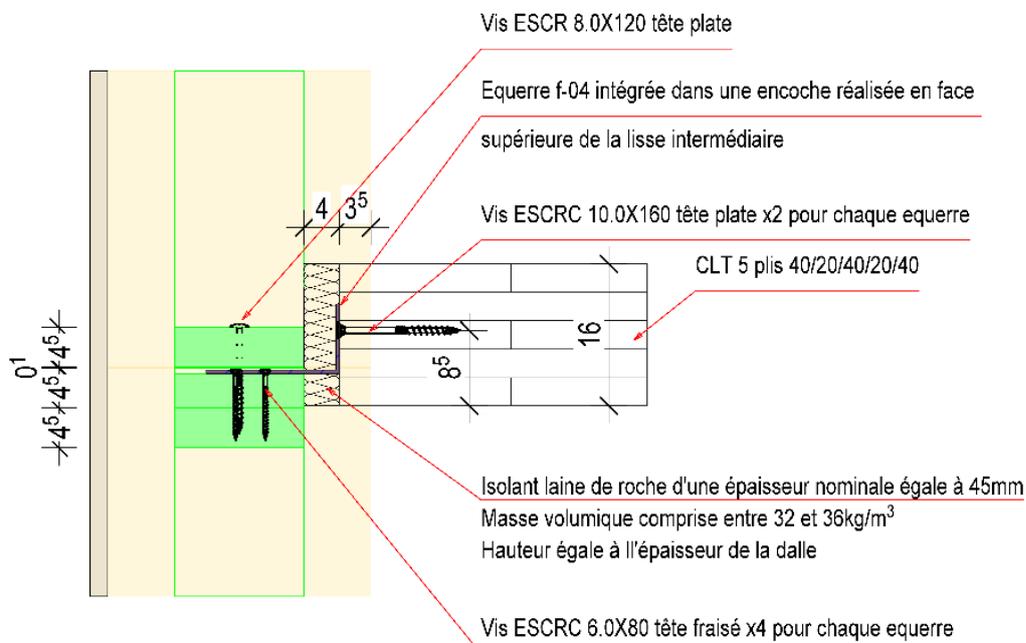
Cet avis justifie la conformité de la façade vis-à-vis de la non-propagation du feu pour répondre aux exigences requises indiquées par le demandeur ; il ne préjuge pas des autres aspects de sécurité.

## ANNEXE 1 – COUPLES LIANT/GRANULAT VALIDES A LA DATE DU 16 JUIN 2020\*

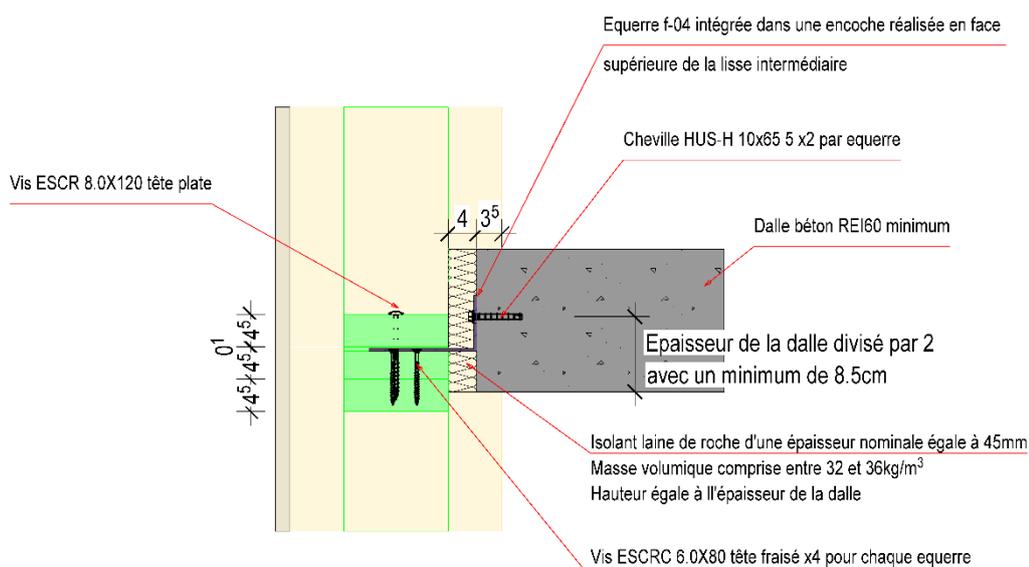
LIANT	GRANULAT LABELLISE
Tradical® PF 70 (BCB)	CANA-GRANULA® Label n° 001/003/001 (Origine EUROCHANVRE)
BATICHANVRE® (CESA)	Biofibat' chènevotte Label n° 001/002/001 (CAVAC)
Tradical® THERMO FLA 3,5 CE (BCB)	Chanvribat® (BCB)
Tradical® PF 70 (BCB)	Chanvribat® (BCB)
Tradical® PF 70 (BCB)	Origine La Chanvrière Label n° 001/001/001
BATICHANVRE® (CESA)	KANABAT Label n° 001/001/001 (La Chanvrière)
BATICHANVRE® (CESA)	Origine Planète Chanvre Label n° 001/004/001
BATICHANVRE® (CESA)	CANA-GRANULA® Label n° 001/003/001 (Origine EUROCHANVRE)
i.pro CALIX HL 5 CE (SOCLI)	Biofibat' chènevotte Label n° 001/002/001 (CAVAC)
Nathural® NHL 3,5 CE (LAFARGE)	Origine La Chanvrière Label n° 001/001/001
Tradibat® 85 HL 5 CE (LAFARGE)	Biofibat' chènevotte Label n° 001/002/001 (CAVAC)
Nathural® NHL 3,5 CE (LAFARGE)	Biofibat' chènevotte Label n° 001/002/001 (CAVAC)
Ciment naturel prompt (VICAT)	KANABAT Label n° 001/001/001 (La Chanvrière)
Tradical® THERMO FLA 3,5 CE (BCB)	Origine Planète Chanvre Label n° 001/004/001
Tradibat® 85 HL 5 CE (LAFARGE)	KANABAT Label n° 001/001/001 (La Chanvrière)
BATICHANVRE® (CESA)	AGROCHANVRE CHENEVOTTE BATIMENT Label n° 001/005/001 (Origine AGROCHANVRE)
Tradical® THERMO FLA 3,5 CE (BCB)	AGROCHANVRE CHENEVOTTE BATIMENT Label n° 001/005/001 (Origine AGROCHANVRE)
Tradical® THERMO FLA 3,5 CE (BCB)	Biofibat' chènevotte Label n° 001/002/001 (CAVAC)
BATICHANVRE ISOL' ® HL 5 CE (CESA)	ISOCANNA® Label n° 001/001/001 (CESA)
Ciment naturel Prompt CNP PM NF (VICAT)	CANA-GRANULA® Label n° 001/003/001 (EUROCHANVRE)
BATICHANVRE ISOL' ® HL 5 CE (CESA)	ISOCANNA® Label n° 001/003/001 (CESA)
BATICHANVRE ISOL' ® HL 5 CE (CESA)	AGROCHANVRE CHENEVOTTE BATIMENT Label n° 001/005/001 (Origine AGROCHANVRE)

