

N° affaire : P-00122074

Référence étude : 2023 UMB 03_12

CARACTERISATION DES PRODUITS BOIS POUR LES ETUDES ISI EN REACTION AU FEU

Livrable final

Financé par :

A l'initiative de :



Demandeur de l'étude :

CODIFAB

ADRESSE : 120, Avenue Ledru Rollin - 75011 PARIS

Rédacteur	Vérificateur	Approbateur	Version	Date
LAMANDE Adèle	MARCHETTI Véronique	MARCHETTI Véronique	1.0	26/06/2025
LAMANDE Adèle	MARCHETTI Véronique	MARCHETTI Véronique	2.0	28/01/2026
LAMANDE Adèle 	MARCHETTI Véronique 	MARCHETTI Véronique 	3.0	28/01/2026

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

Ce rapport d'étude comporte 34 pages, dont 15 pages d'annexes.

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 82 82 – www.cstb.fr

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

CARACTERISATION DES PRODUITS BOIS POUR LES ETUDES ISI EN REACTION AU FEU_PHASE III

Version	Date	Principales modifications effectuées	Partie modifiée
1.0	25/06/2025	- Création	/
2.0	28/10/2025	- Ajout d'une configuration d'essai (système MDF perforé rainuré / fibre de bois 55 kg/m ³)	4.1
3.0	28/01/2026	- Suppression de la partie « matériaux biosourcés » - Intégration d'éléments de la partie « matériaux biosourcés » dans la partie « cadre proposé » - Modification de la partie « résultats » - Modification de la conclusion	1.2 1.3 4.2 et 4.3 5.

Sommaire

1. INTRODUCTION	4
1.1. CONTEXTE & OBJECTIF	4
1.2. CADRE PROPOSE	5
1.3. TEXTES DE REFERENCE	7
2. MATERIAUX CONCERNES	7
3. MATERIEL ET METHODE	8
3.1. EQUIPEMENT EXPERIMENTAL ET INSTRUMENTATION	8
3.2. PREPARATION DES ECHANTILLONS	8
3.3. ENREGISTREMENT DES DONNEES ET CONDITIONS EXPERIMENTALES	10
4. RESULTATS	11
4.1. SYSTEMES PANNEAU MDF/ISOLANT	11
4.2. SYSTEMES PANNEAU CONTREPLAQUE/ISOLANT	14
4.3. INFLUENCE DU TYPE DE PANNEAU ET D'ISOLANT	17
4.4. LIMITES A L'EXPLOITATION DES DONNEES	17
5. CONCLUSION & PERSPECTIVES	18
ANNEXES	20
ANNEXE 1 : CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DES PRODUITS DE L'ETUDE	21
ANNEXE 2 : PHOTOS AVANT/APRES ESSAIS SBI	22
ANNEXE 3 : PRINCIPES DES APPRECIATIONS DE LABORATOIRE ET AVIS DE CHANTIER	34
ANNEXE 4 : REFERENCES	34

1. INTRODUCTION

1.1. CONTEXTE & OBJECTIF

Les études pluriannuelles caractérisation du bois s'inscrivent ici dans une priorité d'aide au choix de matériaux pour les professionnels de l'agencement intérieur. Elles doivent permettre d'accéder à des données de caractérisation des produits bois sur mur béton. Il ne s'agit pas dans ce projet d'éléments purement structurels. Ces études n'ont donc pas pour unique vocation de fournir des données d'entrée pour les calculs en stabilité de structures.

Les données de caractérisation peuvent être destinées à valider des solutions d'habillage intérieur pour répondre aux besoins des architectes. Dans ce cas, une approche d'Ingénierie de Sécurité Incendie (ISI) peut être envisagée pour valider des solutions de conception sortant du champ réglementaire et nécessitant de vérifier la non-aggravation du risque de propagation du feu à l'intérieur d'un local par exemple. En effet, une étude ISI analyse les risques d'incendie d'un bâtiment afin de garantir la protection des personnes, des biens et de la structure. Elle s'appuie sur des calculs, des scénarios de feu et des normes pour définir des solutions de prévention et de protection adaptées. C'est pourquoi des données complémentaires sont à fournir en fonction des niveaux d'agressions thermiques.

Ces données permettent potentiellement d'alimenter les modèles numériques servant à vérifier par simulations numériques si la solution d'agencement proposée est acceptable ou pas au regard des objectifs de sécurité.

La figure suivante illustre le positionnement des études de caractérisation au feu du bois par rapport à l'ensemble des projets conduits dans la thématique réaction au feu des produits à base de bois.

