



ETUDE

**MODELISATIONS NUMERIQUES
DES ESSAIS AU FEU A MOYENNE
ECHELLE DE LOCAUX AVEC
PAROIS EN BOIS**

AVERTISSEMENT

Cette publication vise à mettre à disposition des acteurs de la construction les résultats d'études menées dans le cadre des travaux de la Commission Technique d' ADIVbois.

ADIVbois ne saurait être tenu pour responsable des omissions, inexactitudes ou erreurs que pourrait contenir cette publication et qui résulteraient de la retranscription de ces études, réalisées sous la responsabilité de leurs auteurs respectifs, et auxquelles le lecteur est invité à se référer directement.

ADIVbois souligne également que les éléments et recommandations retranscrites dans le présent ouvrage présentent un caractère informatif et ne sauraient en aucun cas se substituer, même pour partie, aux études techniques et juridiques, tant au stade de la conception que de l'exécution, qui incombent à chaque acteur de la construction dans le cadre des projets auxquels il pourra être amené à participer.

Droits d'auteur - copyright ©

L'ensemble de ce document relève de la législation française et internationale sur le droit d'auteur et la propriété intellectuelle. Tous les droits de reproduction sont réservés, y compris pour les documents téléchargeables et les représentations iconographiques et photographiques.

La reproduction de tout ou partie de ce document, y compris sur un support électronique quel qu'il soit est formellement interdite sauf autorisation expresse d' ADIVbois, du Codifab et des réalisateurs de l'étude.

PRÉAMBULE

Depuis 2016, l'Association pour le Développement des Immeubles à Vivre Bois porte un projet innovant reposant sur des immeubles bois de moyenne et grande hauteur, qui se distinguent par des solutions structurelles bois et des aménagements intérieurs faisant appel au bois.

Ce projet innovant va de pair avec un important travail collectif (études, benchmark, prototypages) visant à accompagner la réalisation d'immeubles démonstrateurs.

La Commission Technique d'ADIVbois a lancé, depuis 2016, un nombre conséquent de travaux dans le cadre d'ateliers thématiques (structure, incendie, acoustique, enveloppe, environnement...) et d'études afin d'accompagner la conception et la réalisation des Immeubles à Vivre Bois. L'objectif de ces travaux est de favoriser la levée de freins technico-réglementaires et d'être partagés avec la collectivité.

Le présent document s'inscrit dans cette démarche.

La présente étude expérimentale avait pour but de réaliser des essais de développement de feu dans un local représentant un local d'une construction en bois.

L'objectif de cette étude était d'obtenir des données expérimentales suffisamment complètes pour, d'une part, valider (et éventuellement améliorer) les outils de calculs actuellement utilisés pour les études en ingénierie de la sécurité incendie (ISI) et, d'autre part, de vérifier les conditions permettant d'avoir le non-entretien de la combustion avec flammes vives des éléments en bois structuraux.

Les essais effectués se répartissent en :

- Dix essais au cône calorimètre sur des éprouvettes en épicea
- Huit essais à moyenne échelle dans une enceinte cubique de 1,40 m de côté, avec différentes configurations de parois en bois (CLT à base d'épicea) et d'ouverture de ventilation
- Quatre essais à échelle réelle, d'une cellule de 5,1 m x 5,5 m x 2,6 m, avec différente configuration d'élément structural en bois (plafond, ou paroi ou poutres-poteau) pour des ouvertures de ventilation représentatives des bâtiments d'habitation ou de bureaux.

La présentation des résultats de ces essais fait l'objet des rapports ADIVbois intitulés " INC_O Essais au feu à moyenne échelle de locaux avec parois en bois" et " INC_O Essais au feu à grande échelle de locaux avec bois structural".

Le présent rapport du CSTB concerne les modélisations numériques des essais à moyenne échelle réalisées avec le logiciel FDS, selon les hypothèses mentionnées.