## ANNEXE 2 – EXEMPLES DE MISE EN ŒUVRE EN NEZ DE PLANCHER\*

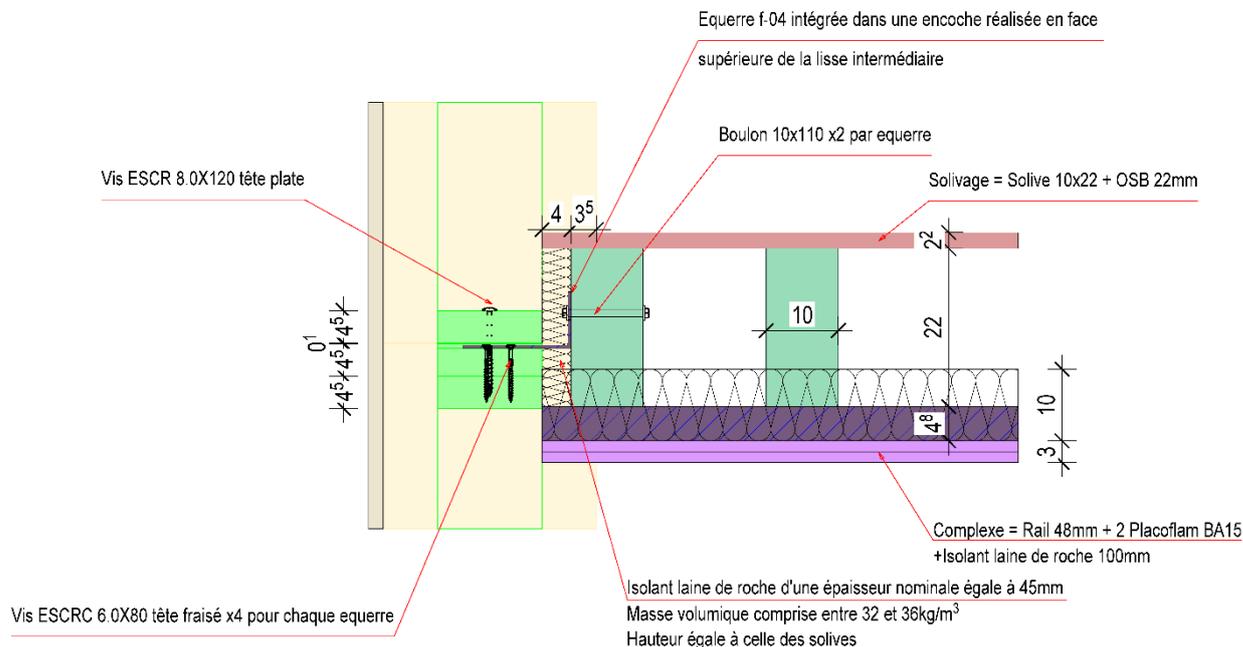
### Exemple de fixation en nez de plancher CLT – Façade rideau :