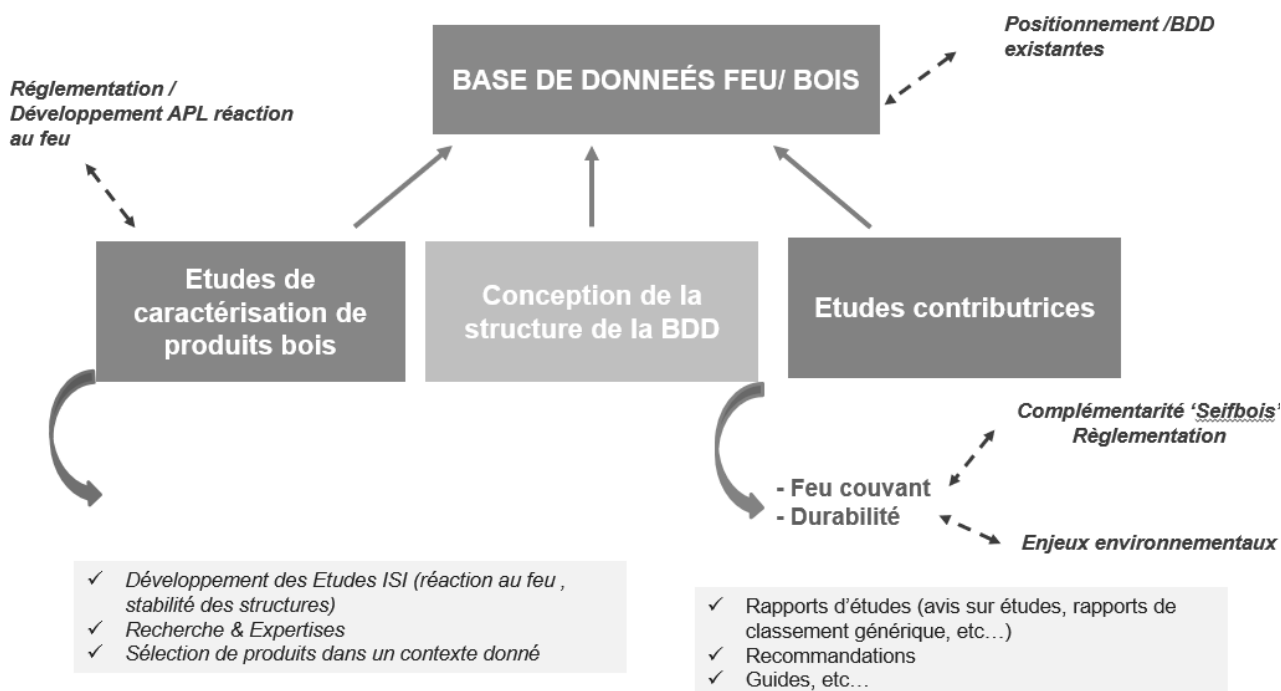


Figure 1 : Positionnement des études pluriannuelles caractérisation du bois et domaines d'application

La phase II [R2] de cette étude a permis de compléter la phase I [R1], en caractérisant le comportement au feu de plus de 40 références de produit à base de bois, issus de différentes origines. Cette première démarche de caractérisation au cône calorimètre a permis d'obtenir une base de données fiable et représentative, exploitable notamment pour les études ISI, y compris sous des niveaux d'agression thermique élevés.

Dans le cadre de la phase III, le CODIFAB souhaite continuer à alimenter les données, en intégrant cette fois-ci l'influence de la mise en œuvre sur le comportement au feu des produits bois. En effet, lorsque ces produits sont intégrés dans un système avec une mise en œuvre spécifique, leurs caractéristiques feu peuvent différer de celles obtenues sans mise en œuvre. Ainsi, en fonction de ses caractéristiques, l'isolant placé à l'arrière du panneau peut exercer une influence sur la propagation du feu en surface du bois.

Dans le cadre de cette étude, les isolants sélectionnés sont d'origine biosourcée, dans une logique d'association bois/isolant à faible empreinte carbone, en cohérence avec les objectifs de la Réglementation Environnementale RE2020. Les isolants biosourcés représentent environ 11 % du marché de l'isolation en France, estimé à 260 millions de m². Parmi ces matériaux biosourcés, la fibre de bois domine avec environ 50 % de cette part¹.

Les informations obtenues dans le cadre de cette étude constituent une aide à la décision pour les menuisiers-agenceurs, notamment pour le choix des isolants associés aux différentes familles de produits d'agencement, afin de limiter l'impact de la mise en œuvre sur le comportement au feu et de préserver les performances feu des produits bois.

1.2. CADRE PROPOSE

L'étude se focalise ici sur les éléments techniques suivants :

- Mixité produits bois avec isolants biosourcés
- Influence du pare-vapeur
- Fixations et ossatures de montage (mur/plafond)

Les données de caractérisation sont :

- données calorifiques,
- production de fumées,
- orientation Euroclasse

¹ Baromètre des matériaux biosourcés, Association des Industriels de la Construction Biosourcée (AICB), mars 2025

Les isolants biosourcés sélectionnés pour l'étude sont présentés ci-dessous :



La ouate de cellulose

Matériau isolant pouvant être conditionné sous forme de panneaux, rouleaux ou vrac. Elle est composée à 85 % de produits biosourcés (journaux ou cartons recyclés défibrés), à ça s'ajoute 5 à 10 % d'adjuvants.

En 2016, en France, la ouate de cellulose représentait 40 % du marché des matériaux isolants biosourcés.



Le chanvre

Le chanvre peut être utilisé sous différents conditionnements : la chènevotte pour le vrac, la laine de chanvre pour les panneaux, le béton préfabriqué, le béton projeté et les enduits.

Aujourd'hui, le secteur de la construction constitue le débouché de 29 % des fibres et de 14 % de la chènevotte produites correspondant respectivement à 6 200 tonnes et 5 200 tonnes de chanvre valorisées chaque année. Le béton de chanvre est régi par des règles professionnelles depuis 2012.



Les produits bois

La fibre de bois peut être utilisée en laine ou en vrac.

Depuis 2016, la France est devenue quasiment autonome en panneaux semi-rigides à base de fibre de bois, les importations représentant moins de 20 % du volume commercialisé (Ministère de l'Environnement et Nomadéis, 2017, ibid.).



La fibre de coton

La fibre de coton est issue de textiles (vêtements tels que les jeans) recyclés.

Les différentes fibres végétales agricoles sont assemblées par thermoliage et les produits obtenus à l'aide de process industriels sont des panneaux semi-rigides ou des rouleaux.

La fibre de coton représente une fraction relativement faible du marché de l'isolation.



Le liège expansé

Le liège utilisé peut provenir de l'écorce du chêne-liège ou de liège recyclé (à partir des bouchons notamment). Les panneaux de liège expansé sont 100% naturels, et ne nécessitent pas l'ajout d'additif dans leur fabrication (procédé de fabrication par voie humide, pas de colle).

La filière est assez peu développée en France avec une faible production d'environ 2 500 t/an, concentrée dans les départements du Var, de la Corse et des Pyrénées-Orientales.

La figure suivante liste les matériaux sélectionnés pour l'étude par typologies.

Produits bois :

- ❖ Panneau MDF ignifugé
- ❖ Panneau de contreplaqué ignifugé pin maritime

Pare-vapeur

Isolants biosourcés :

- ❖ Fibre de bois
- ❖ Liège expansé
- ❖ Laine de chanvre
- ❖ Fibre de coton
- ❖ Ouate de cellulose

Single Burning Item Agression thermique par flamme



- ✓ Temps d'inflammation
- ✓ Dégagement calorifique (FIGRA, THR)
- ✓ Production de fumées (SMOGRA, TSP)
- ✓ Prédiction classement Euroclasse

1.3. TEXTES DE REFERENCE

- Norme NF EN 13823 (2022) : « Essais de réaction au feu des produits de construction - Produits de construction à l'exclusion des revêtements de sol exposés à une sollicitation thermique provoquée par un objet isolé en feu ».

