

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

Livrable final




A l'initiative de



## Demandeur de l'étude :

CODIFAB

ADRESSE : 120, Avenue Ledru Rollin - 75011 PARIS

Rédacteur	Vérificateur	Approbateur	Version	Date
MARCHETTI Véronique	KOUTAIBA Mehdi	BONHOMME Martial	2.0	08/10/2020
				

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 27 pages, dont 11 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

Version	Date	Principales modifications effectuées	Partie modifiée
1.0	15/06/2020	- Création	/
2.0	08/10/2020	- Ajout logo	Page de couverture

## Sommaire

<b>1. INTRODUCTION</b> .....	<b>4</b>
1.1. OBJECTIF.....	4
1.2. CADRE PROPOSE.....	4
1.3. TEXTES DE REFERENCE.....	5
<b>2. LES PRODUITS BOIS</b> .....	<b>6</b>
<b>3. MATERIEL ET METHODE</b> .....	<b>9</b>
3.1. EQUIPEMENT EXPERIMENTAL ET INSTRUMENTATION.....	9
3.2. PREPARATION DES ECHANTILLONS.....	10
3.3. CONDITIONS EXPERIMENTALES ET ENREGISTREMENT DES DONNEES.....	10
<b>4. RESULTATS</b> .....	<b>12</b>
4.1. EVALUATION LA COMBUSTION.....	13
4.2. EVALUATION DE L'EUROCLASSE AVEC CONETOOLS.....	13
4.3. LIMITES A L'EXPLOITATION DES DONNEES.....	15
<b>5. CONCLUSION &amp; PERSPECTIVE</b> .....	<b>16</b>
<b>ANNEXE 1 : BOIS MASSIF SANS COLLE (BMSC)</b> .....	<b>18</b>
<b>ANNEXE 2 : BOIS MASSIF AVEC COLLE (BMAC)</b> .....	<b>19</b>
<b>ANNEXE 3 : PANNEAU MDF (MDF)</b> .....	<b>20</b>
<b>ANNEXE 4 : PANNEAU MDF REPLAQUE BOIS (MDFRB)</b> .....	<b>21</b>
<b>ANNEXE 5 : PANNEAU MDF REPLAQUE STRATIFIE (MDFRS)</b> .....	<b>22</b>
<b>ANNEXE 6 : PANNEAU MDF SURFACE MELAMINE (MDFSM)</b> .....	<b>23</b>
<b>ANNEXE 7 : PANNEAU DE PARTICULES (PP)</b> .....	<b>24</b>
<b>ANNEXE 8 : PANNEAU DE PARTICULES SURFACE MELAMINE (PP)</b> .....	<b>25</b>
<b>ANNEXE 9 : PANNEAU DE CONTREPLAQUE (CP)</b> .....	<b>26</b>
<b>ANNEXE 10 : PANNEAU OSB (OSB)</b> .....	<b>27</b>

## 1. INTRODUCTION

### 1.1. OBJECTIF

L'objectif du projet est de permettre au CODIFAB et plus largement aux acteurs de la filière bois de bénéficier de données précises sur la combustion de différents produits à base de bois exploitables collectivement pour obtenir rapidement des données d'entrée nécessaires aux futures études ISI et plus particulièrement aux études ISI en réaction au feu.

En effet, jusqu'ici les études ISI étaient déployées essentiellement dans le domaine de la stabilité des structures (résistance au feu) et du désenfumage. L'étude ISI en réaction au feu se définit comme une étude d'Ingénierie focalisée sur l'analyse de la contribution des matériaux et de leur mise en œuvre au développement du feu lorsque la solution de conception proposée sort du cadre prescriptif. Elle se base sur une évaluation de la propagation et de l'aggravation de l'incendie qui évolue dans une phase de croissance jusqu'à l'atteinte de l'embrasement généralisé. Dans ce contexte d'ouverture des études ISI en réaction au feu impulsée par l'article 105 de l'arrêté du 31 janvier 1986 modifié (habitation), il devient incontournable de préparer le positionnement du matériau bois. Les données de caractérisation de combustion des produits bois sont des éléments clés indispensables pour l'application de l'ingénierie de la sécurité incendie en réaction au feu. Ces données sont précieuses pour la construction de modèles physiques utilisés dans les bases de simulations numériques pour l'étude des différents scénarios de développement du feu. Ces études vont permettre beaucoup plus de flexibilité dans l'application des solutions de mise en œuvre proposées avec le bois et lèveront certains verrous dans le cas de solutions constructives non prévues par la réglementation.

### 1.2. CADRE PROPOSE

Actuellement, le CSTB propose une démarche méthodologique pour les études ISI en réaction au feu appliquée aux bâtiments.

Cette étude s'inscrit dans le contexte d'émergence des études d'Ingénierie de Sécurité Incendie d'ores et déjà applicables pour les bâtiments d'habitation (article 105 de l'arrêté du 31 janvier 1986 modifié). Ce positionnement est renforcé par l'article 26 du projet de loi Essoc qui autorise la dérogation à certaines règles de construction sous réserve d'en apporter la preuve. Cette ouverture à l'innovation et aux solutions techniques variées implique pour le bois et les matériaux à base de bois de mettre en avant une approche performancielle employant des méthodes et outils d'évaluation en plusieurs étapes qui seront supportés à la fois par la simulation numérique et par l'expérimentation.