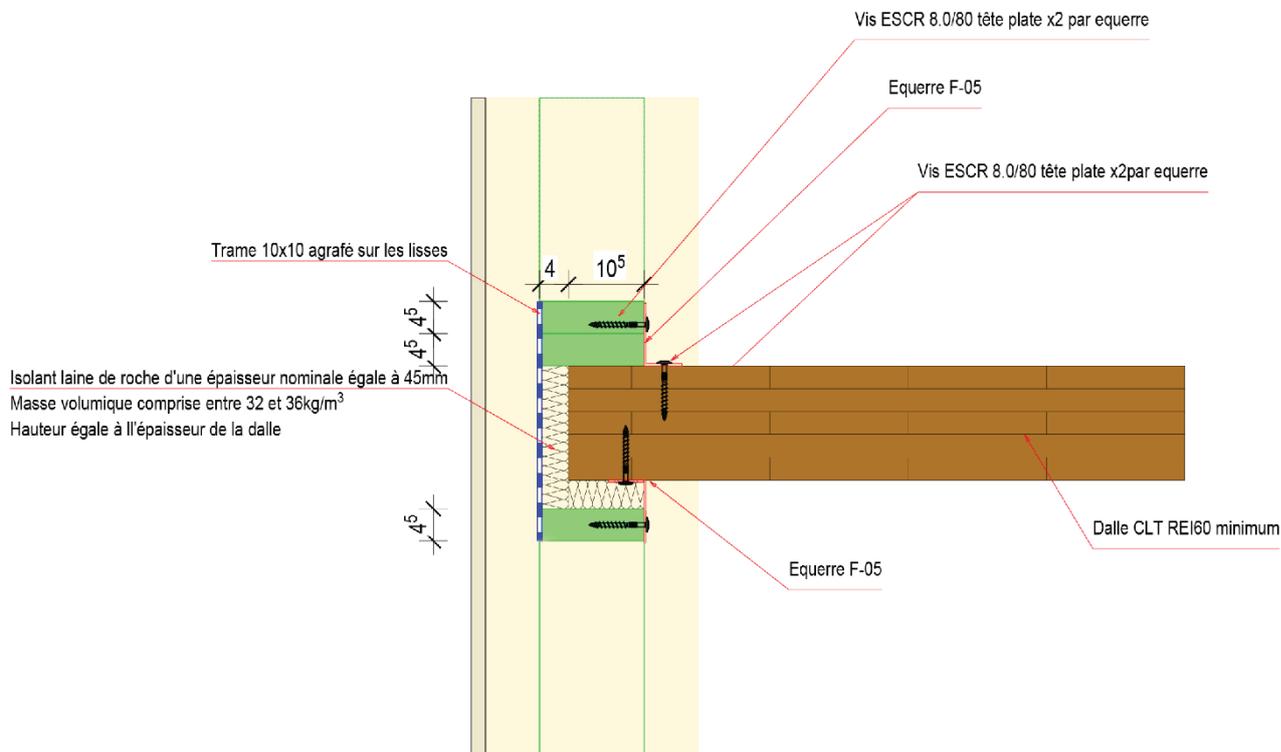
### Exemple de fixation en nez de plancher béton – Façade rideau :