2. MATERIAUX CONCERNES

Les caractéristiques des matériaux sélectionnés sont regroupées dans le Tableau 1 ci-dessous. Les familles de produits bois avaient déjà été sélectionnés en fonction des productions actuelles représentatives du marché dans les phases I et II.

Tableau 1 : Caractéristiques des matériaux sélectionnés pour la phase III

	Epaisseur (mm)	Masse volumique (kg/m³)	Euroclasse	Domaine d'application
Panneau MDF ignifugé perforé rainuré ⁽¹⁾	16	630* *apparente	B-s1-d0	Agencement
Panneau contreplaqué pin maritime ignifugé	12	580	B-s1-d0	Agencement
Fibre de bois	100	55	E	ITI
	100	110	E	ITE
Liège expansé	100	95-110	E	ITE/ITI
Laine de chanvre	100	40	-	ITE/ITI
Fibre de coton	100	25	E	ITI
Ouate de cellulose	100	45	E	ITI
Pare-vapeur	~ 0,2	500	E	Toiture – Parois ossature bois
Tasseaux bois épicéa (l : 30mm)	100	490	D-s2-d0	-

⁽¹⁾ Rainurage vertical de largeur 3 mm en face exposée et trous circulaires de diamètre 8 mm non débouchant à l'arrière des rainures avec entraxe des perforations de 16/16 mm ; taux de perforation de 18,9%

3. MATERIEL ET METHODE

3.1. EQUIPEMENT EXPERIMENTAL ET INSTRUMENTATION

L'appareil d'essai (Figure 2) est constitué d'un chariot, d'un bâti, de brûleurs et d'une hotte. Une éprouvette, constituée de deux ailes verticales formant un angle droit, est exposée à la flamme d'un brûleur placé au pied de l'angle formé par les 2 ailes ("brûleur principal"). La flamme est due à la combustion de gaz propane injecté au travers d'un lit de sable de manière à produire un débit calorifique de $(30,7 \pm 2,0)$ kW.

La performance de l'éprouvette est évaluée sur une durée de 20 minutes. Les critères de performance sont les suivants : production de chaleur, production de fumée, propagation horizontale du front de flamme et chute de gouttelettes ou débris enflammés.

Une courte période avant allumage du brûleur principal est nécessaire pour mesurer le débit calorifique du brûleur seul ; cette mesure est réalisée en utilisant un brûleur identique, placé à distance de l'éprouvette ("brûleur auxiliaire").

Certaines mesures sont réalisées automatiquement, d'autres résultent de l'observation visuelle. Le conduit d'extraction est équipé de capteurs destinés à mesurer la température, l'atténuation de la lumière, les fractions molaires O_2 et CO_2 , ainsi qu'une pression différentielle induite par le débit des effluents gazeux qui s'écoulent dans le conduit d'extraction. Ces grandeurs sont enregistrées automatiquement et exploitées pour calculer le débit volume, le débit calorifique (RHR en anglais) et le débit de fumée (RSP en anglais).

La propagation horizontale du front de flamme et la chute de gouttelettes ou particules enflammées font l'objet d'une observation visuelle.

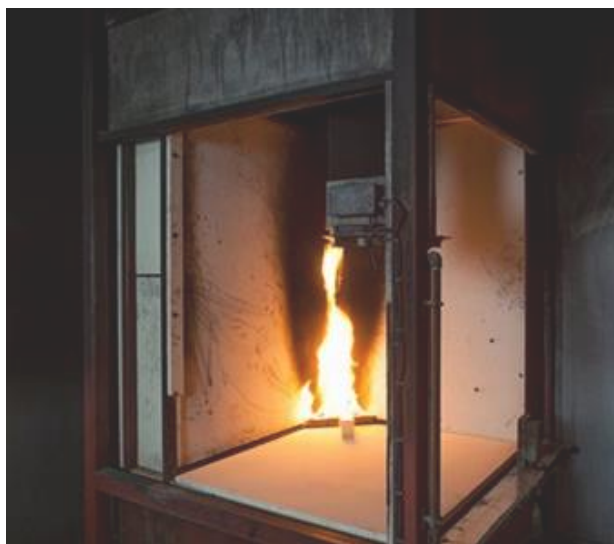


Figure 2 : Banc d'essai SBI selon NF EN 13823

3.2. PREPARATION DES ECHANTILLONS

Les éprouvettes sont assemblées conformément à la norme NF EN 13823, paragraphe 5.2.2 et NF EN 13986 « Panneaux à base de bois destiné à la construction. Caractéristiques, évaluation de conformité et marquage ».

Les panneaux sont fixés mécaniquement sur tasseaux bois de section 100x30 mm, la lame d'air est neutralisée par remplissage avec un pare-vapeur et l'isolant. Le système est placé contre un support en contreplaqué classé D-s2, d0 d'épaisseur 9 mm $\pm$ 1 mm conformément à la description de la norme NF EN 13238. Un joint vertical et un joint horizontal de 5 mm chacun sont localisés sur la grande aile de l'éprouvette. Les plans ci-après (Figure 3) montrent les précisions du montage.