Modélisations numériques des essais moyennes échelles

Demander de l'étude :

CODIFAB

Rédacteur	Vérificateur	Approbateur	Version	Date
Renato MOLE-ANTONIAZZA	EI Mehdi KOUTAIBA	EI Mehdi KOUTAIBA	1	31/05/2022

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

Ce rapport comporte 14 pages.

SOMMAIRE

1. OBJECTIFS DE L'ÉTUDE NUMERIQUE.....	3
2. PRÉSENTATION DE L'ÉTUDE EXPÉRIMENTALE.....	3
3. PRÉSENTATION DES MODELES NUMERIQUES.....	4
3.1. FIRE DYNAMICS SIMULATOR.....	4
3.2. MODELE DE CONTRIBUTION DU BOIS.....	4
3.3. HYPOTHESES DE CALCUL.....	5
4. RÉSULTATS.....	7
4.1. ESSAIS 1.....	7
4.2. ESSAIS 2.....	8
4.3. ESSAIS 3.....	9
4.4. ESSAIS 4.....	9
4.5. ESSAIS 5.....	10
4.6. ESSAIS 6.....	11
4.7. ESSAIS 7.....	11
4.8. ESSAIS 8.....	12
5. CONCLUSION.....	13
Annexe A	Références bibliographiques..... 14
Annexe B	Références projets..... 14

1. OBJECTIFS DE L'ÉTUDE NUMÉRIQUE

L'objectif de cette étude est de consolider et valider les méthodes de simulations numériques de contribution d'élément en bois lors d'un incendie dans un compartiment. Trois points font l'objet d'une attention particulière à savoir :

- l'identification de l'impact des conditions d'inflammation du bois dans le local,
- la quantification de la contribution du bois à l'incendie et
- l'identification des configurations pour lesquelles les flammes vives se maintiennent après extinction du foyer primaire.

Au préalable, une campagne d'essai est menée dans l'optique de disposer de données fiables sur les principales grandeurs physiques lors d'un incendie dans un compartiment (Contribution du bois en termes de puissance, température d'ambiance, épaisseur de bois carbonisé ...). Cette campagne a fait l'objet d'un rapport (référence rapport). Les données d'essai pourront être comparées à celles issues des modélisations numériques. Leur adéquation permettra de conclure sur la validité des méthodes employées actuellement et potentiellement, dans le cas contraire, identifié les pistes d'amélioration et les perspectives pour y parvenir.

2. PRÉSENTATION SUCCINCTE DE L'ÉTUDE EXPÉRIMENTALE

Dans cette partie, les points abordés concernent uniquement les données jugées utiles à la comparaison avec la modélisation numérique.

La campagne d'essai est constituée de huit essais réalisés dans un local dont les dimensions intérieures sont : 1,4 x 1,4 x 1,4 m³ et équipé d'une ouverture de 0,8 m de largeur et à hauteur variable en façade (voir modélisation Figure 1). Une hotte calorifique coiffe le local et permet *a posteriori* d'évaluer le débit calorifique et en particulier la part liée à la contribution du bois. Cette donnée pourra être comparée à celle calculée par FDS avec le modèle de contribution du bois (voir partie 3). L'instrumentation pour la phase gazeuse est représentée dans le plan Figure 1.

Tableau 1 : Campagne d'essai – Résumé

Essais	Configuration	Puissance du brûleur (kW)	Taux d'ouverture (%)
1	Panneaux en coin	100	50
2	Panneaux en coin	100	100
3	Panneaux en vis-à-vis	50	50
4	Panneaux en vis-à-vis	100	100
5	Panneaux en coin + plafond	100	100
6	Panneaux en coin + plafond	50	50
7	Panneaux en coin + plafond	50	25
8	Panneaux en coin + plafond	100	50