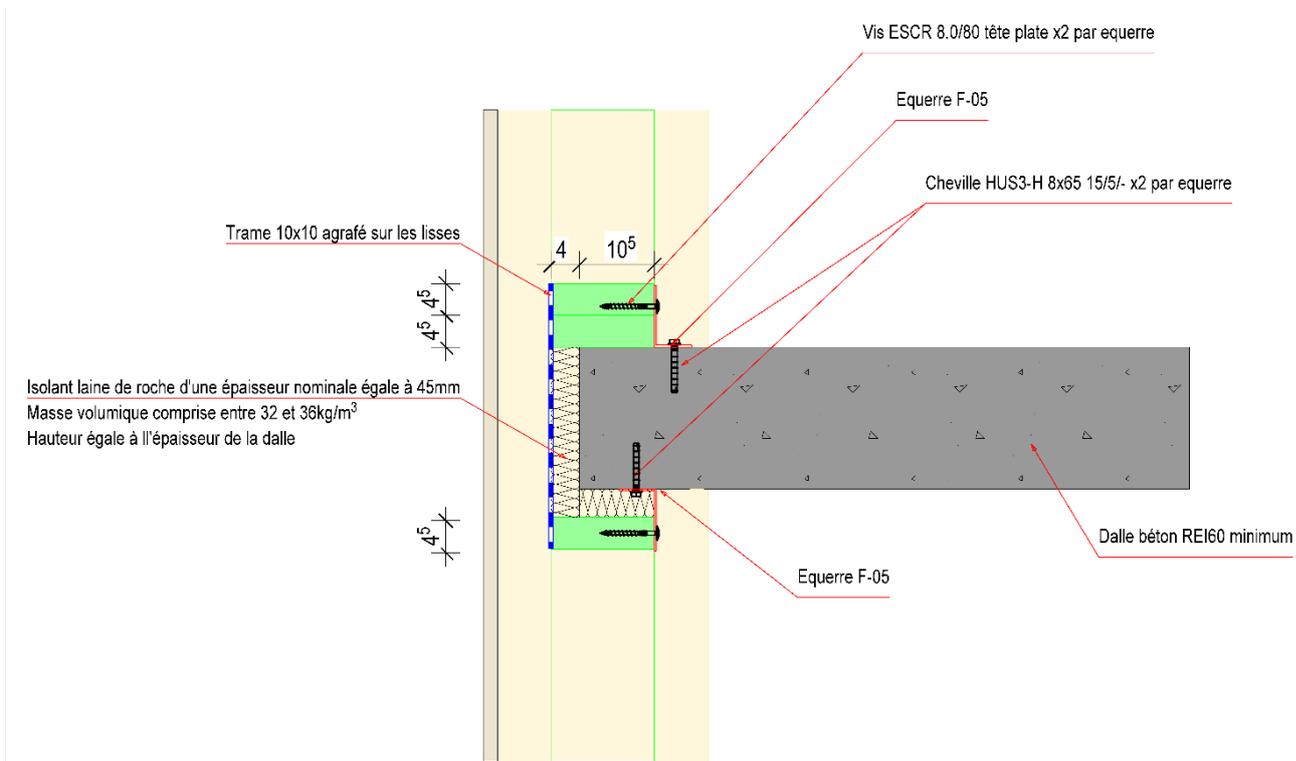


**Exemple de fixation en nez de plancher à solivage – Façade rideau :**

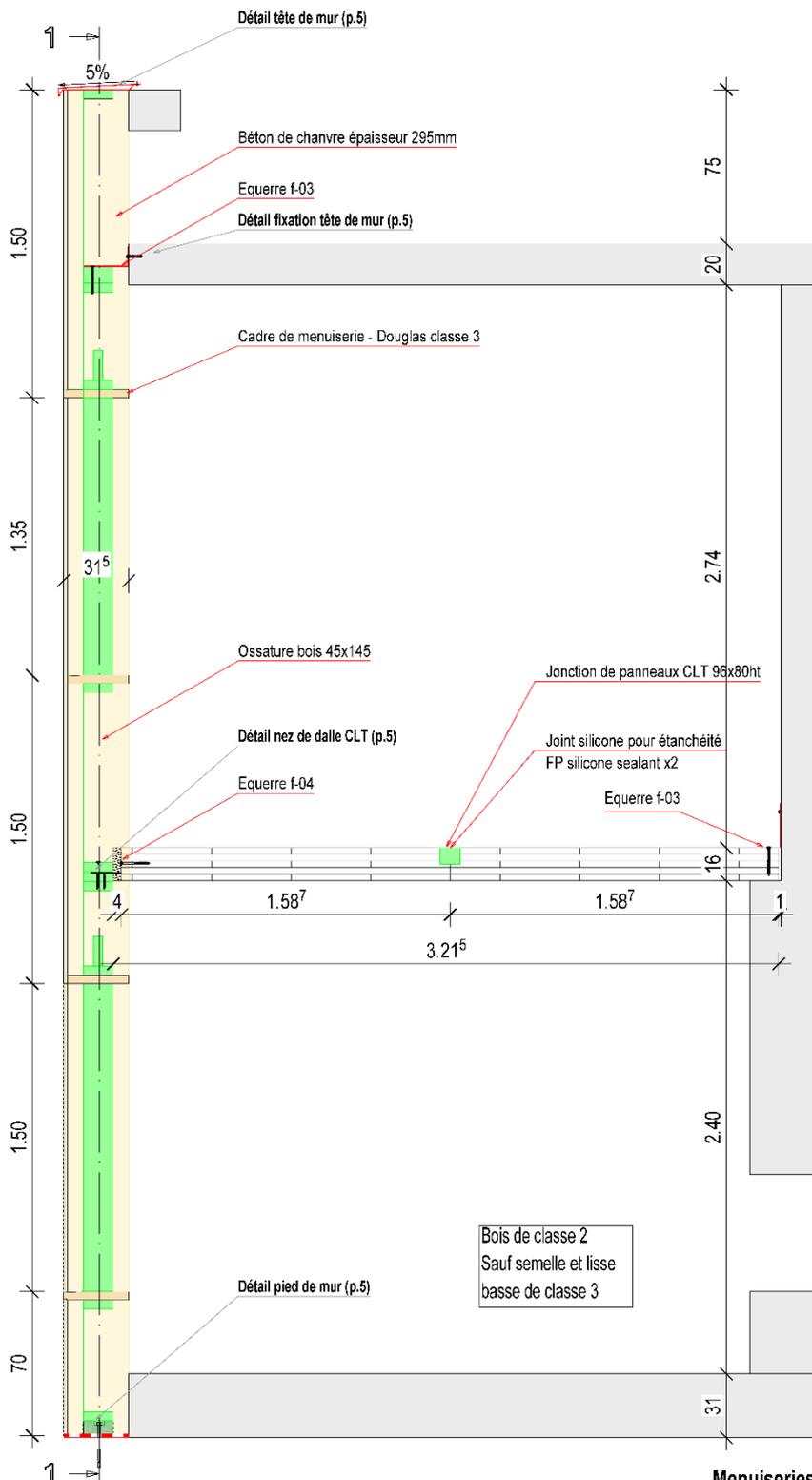