En effet, pour chaque étude ISI de réaction au feu, le développement du feu est simulé au regard des scénarios sélectionnés et de la configuration de la solution de conception. Cette étape de l'étude ISI fait appel à l'utilisation de logiciels spécifiques type FDS ou modèles à champs qui utiliseront en partie des données d'entrée issues des phases de caractérisations expérimentales. Les résultats des simulations se traduisent ensuite par des données de performances comme, par exemple, le temps d'atteinte de l'embrassement généralisé.

L'étude propose un programme expérimental permettant d'obtenir une gamme de données relative à la combustion des matériaux à base de bois. Les données expérimentales ainsi recueillies pourront être directement exploitées lors d'une étude ISI en réaction au feu ou ISI globale dans certains cas (structure, désenfumage), en évitant ainsi de faire appel à des essais supplémentaires au coup par coup.

### 1.3. TEXTES DE REFERENCE

- Norme ISO 5660-1 (2015) : « Essais de Réaction au feu-Débit calorifique, taux de dégagement de fumée et taux de perte de masse-Partie 1 Débit calorifique (méthode au calorimètre à cône) et taux de dégagement de fumée (mesurage dynamique) ».
- Norme NF ISO 19702 (2016) : « Lignes directrices pour l'analyse des gaz et des vapeurs dans les effluents du feu par spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier (IRTF) ».

## 2. LES PRODUITS BOIS

Plusieurs familles de produits bois ont été sélectionnés en fonction des productions actuelles représentatives du marché. Le nombre de références a été limité par le budget de l'étude et la disponibilité des matériaux fournis.

Une présentation générale des produits est reportée ci-après.

### Famille de produit bois massifs sans colle

Bois massif à usage intérieur structurel ou revêtement.

### Famille de produit bois massifs avec colle

*Bois lamellé-collé, bois lamellé (source acerbois.com)*

Il associe par collage à plat et à fils parallèles plusieurs lamelles de bois massifs (3,5 - 4,5 cm d'épaisseur).

Bois de structure obtenu par assemblage de lamelles aboutées de bois collées dans le sens du fil avant pressage. Type de colle utilisée : MUF ou PU

Normes principales de référence : NF EN 385, NF EN 386 ; NF EN 14080

### Famille de produits panneaux de particules

*(Source : UIPP)*

Les panneaux de particules représentent, en Europe, la majorité des panneaux de process. Ces panneaux sont des produits composés de particules ou de copeaux, obtenus par la découpe des bois sur des machines spécialisées (coupeuses, broyeurs à marteaux). Ils proviennent soit des bois ronds (petits bois, branches, grumes déclassées), soit des produits connexes (copeaux, plaquettes, etc.) engendrés par d'autres industries travaillant le bois (scieries, menuiseries, fabriques de meubles, etc.), soit de bois de recyclage.

Ils sont composés d'une ou plusieurs couches de particules de bois. Les particules (ou copeaux) sont définis par la norme NF EN 309 et leurs exigences sont spécifiées par la norme NF EN 312, qui définit sept types de panneaux :

- Type P1 - Exigences pour panneaux pour usage général utilisés en milieu sec.
- Type P2 - Exigences pour panneaux pour agencements intérieurs (y compris les meubles) utilisés en milieu sec.
- Type P3 - Exigences pour panneaux non travaillants utilisés en milieu humide.
- Type P4 - Exigences pour panneaux travaillants utilisés en milieu sec.
- Type P5 - Exigences pour panneaux travaillants utilisés en milieu humide.
- Type P6 - Exigences pour panneaux travaillants sous contrainte élevée utilisés en milieu sec.
- Type P7 - Exigences pour panneaux travaillants sous contrainte élevée utilisés en milieu humide assemblées entre elles à l'aide d'un liant organique ou minéral en une ou plusieurs couches.

### Famille de produits panneaux de fibres

(Source : UIPP)

Ces panneaux sont composés à partir de l'élément de base du bois, la fibre lignocellulosique et possèdent, pour certains, une quasi-isotropie dans toutes les directions du plan.

Les panneaux de fibres sont définis par la norme européenne NF EN 316 et leurs caractéristiques sont précisées par les normes européennes NF EN 622-1 à 622-5.

Les panneaux de fibres de moyenne densité (MDF, Medium Density Fiberboard) sont produits suivant un procédé à sec et dans lesquels on incorpore des liants organiques. Leur masse volumique se situe entre 600 et 800 kg/m<sup>3</sup> (habituellement de l'ordre de 740 kg/m<sup>3</sup>).

### Famille de produits panneaux de lamelles minces, longues et orientées (OSB)

(Source UIPP)

Les panneaux de lamelles minces, longues et orientées, plus connus sous le nom d'OSB (Oriented Strand Board), sont composés de lamelles de bois longues d'environ 50 à 250 mm, larges d'environ 10 à 30 mm et épaisses d'environ 0,5 à 1 mm. Ces lamelles sont assemblées à l'aide de colles mélamine-urée-formol (MUF), phénoliques ou polyuréthanes et sont orientées dans la même direction pour la couche considérée.

Les OSB sont définis par la norme européenne NF EN 300. On distingue :

- OSB 1 – Les panneaux pour usage général et panneaux pour agencements intérieurs (y compris les meubles), utilisés en milieu sec.
- OSB 2 – Les panneaux travaillants, utilisés en milieu sec.
- OSB 3 – Les panneaux travaillants, utilisés en milieu humide.
- OSB 4 – Les panneaux travaillant sous contrainte élevée, utilisés en milieu humide.

### Famille de produits panneaux de contreplaqué

(Source Bois.com)

Le contreplaqué est constitué de plusieurs feuilles de placage déroulées, épaisses de 0,8 à 4 mm, collées les unes sur les autres en croisant le sens du fil du bois (voir schéma ci-contre).