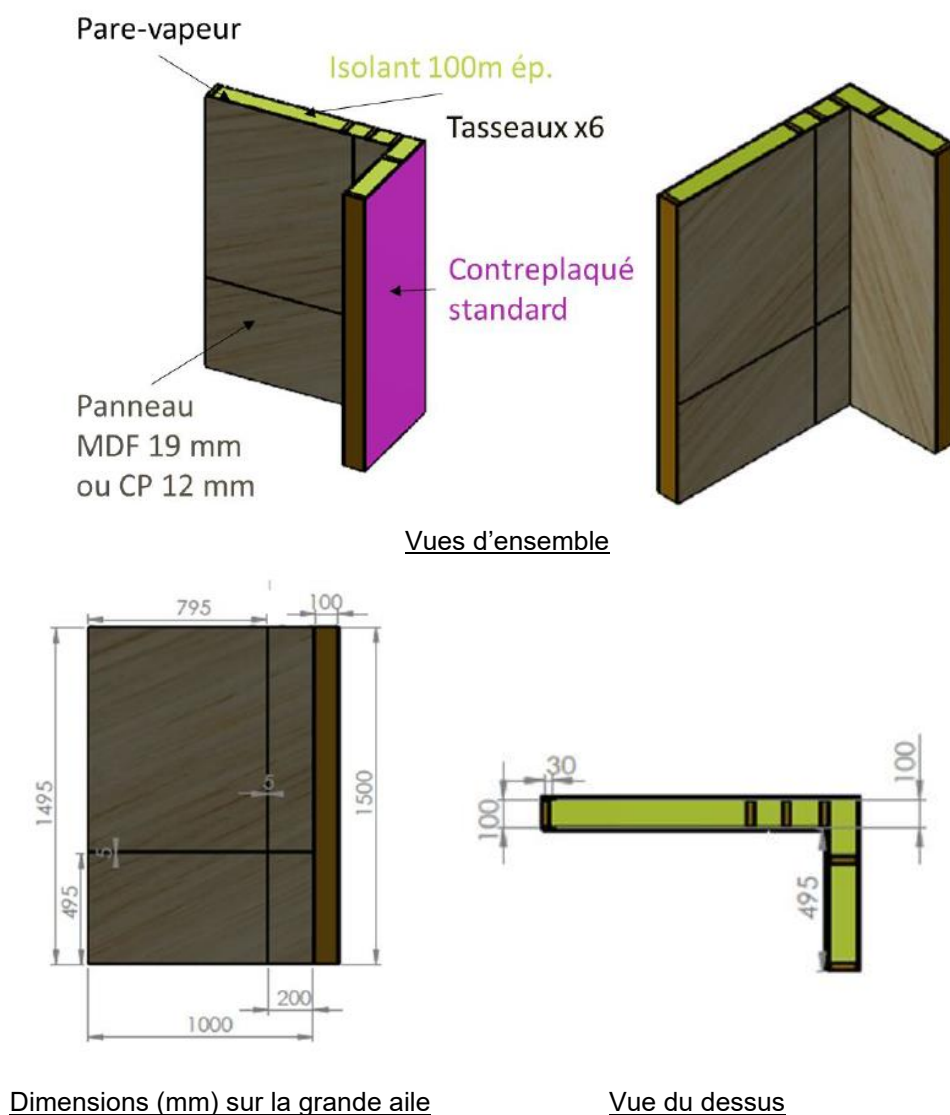


Figure 3 : Montage des maquettes

3.3. ENREGISTREMENT DES DONNEES ET CONDITIONS EXPERIMENTALES

Les données brutes issues des capteurs du banc d'essai sont enregistrées toutes les secondes via le logiciel SBICAL de chez FTT. Un second fichier de calcul est ensuite généré pour accéder aux valeurs calorifiques déterminées par calcul via des mesures de déplétion d'oxygène et des productions de CO et CO₂ (_red.csv). Nous avons considéré deux répliques pour des caractérisations de produits soumis à un flux de 30 kW.

Les données expérimentales sont regroupées dans le Tableau 2.

Tableau 2 : Principaux paramètres pris en compte dans l'analyse

Désignation et Définition
Chaleur totale libérée à 600s (THR_{600s}) (MJ) <i>Quantité de chaleur due à la combustion de l'éprouvette pendant les 600 premières secondes d'exposition à la flamme du brûleur</i>
Production de fumée à 600s (TSP_{600s}) (m³) <i>Quantité de fumée produite par l'éprouvette pendant les 600 premières secondes d'exposition à la flamme du brûleur</i>
FIGRA (W/s) <i>Indice de vitesse de développement du feu</i>
SMOGRA (m²/s²) <i>Indice de vitesse de développement des fumées</i>
LFS edge (oui/non) <i>Propagation de flamme latérale le long de la grande aile de l'éprouvette jusqu'à la rive externe de cette dernière à une hauteur comprise entre 500 et 1000 mm durant les premières 1500 secondes</i>
FDP (oui/non) <i>Chute au sol de gouttelettes / particules enflammées hors de la zone du brûleur</i>
Orientation Euroclasse <i>Estimation du niveau Euroclasse</i>

Le détail des systèmes produit bois/isolant est rassemblé dans le Tableau 3. Les caractéristiques techniques générales des isolants et du pare vapeur sont regroupées dans l'Annexe 1 : Caractéristiques techniques des produits de l'étude.

Les essais ont été réalisés en configuration plafond, cette mise en œuvre étant la plus pénalisante dans l'essai SBI, notamment en raison de la présence d'un joint supplémentaire directement exposé au feu, et permettant ainsi de valider le comportement au feu du système également pour une application en paroi verticale.

Tableau 3 : Systèmes produit bois/isolant sélectionnés

Produit bois	Configuration	Mode de pose	Isolant
Panneau MDF ignifugé perforé rainuré	Perforé rainuré Epaisseur : 16 mm	Plafond*	Fibre de bois basse densité (55 kg/m ³)
			Fibre de bois haute densité (100 kg/m ³)
			Liège expansé (95-110 kg/m ³)
Panneau contreplaqué pin maritime ignifugé	Plein Epaisseur : 12 mm	Plafond*	Fibre de bois (55 kg/m ³)
			Laine de chanvre (40kg/m ³)
			Fibre de coton (25 kg/m ³)
			Ouate de cellulose (45 kg/m ³)

*Mise en œuvre plus pénalisante que celle murale, ce qui permet également de la valider

4. RESULTATS

4.1. SYSTEMES PANNEAU MDF/ISOLANT

Le Tableau 4 et la Figure 4 regroupent les résultats des essais SBI pour les systèmes :

- **Panneau MDF ignifugé perforé rainuré** (16 mm) avec **fibre de bois** basse densité (55 kg/m³)
- **Panneau MDF ignifugé perforé rainuré** (16 mm) avec **fibre de bois** haute densité (100 kg/m³)
- **Panneau MDF ignifugé perforé rainuré** (16 mm) avec **liège expansé** (95-110 kg/m³)

Les photos d'essais avant/après se trouvent en Annexe 2 : Photos avant/après essais SBI.