**Exemple de fixation en nez de plancher CLT – Façade entre planchers :**



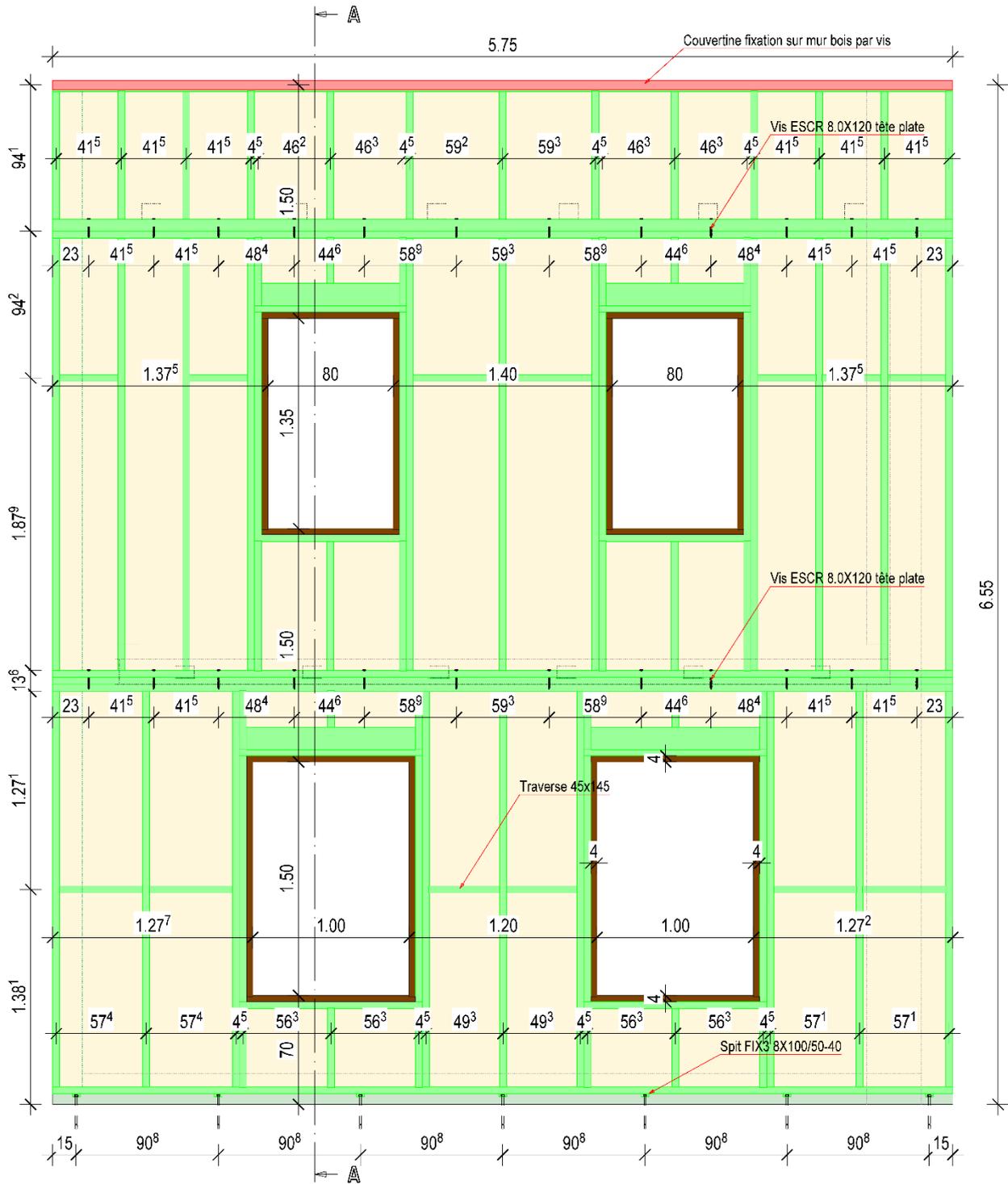
**Exemple de fixation en nez de plancher béton – Façade entre planchers :**