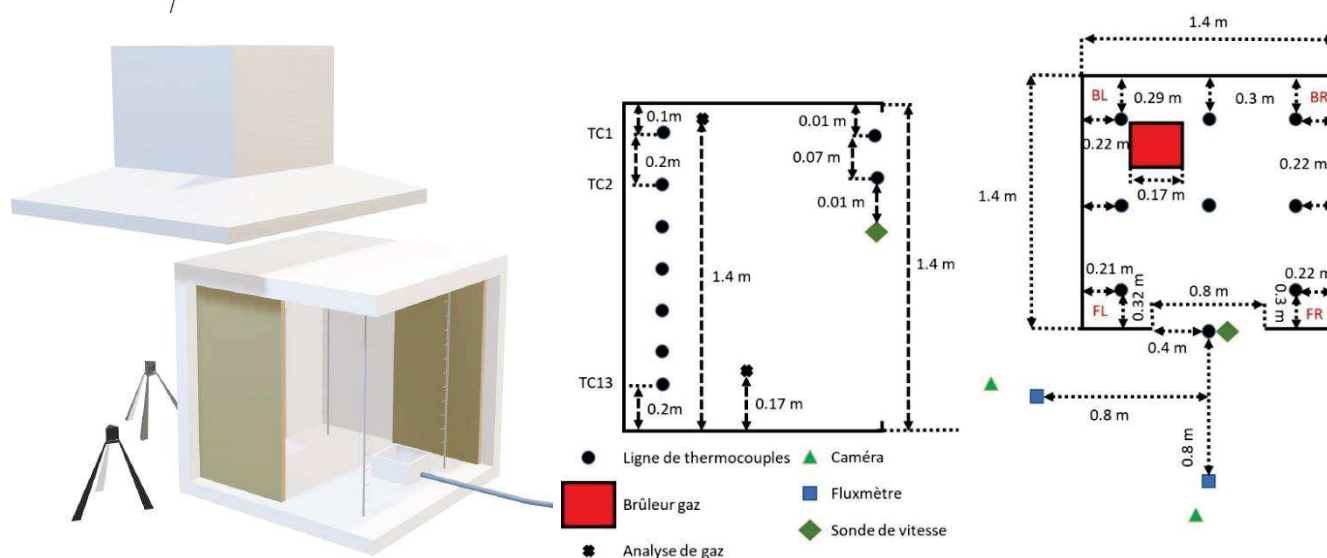


Figure 1 : (à gauche) Représentation 3D du local d'essai, des deux panneaux de CLT en vis-à-vis et du brûleur en coin ; (à droite) schéma de l'instrumentation

Un essai débute avec l'allumage du brûleur à la puissance prévue. Le brûleur reste allumé pendant 1800 secondes, soit 30 minutes. À l'issue, le brûleur est arrêté et les observations des panneaux de CLT débutent. L'objectif est de déduire s'il y a extinction ou auto-entretien de l'incendie.

3. PRÉSENTATION DES MODÈLES NUMÉRIQUES

Une méthode de simulation numérique de contribution du bois est basée sur un modèle de simulation d'incendie et un second déterminant le début calorifique par unité de surface de bois.

3.1. Fire Dynamics Simulator

Le logiciel Fire Dynamics Simulator (FDS) [R1] développé aux États-Unis par le National Institute of Standards and Technology est largement utilisé en ingénierie pour calculer les sollicitations thermiques sur des structures.

FDS est un modèle de champs aux volumes finis permettant de résoudre sur une grille de calcul tridimensionnelle les équations de la mécanique des fluides décrivant le mouvement des fluides à faible nombre de Mach. Un modèle de combustion basé sur une hypothèse de réaction infiniment rapide, un modèle de rayonnement et un modèle de conduction de la chaleur dans les parois sont couplés à ce modèle aérodynamique de façon à représenter les phénomènes principaux mis en jeu lors d'un incendie en bâtiment.

Un foyer d'incendie est paramétré en considérant une surface en feu. Un ensemble de paramètres allant du débit calorifique au combustible est associé à cette surface.

Sur demande de l'utilisateur, les données de température et de flux énergétique peuvent être sauvegardées. FDS dispose de fonctions internes permettant, entre autres, l'activation/désactivation d'objets modélisés et le suivi de grandeurs physiques.