Les feuilles sont disposées autour d'un pli central appelé âme (souvent en bois tendre), leur nombre est ainsi toujours impair pour garantir un bon équilibre au panneau.

L'épaisseur d'un panneau dépend du nombre de plis et de l'épaisseur des feuilles de placages qui le composent.

Pour la construction, les essences les plus courantes sont les résineux, l'okoumé, le peuplier, le hêtre, mais on utilise aussi le moabi, le sipo, le teck...

Pour l'ébénisterie (essences fines) le choix est vaste : châtaignier, chêne, noyer, hêtre, merisier, poirier, bouleau, charme, bois précieux...

Les formats les plus courants sont 250 x 122 (ou 125) cm et 310 x 153 cm.

Les épaisseurs varient de 3 à 40 mm.

La norme NF EN 636 distingue 3 classes de collage : milieu intérieur sec, milieu intérieur humide ou extérieur. Depuis le 1er avril 2004, le marquage CE est obligatoire sur tous les panneaux à base de bois pour une utilisation, structurelle ou non, en construction.

Le tableau suivant rassemble les participants qui ont transmis gracieusement les échantillons de différents produits bois. Le choix a été guidé par la représentativité de leur production du moment.

Fournisseurs	Type de produits
SIMONIN	Bois massif Epicéa et Chêne bruts, ignifugés et vernis
PIVETEAU	Douglas lamellé collé brut
FINSA	Panneau de MDF standards et ignifugés
OBERFLEX	Panneau de MDF replaqué avec une essence de bois imprégnable et non imprégnable, standard et ignifugé. Panneau de MDF replaqué avec un stratifié bois standard et ignifugé. Panneau de MDF surfacé mélaminé
EGGER	Panneaux de particules standard, ignifugé, mélaminé et hydrofuge
JOUBERT	Panneaux de contreplaqué peuplier et okoumé standards et ignifugés
SWISSKRONO	Panneaux OSB standards, structurels et ignifugés.

*Tableau 1 : Listes des produits bois et fournisseurs rattachés*

*Les fiches caractéristiques des produits évalués sont exposées en annexes.*



### 3. MATERIEL ET METHODE

#### 3.1. EQUIPEMENT EXPERIMENTAL ET INSTRUMENTATION

L'essai au cône calorimètre est une méthode pour évaluer la combustion d'un produit exposé à une irradiance externe prédéterminée entre 0 et 100 KW/m<sup>2</sup>. Le principe est basé sur la quantité de chaleur dégagée directement liée à la déplétion d'oxygène. Une éprouvette est exposée horizontalement sur une face sous un système radiant chauffant conique. Les gaz de décomposition générés sont enflammés à l'aide d'une étincelle et les gaz de combustion résultants sont conduits dans un système d'extraction contenant des capteurs de mesure de température, de pression différentielle et d'opacité de fumée. Le temps d'allumage (flamme persistante) est enregistré. Des mesures en continu de la concentration d'oxygène, de monoxyde et de dioxyde de carbone ainsi que du débit d'évacuation permettent d'accéder à la chaleur dégagée en fonction du temps. Pour chaque test, le taux de production de fumée et la perte de masse sont également collectés au cours du temps. Le taux d'obscurcissement dynamique de fumée est calculé à partir d'une mesure de l'atténuation d'un faisceau laser générée par les produits de combustion traversant le conduit d'extraction.



Figure 1. : banc d'essai cône calorimètre selon ISO 5660-1

### 3.2. PREPARATION DES ECHANTILLONS

Les éprouvettes sont emballées dans une couche de feuille d'aluminium et posées sur un isolant à base de fibre céramique conformément à la description de la norme NF ISO 5660-1 (2015).

L'ensemble est placé dans une boîte métallique, un cadre métallique étant ensuite positionné sur la boîte.



Figure 2 : photo échantillon de bois dans le porte éprouvette métallique

### 3.3. CONDITIONS EXPERIMENTALES ET ENREGISTREMENT DES DONNEES

Une ou deux éprouvettes de 100 x 100 mm sont testées pour chaque référence.

- La surface exposée est de 88.4 cm<sup>2</sup>.
- la face externe du panneau est soumise au flux radiatif
- la distance entre le cône chauffant et la surface de l'éprouvette est fixée à 25 mm.
- le niveau d'irradiance est réglé à 50 KW/m<sup>2</sup>, 20 KW/m<sup>2</sup> ou 35 KW/m<sup>2</sup> suivant l'apparition ou non d'une inflammation.
- la vitesse d'extraction d'air est réglée à 24 l/s.

Nous avons considéré deux répliques pour des caractérisations de produits soumis à un flux de 50 KW/m<sup>2</sup>. Ce flux incident est très souvent demandé ; il peut fournir des approximations sur l'Euroclasse des produits (via le logiciel ConeTools).

Les caractérisations à 20 KW/m<sup>2</sup> ont été également explorées pour collecter des données sous une faible attaque thermique. Les produits qui ne présentent aucune inflammation à ce niveau d'attaque thermique, sont soumis à un éclairage plus élevé de 35 KW/m<sup>2</sup>.

Les données brutes issues des capteurs du banc d'essai sont enregistrées toutes les secondes via le logiciel Conecal 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 CO<sub>2</sub> (\_red.csv).