ANNEXE 3 – PLANS DE LA FAÇADE EVALUEE LORS DE L’ESSAI LEPIR II\*

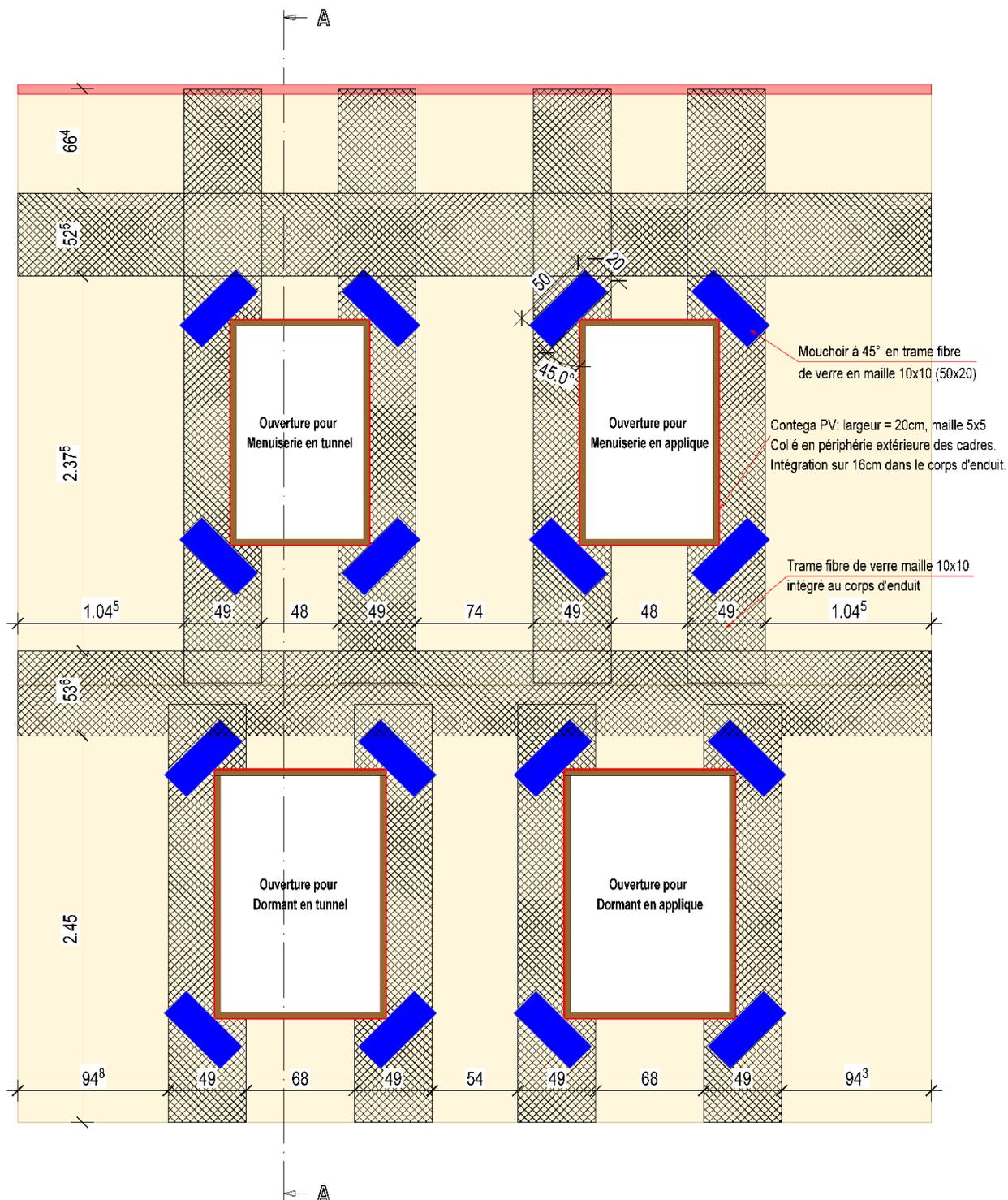


Menuiseries non représentées  
Cf. Coupes menuiseries p.7 et 8

<p>Façade rideau non porteuse - CLT Coupe A-A</p>	<p>Echelle: 1/30e Nom projet: LEPIR</p>	<p>Dessinateur: AG Modifié le: 13-10-20</p>	<p>1</p>	
---	---	---	----------	---



<p>Façade rideau non porteuse - CLT Coupe 1-1 sur ossature</p>	<p>Echelle: 1/35e Nom projet: LEP'IR</p>	<p>Dessinateur: AG Modifié le: 13-10-20</p>	<p>2</p>	
--	--	---	----------	---



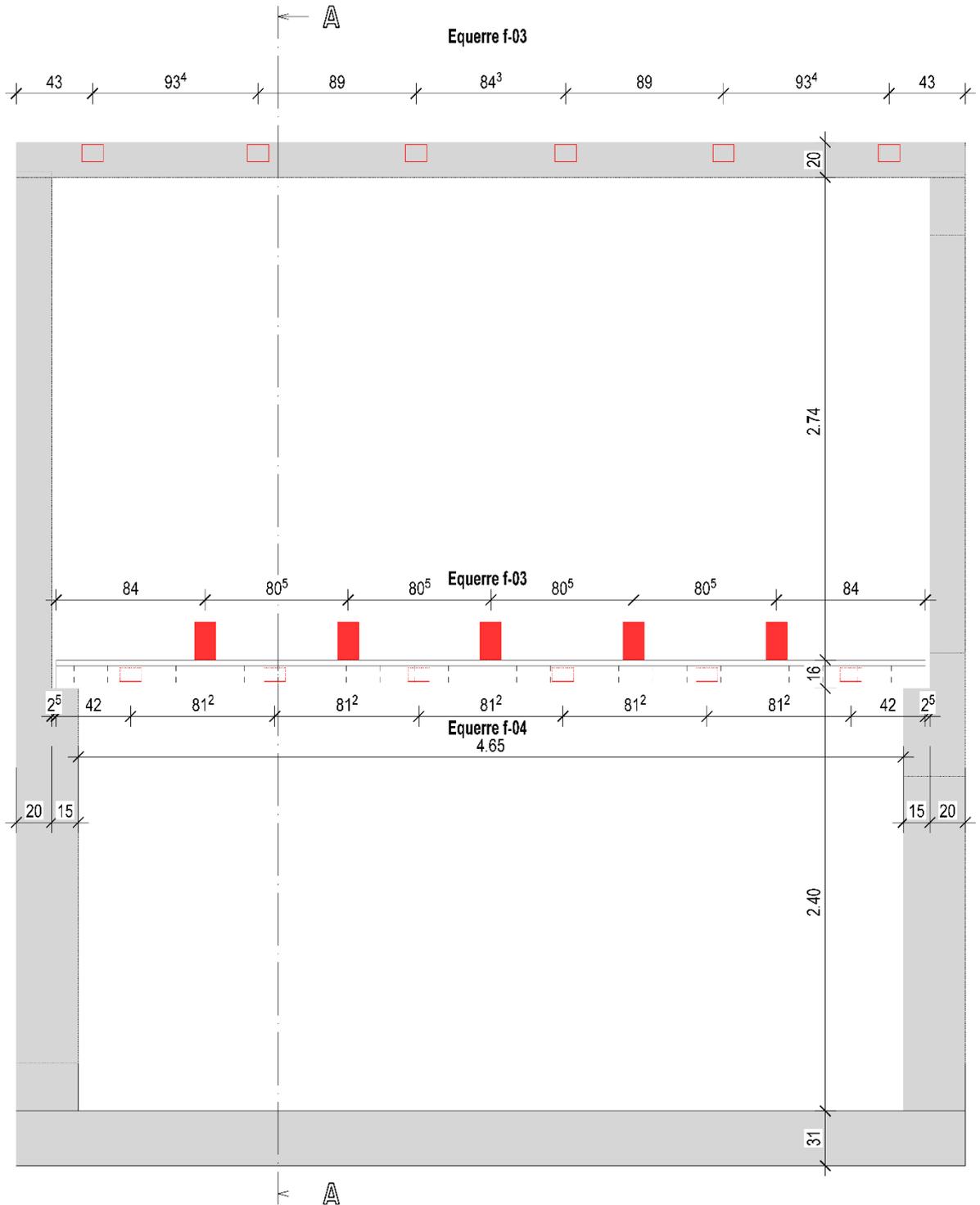
Façade rideau non porteuse - CLT  
Vue en élévation sur enduit extérieur