Tableau 4 : Résultats des essais d'association panneau MDF ignifugé perforé rainuré avec liège expansé, fibre de bois basse densité (BD) ou haute densité (HD)

Maquettes	FIGRA _{0,2} W/s	Temps d'atteinte FIGRA _{0,2} (s)	FIGRA _{0,4} W/s	Temps d'atteinte FIGRA _{0,4} (s)	THR _{600s} MJ	LFS _{edge / FDP}	SMOGRA m ² /s ²	TSP _{600s} m ²
Panneau MDF ignifugé perforé rainuré / Fibre de bois basse densité	53,7	1446	53,7	1446	3,8	Non/ Non	5,0	55,3
Panneau MDF ignifugé perforé rainuré / Fibre de bois haute densité	52,6	1500	52,6	1500	2,8	Non/ Non	3,3	48
	59,3	1362	59,3	1362	3,5	Non/ Non	4,1	53,3
Panneau MDF ignifugé perforé rainuré / Liège expansé	54,5	1500	54,5	1500	5,4	Non/ Non	5,8	59,6
	70	1470	70	1470	7,1	Non/ Non	6,1	72,8

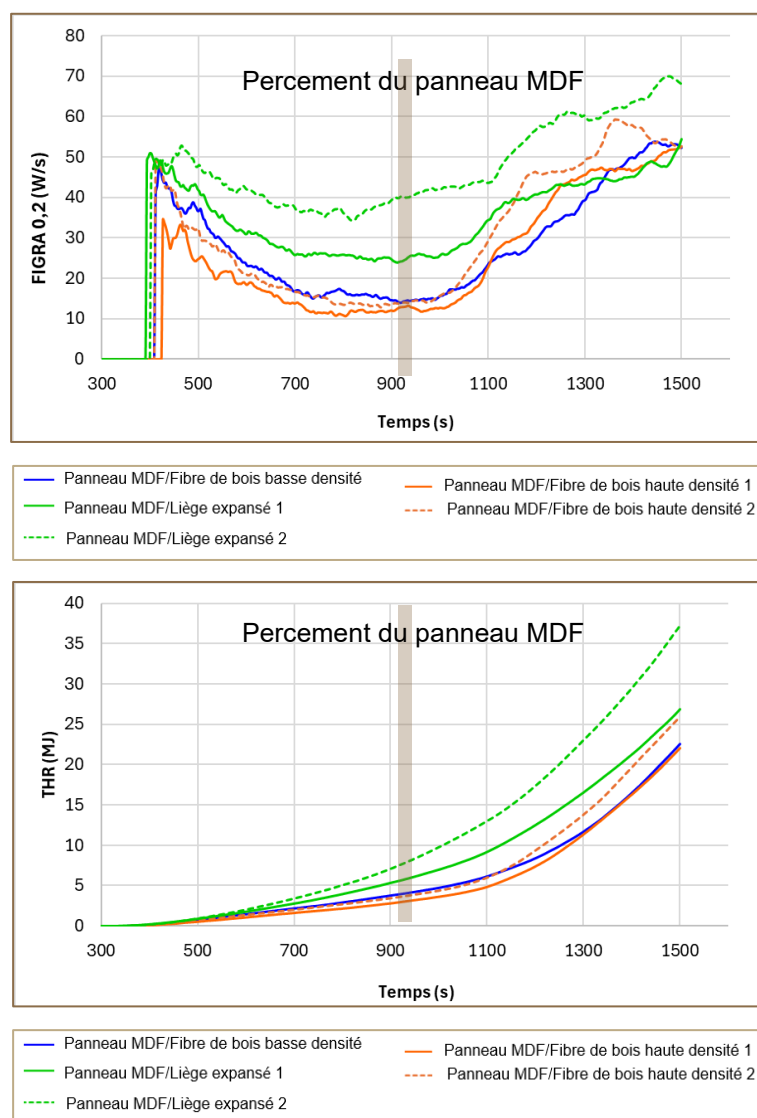


Figure 4 : Courbes de FIGRA et THR en fonction du temps pour les éprouvettes de chaque système panneau MDF/Fibre de bois basse densité, panneau MDF/Fibre de bois haute densité et panneau MDF/Liège expansé

Commentaires :

D'après les valeurs obtenues pour les indices FIGRA, THR et SMOGRA, les trois systèmes panneau MDF ignifugé perforé rainuré / Fibre de bois basse densité, panneau MDF ignifugé perforé rainuré / Fibre de bois haute densité et panneau MDF ignifugé perforé rainuré / Liège expansé sont susceptibles d'atteindre un classement **B-s2-d0** en configuration plafond, validant donc la configuration mur. Les performances de réaction au feu sont peu affectées par la présence de l'isolant.

Pour les trois configurations, le FIGRA est atteint en fin d'essai, traduisant une augmentation de débit calorifique plus progressive. Cette augmentation en fin d'essai est due à la présence de l'isolant. Un décrochage notable sur les courbes de HRR et THR est observé aux alentours de 16 minutes, moment auquel les flammes percent à travers le panneau MDF. Cet événement entraîne une augmentation rapide et marquée du HRR et THR.

À la suite de ce percement, du feu couvant est observé au sein des isolants dans les dernières minutes de l'essai, contribuant significativement à l'élévation du THR. Les isolants sont carbonisés et le pare vapeur est brûlé sur toute leur longueur au niveau de l'angle et du joint.

Il est à noter qu'aucune différence n'a été observée entre les isolants en fibre de bois de haute et de basse densité. En revanche, le système intégrant du liège expansé présente un THR plus élevé, approchant les limites acceptables pour le classement B. Cela met en évidence une plus grande contribution de cet isolant au dégagement calorifique.

La présence d'isolants semble favoriser une augmentation de la production de fumées lors des essais, ce qui pourrait expliquer le déclassement observé de la catégorie s1 à s2 par rapport à un panneau MDF ignifugé perforé rainuré seul. Ce phénomène est encore plus marqué avec le liège expansé. Le feu couvant en fin d'essai semble jouer un rôle déterminant dans cette production accrue de fumées, mais compte tenu de la variabilité inhérente aux mesures de fumées, il convient de souligner que ce phénomène reste à approfondir.