Les données expérimentales principalement pouvant être utiles dans le cadre des études ISI sont regroupées dans le tableau ci-joint :

Designation et Definition
<p><b>Délai d'apparition d'une flamme persistante (T<sub>is</sub>)</b> Apparition d'une flamme persistant plus de 10 secondes après allumage de la surface sous un flux donné avec l'aide d'un étinceleur. Ce délai traduit le caractère inflammable du matériau.</p>
<p><b>Pic de débit calorifique (HRR<sub>max</sub>, q<sub>A,max</sub>) (KW/m<sup>2</sup>)</b> Débit calorifique maximale dégagé par le matériau pendant la phase de combustion. La donnée est issue de calculs liés à la mesure de déplétion d'oxygène et de production de monoxyde et dioxyde de carbone.</p>
<p><b>Temps d'atteinte de la valeur maximale de débit calorifique (T<sub>HRR max</sub>, s)</b> Valeur permettant de fournir une information temporelle sur le mode de combustion et de décomposition thermique du matériau.</p>
<p><b>Débit calorifique moyen entre l'inflammation et la fin de l'essai (HRR<sub>moyen</sub>, q<sub>A,moyen</sub>) (KW/m<sup>2</sup>)</b> Valeur moyenne du débit calorifique dégagé par le matériau pendant toute la phase de combustion jusqu'à son extinction. La donnée est issue de calculs liés à la mesure de déplétion d'oxygène et de production de monoxyde et dioxyde de carbone.</p>
<p><b>Chaleur totale libérée (THR, MJ/m<sup>2</sup>)</b> Quantité de chaleur totale dégagée par l'éprouvette pendant toute la phase de combustion. La valeur est issue du calcul d'intégration des valeurs de débit calorifique dégagé par le matériau pendant toute la phase de combustion.</p>
<p><b>Vitesse moyenne de perte de masse sur la période comprise entre 10% et 90% de perte de masse. MLR<sub>mA, 90-10</sub> (g/m<sup>2</sup>.s)</b> Valeur de perte de masse calculée sur la période comprise entre 10% et 90% de la perte de masse totale du matériau. Cette valeur est calculée à partir de l'enregistrement de la masse du matériau pendant toute la durée de la phase d'exposition au flux énergétique incident. Elle donne une information sur la vitesse de décomposition thermique du matériau. Elle peut être exploitée pour des déterminations de débit calorifique en appui avec la chaleur effective de combustion du matériau.</p>
<p><b>Chaleur effective moyenne de combustion (EHC, MJ/Kg)</b> Valeur déterminée à partir de débit calorifique dégagée par le matériau pendant la combustion et de sa perte de masse. La chaleur effective de combustion et la vitesse de perte de masse peuvent servir à fournir des informations complémentaires sur le comportement au feu des matériaux (mise en évidence des modes de dégradation thermique).</p>
<p><b>Taux de CO moyen produit (COY, Kg/Kg)</b> Valeur de production de monoxyde de carbone par Kilogramme de matériau pendant toute la durée d'exposition au flux énergétique incident. Cette valeur donne une information sur le taux de dégagement de ce gaz toxique en reflétant le mode de combustion.</p>
<p><b>Taux de CO2 moyen produit (CO2Y<sub>moyen</sub>, Kg/Kg)</b> Valeur de production de dioxyde de carbone par Kilogramme de matériau pendant toute la durée d'exposition au flux énergétique incident. Cette valeur donne une information sur le taux de dégagement de ce gaz en reflétant le mode de combustion.</p>
<p><b>Prédiction Euroclasse</b> Estimation du niveau Euroclasse donnée via le logiciel ConeTools</p>

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

Toutes ces données sont liées aux conditions expérimentales du cône calorimètre, en situation ventilée, à un niveau d'éclairement énergétique stationnaire fixé avec aide à l'allumage.

## 4. RESULTATS

Pour certains matériaux ignifugés, les caractérisations à deux niveaux de faible attaque thermique (20 et 35 KW/m<sup>2</sup>) ont été explorées afin qu'il y ait inflammation possible durant l'essai. Le tableau suivant rassemble la répartition des essais en fonction des flux incidents appliqués et de l'apparition ou non de flammes pendant les 30 minutes d'exposition.

Type de produits	Réf. CSTB	Flux à 50 KW/m <sup>2</sup>	Flux à 20 KW/m <sup>2</sup>	Flux à 35 KW/m <sup>2</sup>
Bois massif Epicéa brut	BMSC1	XX	XX	
Bois massif Chêne brut	BMSC3	XX	XX	
Bois massif Epicéa verni	BMSC5	XX	XX	
Bois massif Chêne verni	BMSC2	XX	XX	
Bois massif Epicéa ignifugé	BMSC4	XX	X	X
Bois massif Chêne ignifugé	BMSC6	XX	X	X
Douglas lamellé collé brut	BMAC1	XX	XX	
Panneau de MDF standard	MDF1	XX	XX	
Panneau de MDF ignifugé	MDF2	XX	X	X
Panneau de MDF standard replaqué avec une essence de bois imprégnable	MDFRB1	XX	XX	
Panneau de MDF standard replaqué avec une essence de bois non imprégnable	MDFRB2	XX	XX	
Panneau de MDF ignifugé replaqué avec une essence de bois imprégnable	MDFRB3	XX	X	X
Panneau de MDF ignifugé replaqué avec une essence de bois non imprégnable	MDFRB4	XX	X	X
Panneau de MDF standard replaqué avec un stratifié bois	MDFRS1	XX	XX	
Panneau de MDF ignifugé replaqué avec un stratifié bois	MDFRS2	XX	X	X
Panneau de MDF standard surfacé mélaminé	MDFSM1	XX	XX	
Panneau de MDF ignifugé surfacé mélaminé	MDFSM2	XX	X	X
Panneaux de particules standard	PP1	XX	XX	
Panneaux de particules ignifugés	PP2	XX	X	X
Panneaux de particules standard surfacés mélaminés	PPSM1	XX	XX	
Panneaux de particules ignifugés surfacés mélaminés	PPSM2	XX	X	X
Panneaux de particules hydrofuges	PP3	XX	XX	
Panneaux de contreplaqué standards peuplier	CP1	XX	XX	
Panneaux de contreplaqué standards okoumé	CP2	XX	XX	
Panneaux de contreplaqué ignifugés peuplier	CP3	XX	X	X
Panneaux de contreplaqué ignifugés okoumé	CP4	XX	X	X
Panneaux OSB standards structurels-25 mm	OSB1	XX	XX	
Panneaux OSB standards structurels-12 mm	OSB2	XX	XX	
Panneaux OSB standards non structurels-15 mm	OSB3	XX	XX	
Panneaux OSB ignifugés structurels-12 mm	OSB4	XX	XX	