Echelle: 1/35e  
Nom projet: LEPiR

Dessinateur: AG  
Modifié le: 13-10-20

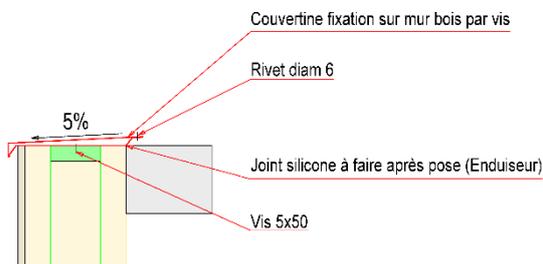
3

LE BÂTIMENT ASSOCIÉ

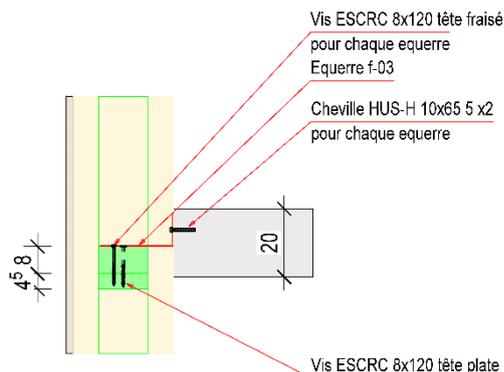


<p>Façade rideau non porteuse - CLT          Vue suivant 1-1 sans ossature bois (sinon ne verrait pas          les equerres f-04 et F-03 sur la dalle béton</p>	<p>Echelle: 1/30e          Nom projet: LEPIR</p>	<p>Dessinateur: AG          Modifié le: 13-10-20</p>	<p>4</p>	
---	--	--	----------	---

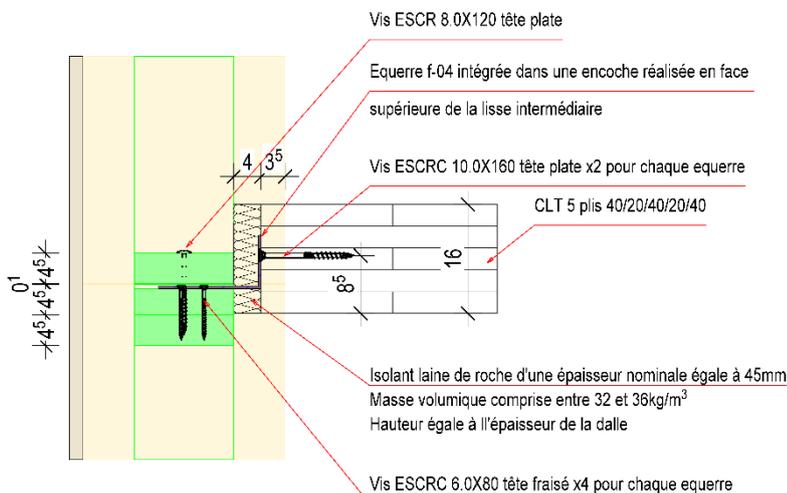
### Détail tête de mur



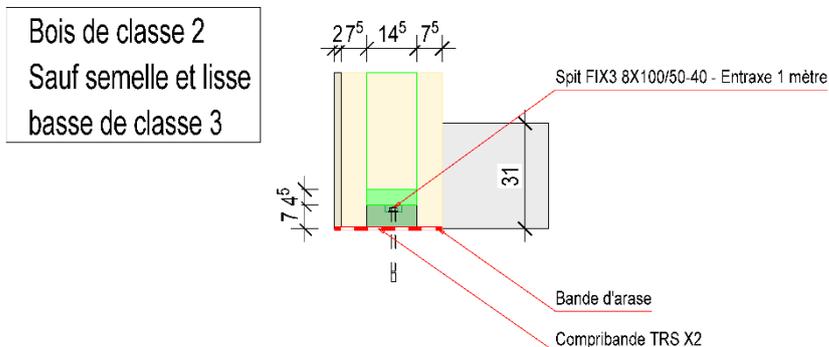
### Détail fixation tête de mur



### Détail nez de dalle CLT



### Détail pied de mur



Façade rideau non porteuse - CLT  
Détails

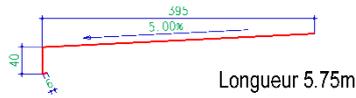
Echelle: 1/10e et 1/20e  
Nom projet: LEPiR