4.2. SYSTEMES PANNEAU CONTREPLAQUE/ISOLANT

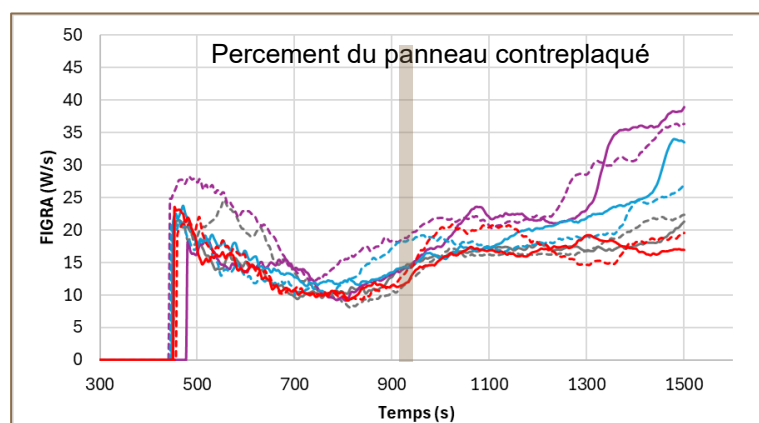
Le Tableau 5 et la Figure 5 regroupent les résultats des essais SBI pour les systèmes :

- **Panneau contreplaqué pin maritime ignifugé (12 mm) avec fibre de bois basse densité (55 kg/m³)**
- **Panneau contreplaqué pin maritime ignifugé (12 mm) avec laine de chanvre (40 kg/m³)**
- **Panneau contreplaqué pin maritime ignifugé (12 mm) avec fibre de coton (25 kg/m³)**
- **Panneau contreplaqué pin maritime ignifugé (12 mm) avec ouate de cellulose (45 kg/m³)**

Les photos d'essais avant/après se trouvent en Annexe 2 : Photos avant/après essais SBI.

Tableau 5 : Résultats des essais d'association panneau de contreplaqué pin maritime ignifugé avec fibre de bois, laine de chanvre, fibre de coton ou ouate de cellulose

Maquettes	FIGRA _{0,2} W/s	Temps d'atteinte FIGRA _{0,2} (s)	FIGRA _{0,4} W/s	Temps d'atteinte FIGRA _{0,4} (s)	THR _{600s} MJ	LFS _{edge / FDP}	SMOGR m ² /s ²	TSP _{600s} m ²
Panneau contreplaqué pin maritime ignifugé / fibre de bois basse densité	21,6	462	21,3	1500	2,3	Non/Non	Seuil non atteint	17,3
	24,7	555	24,7	555	2,5	Non/Non	Seuil non atteint	19
Panneau contreplaqué pin maritime ignifugé / laine de chanvre	38,9	1500	38,9	1500	2,3	Non/Non	Seuil non atteint	31,9
	36,3	1485	36,3	1485	3,3	Non/Non	1,5	37,1
Panneau contreplaqué pin maritime ignifugé / fibre de coton	34,1	1479	34,1	1479	2,6	Non/Non	Seuil non atteint	13,9
	26,9	1500	26,9	1500	2,5	Non/Non	Seuil non atteint	15,4
Panneau contreplaqué pin maritime ignifugé / ouate de cellulose	23,5	453	19,2	1305	2,2	Non/Non	Seuil non atteint	21,7
	22,0	504	22,0	504	2,3	Non/Non	1	26,6



— Panneau de contreplaqué/Fibre de bois basse densité 1	----- Panneau de contreplaqué/Fibre de bois basse densité 2
— Panneau de contreplaqué/Fibre de coton 1	----- Panneau de contreplaqué/Fibre de coton 2
— Panneau de contreplaqué/Laine de chanvre 1	----- Panneau de contreplaqué/Laine de chanvre 2
— Panneau de contreplaqué/Ouate de cellulose 1	----- Panneau de contreplaqué/Ouate de cellulose 2

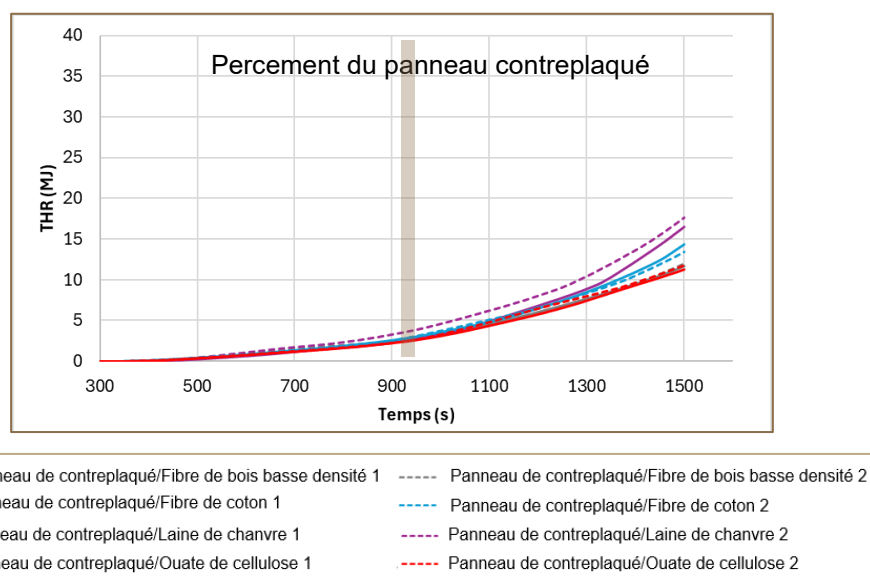


Figure 5 : Courbes de FIGRA et THR en fonction du temps pour les 2 éprouvettes de chaque système panneau contreplaqué/Fibre de bois basse densité, panneau contreplaqué/Laine de chanvre, panneau contreplaqué/Fibre de coton et contreplaqué/Ouate de cellulose

Commentaires :

D'après les valeurs obtenues pour les indices FIGRA, THR et SMOGRA, les quatre systèmes testés sont susceptibles d'atteindre un classement **B-s1-d0**, en configuration plafond, validant donc la configuration mur. Ces performances indiquent que la présence d'un isolant n'affecte pas significativement la réaction au feu des systèmes testés.

Les courbes de FIGRA et de THR présentent un comportement similaire pour les quatre systèmes jusqu'à environ 13 minutes, avec des niveaux relativement faibles. Un décrochage est ensuite observé aux alentours de 16 minutes, moment auquel les flammes fissurent et/ou percent le panneau de contreplaqué. Ce percement induit une augmentation plus ou moins marquée du FIGRA et du THR selon la nature de l'isolant :

- Les systèmes panneau contreplaqué pin maritime ignifugé / laine de chanvre et panneau contreplaqué pin maritime ignifugé / fibre de coton montrent une progression plus rapide du dégagement calorifique après ce point, avec des valeurs plus élevées atteintes en fin d'essai. Cette évolution est également reflétée dans le FIGRA, dont le pic est atteint en fin d'essai pour ces deux configurations, traduisant une contribution plus importante de l'isolant à l'arrière du panneau.
- À l'inverse, pour les systèmes panneau contreplaqué pin maritime ignifugé / fibre de bois basse densité et panneau contreplaqué pin maritime ignifugé / ouate de cellulose, le pic de FIGRA est atteint en début d'essai. Cela indique que le classement en réaction au feu du produit est lié à une combustion rapide de la surface du contreplaqué. L'isolant en face arrière ne contribue que faiblement au dégagement calorifique.