Tableau 3 : Répartition des échantillons en fonction du flux incident appliqué au cône calorimètre (X=1 test)

#### **4.1. EVALUATION LA COMBUSTION**

Les résultats sont regroupés dans un fichier Excel référencé 'caractérisation de la combustion de produits bois' qui est dissocié du corps du rapport.

#### **4.2. EVALUATION DE L'EUROCLASSE AVEC CONETOOLS**

Le logiciel Conetools (Version 2.3.0, SP Fire Technology, 2004) est utilisé ici pour émettre une prédiction du niveau Euroclasse du matériau bois testé au cône calorimètre. Il est à noter que cette prédiction constitue une approche qui ne tient compte que du matériau sans intégrer aucun montage dans un domaine d'application donné (mur, plafond, ect...).

Le logiciel ConeTools a été développé par l'institut norvégien SP en 2002 suite aux différents travaux de prédiction présentés précédemment. Il porte sur le calcul d'un modèle qui prend en compte le temps d'inflammation et la courbe de débit calorifique obtenus au calorimètre à cône. Le résultat du calcul permet de prédire la valeur de l'indice FIGRA et THR du SBI.

Les trois majeures hypothèses qui ont été faites pour l'établissement du modèle prédictif sont :

- le taux de développement de la surface de combustion et le taux de dégagement calorifique sont découplés
- le taux de développement de la surface de combustion est proportionnel à la facilité d'allumage c'est-à-dire à l'inverse du temps d'allumage dans le test au cône.
- l'historique du taux de dégagement calorifique par unité de surface à chaque endroit dans le SBI est le même que celui existant dans le test au cône.

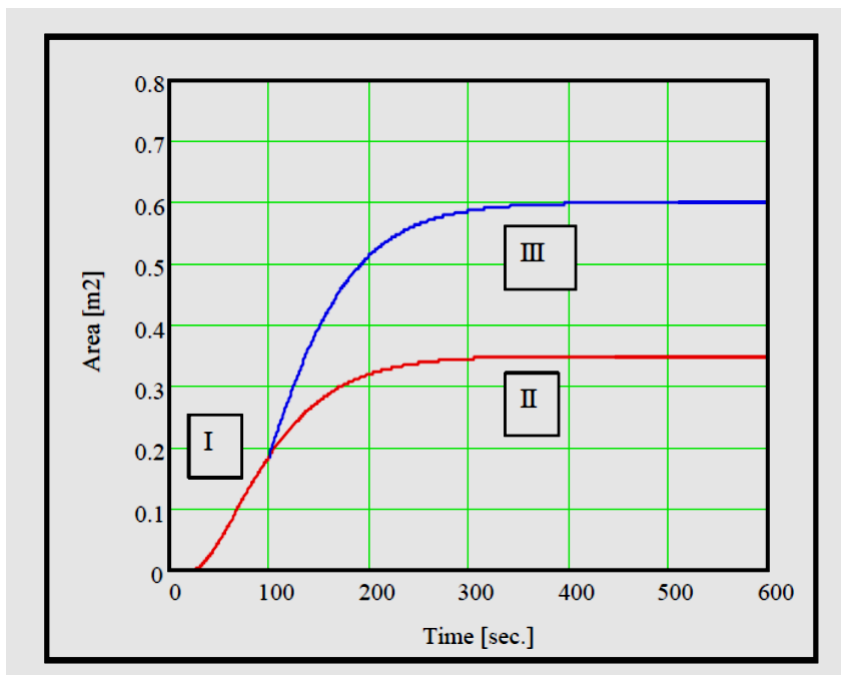


Figure 3: Courbes de surface de combustion calculées suivant trois modèles mathématiques pour le SBI.

Le modèle est développé pour une utilisation du cône à 50 KW/m<sup>2</sup>. Toutefois, il est possible de réaliser une prédiction pour des essais au cône conduit sous un autre flux incident. Dans ce cas, la méthode prévoit d'appliquer une correction sur le temps d'allumage et le taux de dégagement calorifique.