Dessinateur: AG  
Modifié le: 13-10-20

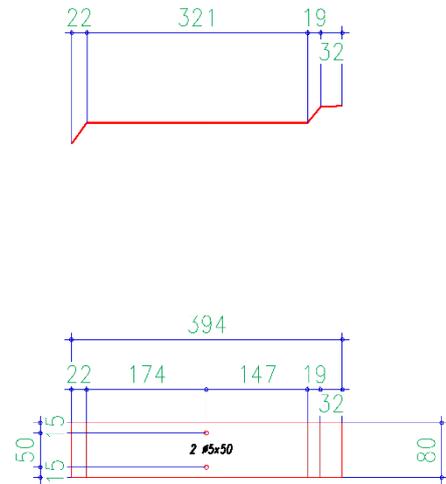
5



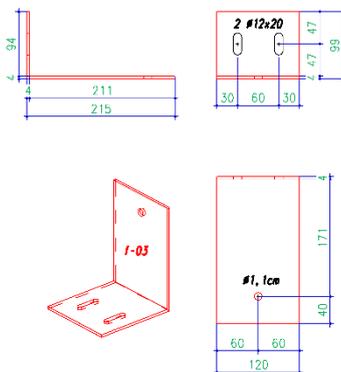
### Couvertine



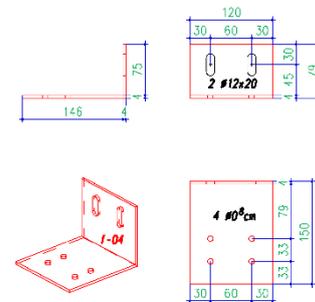
### Fixation couvertine 6un



### F-03 - 11un

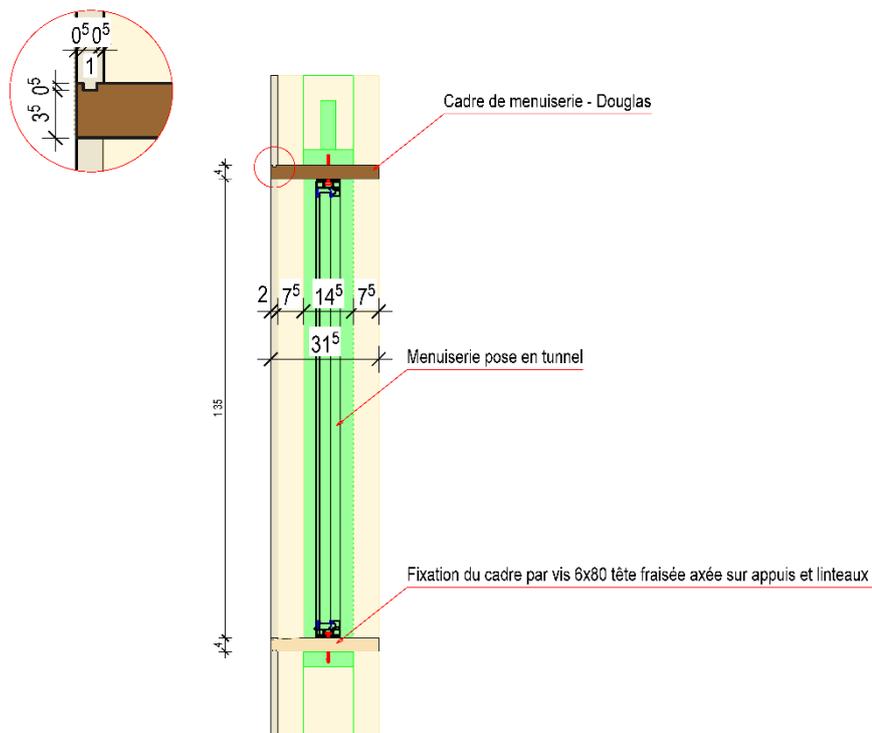


### F-04 - 6un



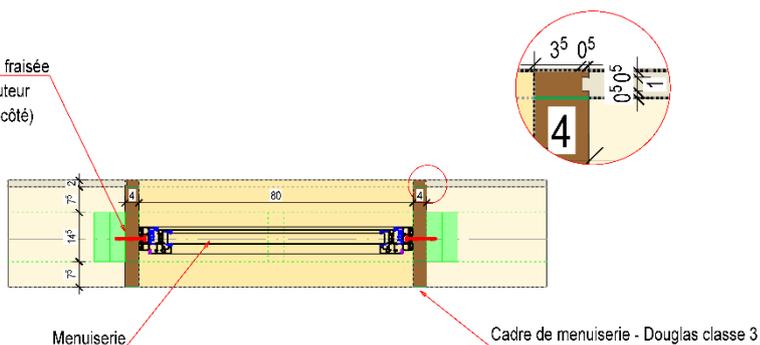
<p>Façade rideau non porteuse - CLT Ferrures</p>	<p>Echelle: 1/20e et 1/10e Nom projet: LEPIR</p>	<p>Dessinateur: AG Modifié le: 13-10-20</p>	<p>6</p>	
--	--	---	----------	---

## Coupe verticale - Menuiserie



## Coupe horizontale - Menuiserie

Fixation du cadre par vis 6x80 tête fraisée positionné en quinconce sur la hauteur de la menuiserie (5 vis de chaque côté)



Menuiserie pose en tunnel

Façade rideau non porteuse - CLT  
Coupes Menuiseries

Echelle: 1/20e  
Nom projet: LEPIR

Dessinateur: AG  
Modifié le: 13-10-20

7

LE BÂTIMENT ASSOCIÉ