Après le percement, un développement de feu couvant est observé dans les isolants, particulièrement dans la laine de chanvre et la fibre de coton, durant les dernières minutes de l'essai. Ce phénomène contribue de

manière significative à l'augmentation du THR. Les isolants sont carbonisés et le pare vapeur est brûlé sur toute leur longueur au niveau de l'angle et du joint.

Les niveaux de production de fumées mesurés restent relativement faibles et sont peu impactés par la présence ou la nature des isolants utilisés. Le critère s1 est maintenu pour l'ensemble des systèmes.

4.3. INFLUENCE DU TYPE DE PANNEAU ET D'ISOLANT

Les systèmes constitués de panneau MDF perforé rainuré présentent un comportement au feu différent de ceux réalisés avec du panneau de contreplaqué plein, en particulier sur les points suivants :

- La perforation et les rainures du panneau MDF favorisent une circulation accélérée des gaz chauds et de l'oxygène à l'intérieur du système, ce qui :
 - o facilite la propagation du feu en profondeur vers l'isolant
 - o favorise le développement du feu couvant, particulièrement pour les isolants sensibles comme le liège expansé
 - o explique des niveaux plus élevés de THR en fin d'essai
- Le classement s2 obtenu avec le panneau MDF, contre s1 pour le panneau contreplaqué, indique une production de fumées plus importante, probablement due à :
 - o la migration des fumées à travers les perforations du panneau
 - o un feu couvant au sein des isolants, plus facilement atteints et ventilés dans ce cas

Par ailleurs, en situation de feu couvant, la nature, la composition et la porosité de l'isolant influencent la cinétique de son développement.

Il est à noter que la présence du pare-vapeur n'a montré aucun effet significatif sur le comportement au feu des systèmes testés, ni en termes d'aggravation, ni en termes d'amélioration des performances observées.

4.4. LIMITES A L'EXPLOITATION DES DONNEES

- L'Euroclasse attribuée est indicative et ne constitue pas un rapport de classement au sens réglementaire. Pour obtenir un rapport de classement Euroclasse au sens de la norme EN 13501-1, la réalisation de deux types d'essais est requise : les essais SBI (NF EN 13823) et les essais à la petite flamme (NF EN ISO 11925-2), chacun étant réalisé en trois répliques.
- Une vigilance particulière est requise lors des extensions d'évaluation Euroclasses en cas de modifications du produit bois telles que la variation de la nature de la colle, l'influence des finitions, la présence de placage, etc. (cf. « *Guide d'aide au choix des revêtements intérieurs en sécurité incendie à destination des menuisiers agenceurs* »)
- Les résultats obtenus caractérisent uniquement la phase initiale de l'incendie (20 premières minutes).

5. CONCLUSION & PERSPECTIVES

Cette étude a permis d'apporter des compléments aux études caractérisation du bois phases I [R1] et II [R2] en intégrant l'influence de la mise en œuvre sur le comportement au feu des produits bois. Les résultats obtenus montrent que :

- L'utilisation d'isolants biosourcés, en association avec des panneaux en bois classés Euroclasse B, n'entraîne pas de dégradation de ce classement. Ce résultat est valable pour un montage standard évalué, aussi bien en configuration plafond que configuration murale.
- Dans la majorité des cas, un phénomène de feu couvant a été observé en fin d'essai, avec une propagation plus marquée en présence d'isolants tels que le liège expansé et la laine de chanvre. Ce phénomène peut représenter un risque de reprise d'incendie plusieurs heures après l'extinction initial. Les modalités d'interventions des services de secours doivent en tenir compte.
- Pour les systèmes avec parement en panneau acoustique MDF ignifugé, les perforations et rainures du panneau accentuent l'amorçage précoce du feu couvant dans l'isolant, entraînant un volume de fumées plus important et un déclassement de s1 à s2. Le type de panneau, et en particulier le taux d'ouverture, exerce une influence majeure sur la propagation du feu. Une vigilance particulière est recommandée pour les panneaux présentant des taux d'ouverture plus élevés, voire pour les configurations en claire-voie, non étudiées dans le cadre de ce projet.

Les essais réalisés n'ont pas pour objectif d'aboutir à des rapports de classement, néanmoins ces derniers offrent une base technique suffisamment robuste pour être utilisés dans l'élaboration d'extensions de classement. Ils constituent également un appui pertinent pour justifier de futures Appréciations de Laboratoire (APL) et avis de chantier en réaction au feu. Les principes associés sont rappelés en Annexe 3 : Principes des Appréciations de Laboratoire et Avis de chantier.

Les résultats de cette étude ont été intégrés au fichier Excel existant relatif à la phase II (« *Tableau données caractérisation-phase I-II-III* ») et ils sont synthétisés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 6 : Synthèse des résultats de l'étude

Produit bois	Isolant	Estimation Euroclasse	Maintien des performances feu
Panneau MDF ignifugé perforé rainuré <i>Euroclasse B-s1-d0</i>	Fibre de bois <i>100 kg/m³ – Euroclasse E</i>	B-s2-d0	Oui sauf augmentation des fumées
	Fibre de bois <i>55 kg/m³ – Euroclasse E</i>	B-s2-d0	Oui sauf augmentation des fumées
	Liège expansé <i>95-110 kg/m³ – Euroclasse E</i>	B-s2-d0	Oui sauf augmentation des fumées
Panneau contreplaqué pin maritime ignifugé <i>Euroclasse B-s1-d0</i>	Fibre de bois <i>55 kg/m³ – Euroclasse E</i>	B-s1-d0	Oui
	Laine de chanvre <i>40 kg/m³</i>	B-s1-d0	Oui
	Fibre de coton <i>25 kg/m³ – Euroclasse E</i>	B-s1-d0	Oui
	Ouate de cellulose <i>45 kg/m³ – Euroclasse E</i>	B-s1-d0	Oui