### 4.3. LIMITES A L'EXPLOITATION DES DONNEES

- Les données issues du test au cône calorimètre fournissent une évaluation intrinsèque du comportement au feu des matériaux sous un éclairage énergétique donnée (50 KW/m<sup>2</sup>, 35 KW/m<sup>2</sup>, 20 KW/m<sup>2</sup>), en excluant toute intégration dans un système de mise en œuvre.
- Le comportement des matériaux ne tient pas compte des interactions entre les différents composants et l'environnement (évaluation en système ventilé).
- Les données de caractérisation du comportement au feu des produits bois permettent de développer des protocoles de mise à l'échelle via un processus complexe (modélisation et simulation) et l'utilisation des valeurs à cette fin nécessite une connaissance qualifiée en Ingénierie de Sécurité Incendie.
- Dans des scénarii bien spécifiques, des tests de système à moyenne et grande échelle sont recommandés en complémentarité afin de démontrer certaines performances.
- Certains tests nécessitent d'être réitérés afin de confirmer les valeurs de caractérisation et pouvoir exprimer la variabilité intrinsèque des produits.
- Certains produits ignifugés ne semblent pas montrer de réelle amélioration de la performance feu du matériau. Il serait nécessaire de pouvoir ré-évaluer d'autres lots de fabrication afin de détecter les éventuels problèmes (hétérogénéité du traitement, amélioration de la technique d'échantillonnage par exemple, etc...)

## 5. CONCLUSION & PERSPECTIVES

Cette étude a permis de caractériser le comportement au feu de trente références de produit à base de bois de différentes origines. Cette première démarche de caractérisation au cône calorimètre permet d'avoir une base de données réaliste, exploitable pour des études ISI. En effet, les données générées permettent d'accéder à des valeurs calorifiques brutes du matériau dans des conditions de combustion précise, sous atmosphère ventilée et flux incident stationnaire. Les données ainsi collectées pourront être extrapolées à différents scénarii feu dans le cas par exemple d'études de simulation type FDS, mais également pour avoir des données calorifiques dans le cas d'expertises diverses.

Les résultats pourront par la suite alimenter une base de données de caractérisation au feu des matériaux. Cette future base de données sera destinée à fournir des données d'entrée précises sur la combustion de produits, des données disponibles en un lieu unique et structuré à l'usage des acteurs concernés, une exploitation facile pour différents types d'études ISI et d'analyses diverses.

Plusieurs perspectives se présentent dans la poursuite de ce travail d'acquisition.

D'une part, le contenu de la base de données devra être complété afin de développer un outil regroupant des paramètres additionnels requis dans les études ISI plus globales, couplées par exemple à l'évacuation des personnes ou à l'étude prédictive de la durabilité de la protection au feu d'éléments du bâtiment (par exemple vis-à-vis des intempéries).

Ces données complémentaires peuvent intégrer entre autres des valeurs de pouvoir calorifique pour le calcul des masses combustibles, des déterminations de niveaux de flux critique à l'extinction, des conditions d'incandescence ou d'amorçage de feu couvant. Par ailleurs, des données liées aux émanations de gaz (analyse FTIR) et d'aérosols (production de suies) sont également à capitaliser vis-à-vis des objectifs de sécurité des personnes et d'impacts environnementaux.

D'autre part, il est important de réfléchir dès à présent sur le positionnement de cette base dans un écosystème permettant de communiquer avec d'autres bases de données du bâtiment et pouvoir contextualiser les données via des plateformes d'agrégation. Dans cette optique, le projet « cahier des charges base de données feu » en cours avec le CODIFAB a pour but de présenter des propositions permettant d'organiser la base de données feu en présentant des ouvertures à tous les autres types de matériau du bâtiment.









# Annexes

---


## ANNEXE 1 : BOIS MASSIF SANS COLLE (BMSC)

Fournisseur : Simonin

Identification interne	BMSC1	BMSC2	BMSC3	BMSC4	BMSC5	BMSC6
Photo						
Descriptif	Bois massif brut	Bois massif brut	Bois massif avec vernis classique	Bois massif avec vernis classique	Bois massif avec vernis intumescent	Bois massif avec vernis intumescent
Domaine d'Application	Revêtement intérieur Elément structurel	Revêtement intérieur Elément structurel	Revêtement intérieur Elément structurel	Revêtement intérieur Elément structurel	Revêtement intérieur Elément structurel	Revêtement intérieur Elément structurel
Masse volumique à 12 % d'humidité	450 (± 60) kg/m <sup>3</sup>	740 (± 50) kg/m <sup>3</sup>	450 (± 60) kg/m <sup>3</sup>	740 (± 50) kg/m <sup>3</sup>	450 (± 60) kg/m <sup>3</sup>	740 (± 50) kg/m <sup>3</sup>
Epaisseur	25 mm	25 mm	25 mm	25 mm	25 mm	25 mm
Composition	Essence de bois d'Epicéa	Essence de bois de chêne	Essence de bois d'Epicéa	Essence de bois de chêne	Essence de bois d'Epicéa	Essence de bois de chêne
Nature de la surface	Raboté	Raboté	Vernis à base acrylique -Aquaclear 1331 grammage total humide appliqué de 70 g/m <sup>2</sup>	Vernis à base acrylique - Aquaclear 1331 grammage total humide appliqué de 70 g/m <sup>2</sup>	Vernis intumescent - système deux couches- Teknosafe 2467 grammage total humide appliqué de 240 g/m <sup>2</sup> + Aquaclear 1331 grammage total humide appliqué de 70 g/m <sup>2</sup>	Vernis intumescent - système deux couches- Teknosafe 2467 grammage total humide appliqué de 240 g/m <sup>2</sup> + Aquaclear 1331 grammage total humide appliqué de 70 g/m <sup>2</sup>



## ANNEXE 2 : BOIS MASSIF AVEC COLLE (BMAC)

Fournisseur : Piveteau

Identification interne	BMAC1
Photo	
Descriptif	Bois lamellé collé
Domaine d'application	Structurel intérieur Revêtement intérieur ou extérieur
Masse volumique	480 ( $\pm 40$ ) Kg/m <sup>3</sup>
Epaisseur	25 mm
Composition	Lamelles de bois de douglas assemblées par collage avec une colle type Mélamine Urée Formaldéhyde.
Nature de la surface	Raboté





### ANNEXE 3 : PANNEAU MDF (MDF)

Fournisseur : FINSA

Identification interne	MDF1	MDF2
Photo		
Descriptif	Panneau de MDF brut	Panneau de MDF ignifugé
Domaine d'application	Agencement intérieur Utilisation en milieu sec	Agencement intérieur Utilisation en milieu sec
Masse volumique nominale	610 Kg/m <sup>3</sup>	720 Kg/m <sup>3</sup>
Epaisseur nominale	19 mm	19 mm
Composition	Panneau MDF d'essence de résineux contenant 14 % en masse de colle à base de résine urée formaldéhyde	Panneau MDF d'essence de résineux contenant 19 % en masse de colle à base de résine urée formaldéhyde et ignifugé dans la masse avec Siriono N6330 (mélange aqueux de mono et polyphosphate) à un taux massique de 12.5% (m/m)
Nature de la surface	brute	brute



## ANNEXE 4 : PANNEAU MDF REPLAQUE BOIS (MDFRB)

Fournisseur : Oberflex

Identification interne	MDFRB1	MDFRB2	MDFRB3	MDFRB4
Photo				
Descriptif	Panneau de MDF replaqué avec une essence de bois imprégnable	Panneau de MDF replaqué avec une essence de bois non imprégnable	Panneau de MDF ignifugé replaqué avec une essence de bois imprégnable	Panneau de MDF ignifugé replaqué avec une essence de bois non imprégnable
Domaine d'application	Agencement intérieur Utilisation en milieu sec	Agencement intérieur Utilisation en milieu sec	Agencement intérieur Utilisation en milieu sec	Agencement intérieur Utilisation en milieu sec
Masse volumique	750 (±50) Kg/m <sup>3</sup>	750 (±50) Kg/m <sup>3</sup>	750 (±50) Kg/m <sup>3</sup>	750 (±50) Kg/m <sup>3</sup>
Épaisseur	18.5 (±0.5) mm	18.5 (±0.5) mm	18.5 (±0.5) mm	18.5 (±0.5) mm
Composition	Panneau MDF replaqué provenant d'essence de résineux (Épaisseur du plaquage : 0.45 mm).	Panneau MDF replaqué provenant d'essence de résineux. (Épaisseur du plaquage : 0.45 mm).	Panneau MDF replaqué provenant d'essence de résineux. Ignifugation en surface et dans la masse. (Épaisseur du plaquage : 0.45 mm).	Panneau MDF replaqué provenant d'essence de résineux. Ignifugation en surface et dans la masse. (Épaisseur du plaquage : 0.45 mm).
Nature du placage	Placage d'essence de bois imprégnable revêtu par un verni.	Placage d'essence de bois imprégnable revêtu par un verni.	Placage d'essence de bois imprégnable revêtu par un verni.	Placage d'essence de bois imprégnable revêtu par un verni.
Type de colle d'interface entre le support et placage	Colle à base de résine 'PUR HOTMELT' appliquée avec un grammage de X=80 g/m <sup>2</sup>	Colle à base de résine 'PUR HOTMELT' appliquée avec un grammage de X=80 g/m <sup>2</sup>	Colle à base de résine 'PUR HOTMELT' appliquée avec un grammage de X=80 g/m <sup>2</sup>	Colle à base de résine 'PUR HOTMELT' appliquée avec un grammage de X=80 g/m <sup>2</sup>


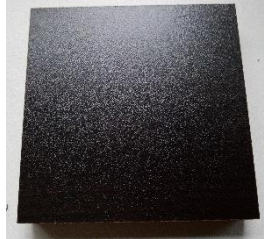
## ANNEXE 5 : PANNEAU MDF REPLAQUE STRATIFIE (MDFRS)

Fournisseur Oberflex

Identification interne	MDFRS1	MDFRS2
Photo		
Descriptif	Panneau de MDF replaqué avec un stratifié bois	Panneau de MDF ignifugé replaqué avec un stratifié bois
Domaine d'application	Agencement intérieur Revêtement intérieur	Agencement intérieur Revêtement intérieur
Masse volumique	750 (±50) Kg/m <sup>3</sup>	750 (±50) Kg/m <sup>3</sup>
Epaisseur	18.5 (±0.5) mm	18.5 (±0.5) mm
Composition	Placage stratifié à base de résine Mélamine, et feuilles de bois. Epaisseur totale X=0.95 mm.	Placage stratifié à base de résine Mélamine .....et feuilles de bois. Epaisseur totale de X=0.95 mm.
Nature de la surface	Placage stratifié à base de résine et feuilles de bois.	Placage stratifié à base de résine et feuilles de bois.
Type de colle d'interface entre le support et placage	Colle à base de résine 'PUR HOTMELT' appliquée avec un grammage de X=80 g/m <sup>2</sup>	Colle à base de résine 'PUR HOTMELT' appliquée avec un grammage de X=80 g/m <sup>2</sup>