ANNEXES

Annexe 1 : Caractéristiques techniques des produits de l'étude

Isolant	Densité (kg/m ³)	Epaisseur (mm)	Résistance thermique (m ² .K/W)	Conductivité thermique (W/m.K)	Réaction au feu (EN 13501- 1)
Fibre de bois	110	100	2,55	0,039	E
Fibre de bois	55	100	2,6	0,038	E
Liège expansé	95-110	100	2,50	0,040	E
Fibre de coton	25	100	2,7	0,037	E
Laine de chanvre	40	100	2,5	0,040	Aucune performance déterminée
Ouate de cellulose	45	100	2,5	0,040	E

	Masse surfaccique (g/m ²)	Epaisseur (mm)	Densité (kg/m ³)	Conductivité thermique (W/m.K)	Capacité thermique (J/kg.K)
Pare vapeur	100	< 0,2	500	0,17	1000

Annexe 2 : Photos avant/après essais SBI

- Panneau MDF/Fibre de bois haute densité

Essai 1 :



Profondeur maximum brulée de l'isolant : 60 mm

Essai 2 :



Profondeur maximum brulée de l'isolant : 70 mm

- Panneau MDF/Fibre de bois basse densité



Profondeur maximum brulée de l'isolant : 100 mm

- Panneau MDF/Liège expansé

Essai 1 :



Essai 2 :



- Panneau contreplaqué/Fibre de bois

Essai 1 :



Profondeur maximum brûlée de l'isolant : 30

Essai 2 :



Profondeur maximum brulée de l'isolant : 30 mm

- Panneau contreplaqué/Laine de chanvre

Essai 1 :



Profondeur maximum brulée de l'isolant : 60 mm

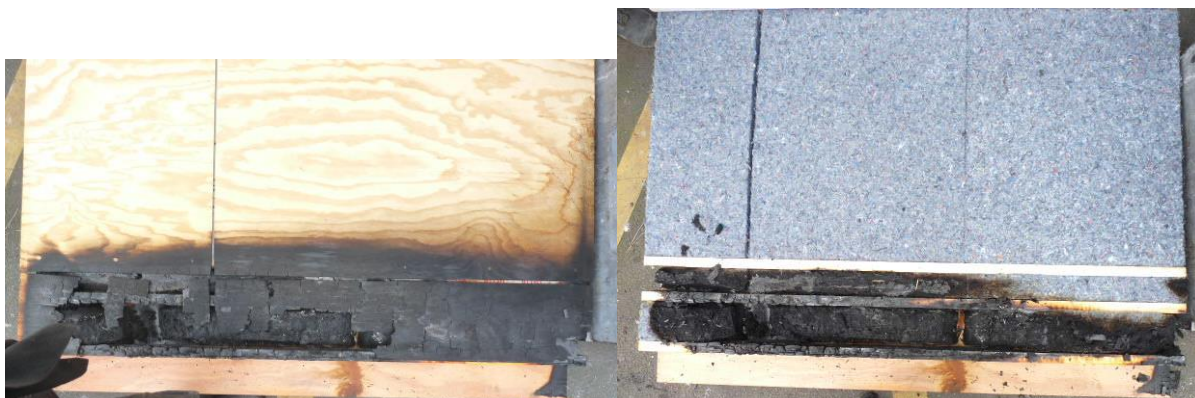
Essai 2 :



Profondeur maximum brûlée de l'isolant : 70 mm

- Panneau contreplaqué/Fibre de coton

Essai 1 :



Profondeur maximum brulée de l'isolant : 20 mm

Essai 2 :



Profondeur maximum brulée de l'isolant : 20 mm

- Panneau contreplaqué/Ouate de cellulose

Essai 1 :



Profondeur maximum brûlée de l'isolant : 40 mm

Essai 2 :



Profondeur maximum brulée de l'isolant : 40 mm

Annexe 3 : Principes des Appréciations de Laboratoire et Avis de chantier

Extraits du « *Guide d'aide au choix des revêtements intérieurs en sécurité incendie à destination des menuisiers agenceurs* ».

A ce jour, les Avis de chantiers et Appréciations de Laboratoire ne s'effectuent que conformément aux dispositions de l'article 14 de l'arrêté du 22 mars 2004, relatif à la résistance au feu.

Avis de chantier

La démarche de demande d'avis de chantier intervient majoritairement à la demande d'un organisme de contrôle missionné sur un chantier avant même le démarrage de la construction.

L'avis de chantier est rédigé par un laboratoire agréé par le ministère et est utilisé pour attester des performances d'un produit ou d'un procédé pour un chantier unique. Il ne peut en aucun cas être employé pour plusieurs chantiers.

Il s'agit d'un avis d'expert sur un procédé dont le comportement au feu a généralement déjà été évalué, mais dans des conditions qui ne sont pas celles du chantier visé. Des données expérimentales, des calculs et des résultats de simulation numérique sont utiles à sa réalisation.

Les procès-verbaux de classement utilisés pour la rédaction des avis de chantier intègrent dans la plupart des cas des extensions possibles qui ne modifient pas les performances sans pour autant modifier le classement au feu de cette dernière. Ces extensions peuvent également être intégrées dans l'avis de chantier rédigé par un laboratoire agréé en résistance/réaction au feu.

Appréciations de Laboratoire

Une appréciation de laboratoire atteste la performance au feu d'un produit, d'un élément de construction ou d'un ouvrage. Elle peut être formulée soit pour l'extension de classement d'un élément modifié faisant déjà l'objet d'un procès-verbal. L'impact des modifications est évalué sans nouvel essai soit pour la justification de la performance au feu d'un procédé innovant, lors de l'instruction d'un Avis Technique (ATec) ou d'un Document Technique d'Application (DTA). Dans ce dernier cas, la justification n'est pas apportée par le concepteur ou bien les PV d'essais disponibles ne couvrent pas le domaine d'emploi revendiqué.

Pour attester de la performance au feu du procédé, l'APL s'appuie sur des résultats expérimentaux, des résultats issus de calculs et des simulations numériques ou sur des connaissances acquises lors des incendies réels.

Annexe 4 : Références

[R1] « Caractérisation des produits bois pour les études ISI en réaction au feu – phase I », rapport CSTB, 2020.

[R2] « Caractérisation des produits bois pour les études ISI en réaction au feu – phase II », rapport CSTB, 2023