## ANNEXE 6 : PANNEAU MDF SURFACE MELAMINE (MDFSM)

Fournisseur Oberflex

Identification interne	MDFSM1	MDFSM2
Photo		
Descriptif	Panneau de MDF surfacé mélaminé	Panneau de MDF ignifugé surfacé mélaminé
Domaine d'application	Agencement intérieur Revêtement intérieur	Agencement intérieur Revêtement intérieur
Masse volumique	750 ( $\pm 50$ ) Kg/m <sup>3</sup>	750 ( $\pm 50$ ) Kg/m <sup>3</sup>
Épaisseur	18.5 ( $\pm 0.5$ ) mm	18.5 ( $\pm 0.5$ ) mm
Composition	Panneau MDF replaqué provenant d'essence de résineux.	Panneau MDF replaqué provenant d'essence de résineux.
Nature de la surface	Mélamine avec papier décor bois. (Épaisseur du plaquage : 0.80 mm).	Mélamine avec papier décor bois. (Épaisseur du plaquage : 0.80 mm).
Type de colle d'interface entre le support et placage	Colle à base de résine 'PUR HOTMELT' appliquée avec un grammage de X=80 g/m <sup>2</sup>	Colle à base de résine 'PUR HOTMELT' appliquée avec un grammage de X=80 g/m <sup>2</sup>

## ANNEXE 7 : PANNEAU DE PARTICULES (PP)

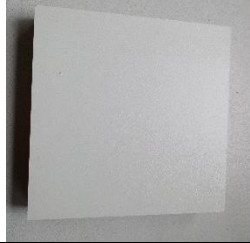
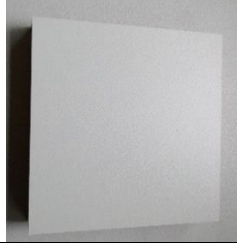
Fournisseur : Egger

Identification interne	PP1	PP2	PP3
Photo			
Descriptif	Panneau de particules standard	Panneau de particules ignifugé dans la masse	Panneau de particules type Dalle CTBH
Domaine d'application	Agencement intérieur Utilisation en milieu sec	Agencement intérieur Utilisation en milieu sec	Revêtement de sol Utilisation en milieu humide
Masse volumique	670 Kg/m <sup>3</sup>	690-700 Kg/m <sup>3</sup>	670 Kg/m <sup>3</sup>
Epaisseur	19 mm	19 mm	22 mm
Composition	Panneau de particules contenant 8% en masse de colle sèche (résine UF).	Panneau de particules contenant 9.6 % en masse de colle sèche (résine MUF) Ignifugation obtenue par ajout de phosphate d'ammonium.	Panneau de particules contenant 12 % en masse de colle sèche (résine MUF).
Nature de la surface	-	-	-







## ANNEXE 8 : PANNEAU DE PARTICULES SURFACE MELAMINE (PP)

Fournisseur : Egger

Identification interne	PPSM1	PPSM2
Photo		
Descriptif	Panneau de particules surfacé mélaminé	Panneau de particules ignifugé surfacé mélaminé
Domaine d'application	Revêtement intérieur Agencement	Revêtement intérieur Agencement
Masse volumique	670 Kg/m <sup>3</sup>	690-700 Kg/m <sup>3</sup>
Epaisseur	19 mm	19 mm
Composition	Panneau de particules surfacé mélaminé.	Panneau de particules surfacé mélaminé.
Nature de la surface	Mélamine avec papier décor blanc de 95 g/m <sup>2</sup> .	Mélamine avec papier décor blanc de 95 g/m <sup>2</sup> .
Type de colle d'interface entre le support et placage	Mélamine	Mélamine





## ANNEXE 9 : PANNEAU DE CONTREPLAQUE (CP)

Fournisseur : Joubert

Identification interne	CP1	CP2	CP3	CP4
Photo				
Descriptif	Panneau de contreplaqué peuplier	Panneau de contreplaqué okoumé	Panneau de contreplaqué peuplier ignifugé dans la masse	Panneau de contreplaqué okoumé ignifugé dans la masse
Domaine d'application	Revêtement intérieur Agencement	Revêtement intérieur Agencement	Revêtement intérieur Agencement	Revêtement intérieur Agencement
Masse volumique nominale	400-450 Kg/m <sup>3</sup>	450-500 Kg/m <sup>3</sup>	400-450 Kg/m <sup>3</sup>	450-500 Kg/m <sup>3</sup>
Epaisseur nominale	18 mm	18 mm	18 mm	18 mm
Composition	Contreplaqué constitué de 9 plis de peuplier.	Contreplaqué constitué de 9 plis de okoumé.	Contreplaqué constitué de 9 plis de peuplier. Ignifugation dans la masse.	Contreplaqué constitué de 9 plis de okoumé. Ignifugation dans la masse.
Nature de la surface	brut	brut	brut	brut

## ANNEXE 10 : PANNEAU OSB (OSB)

Fournisseur : Kronoswiss

Identification interne	OSB1	OSB2	OSB3	OSB4
Photo				
Descriptif	Panneau OSB structurel épais	Panneau OSB structurel fin	Panneau OSB non structurel	Panneau OSB structurel fin ignifugé
Domaine d'application	Structurel	Structurel	Agencement Revêtement intérieur	Structurel
Masse volumique nominale	600 (±50) Kg/m <sup>3</sup>	600 (±50) Kg/m <sup>3</sup>	600 (±50) Kg/m <sup>3</sup>	600 (±50) Kg/m <sup>3</sup>
Epaisseur nominale	25 mm	12 mm	15 mm	12 mm
Composition	Panneau OSB aggloméré avec une colle	Panneau OSB aggloméré avec une colle	Panneau OSB aggloméré avec une colle	Panneau OSB aggloméré avec une colle Ignifugation dans la masse .