Les modèles de contribution du bois sont paramétrés dans FDS par une combinaison de surfaces représentant des panneaux de bois, de fonctions permettant l'activation d'un foyer sur ces surfaces et le suivi des grandeurs physiques associées.

3.2. Modèle de contribution du bois

Deux modèles de prédiction de la dégradation du bois sont utilisés et comparés dans cette étude.

Le premier modèle est basé sur l'atteinte d'un critère de température de surface et de flux net reçu sur paroi froide à partir duquel la cellule représentant le bois comment à contribuer.

Le débit calorifique par unité de surface de contribution du bois est par la suite fonction du flux net sur paroi froide reçu à cette même surface. Cette évolution peut être résumée par le graphe (voir Figure 2) suivant :

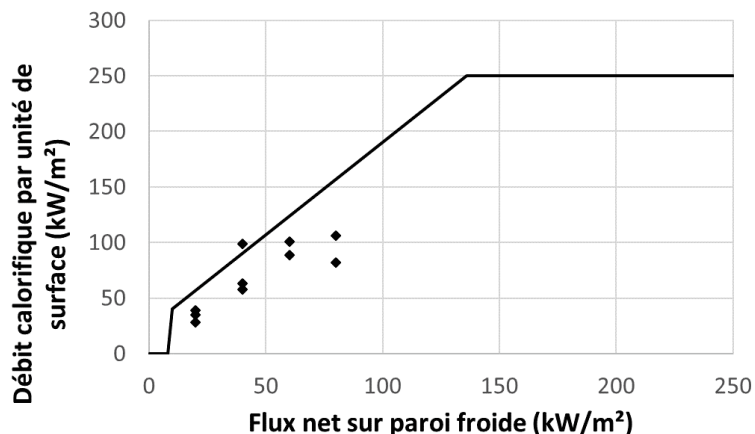


Figure 2 : Evolution du débit calorifique en fonction du flux énergétique

À l'atteinte d'une température de surface de 300°C et passé les 8kW/m² de flux net reçu sur paroi froide, le débit calorifique augmente très nettement. À 10kW/m² de flux énergétique, le débit calorifique atteint 40kW/m². Le débit augmente ensuite linéairement pour atteindre 250kW/m² à 136kW/m² de flux énergétique. La valeur seuil de 250kW/m² est fixée de façon forfaitaire et correspond à une densité de débit calorifique maximale observée pour le bois. Pour information, les points sur le graphe sont les résultats des essais au cône calorimètre réalisés dans le cadre de cette étude. Ce modèle est appelé modèle « 2 variables » par la suite.

Le modèle précédent est uniquement dépendant du flux énergétique et de l'atteinte d'une température et cela indépendamment de l'état du bois, notamment lorsqu'une couche de charbon s'établit à la surface exposée. Ainsi, il a été d'utilisé un second modèle fonction de ces paramètres auxquels s'ajoute l'épaisseur du charbon. L'idée ici est de prendre en compte la présence du charbon qui a tendance à réduire le taux de perte de masse et donc du débit calorifique surfacique pour le même le flux. Ce modèle est construit pour prendre en compte ce phénomène. Ce modèle est appelé modèle « 3 variables » par la suite.

3.3. Hypothèses de calcul

Le domaine de calcul épouse les faces extérieures du local hormis en face de l'ouverture (voir Figure 3) où le domaine est étendu de 60 cm. Ce domaine est discrétisé à l'aide d'un maillage cubique de 0,05 m de côté. Les faces autour de l'ouverture à part le sol sont dites « open » (conditions aux limites permettant de reproduire la connexion avec l'environnement extérieur, en bleu sur la Figure 3). Au contraire, des faces ne sont pas « open » (voir surface marron) et modélisent donc soit le sol ou une cloison. La hotte calorimétrique et la capacité d'aspiration de la hotte calorimétrique ne sont pas modélisées.

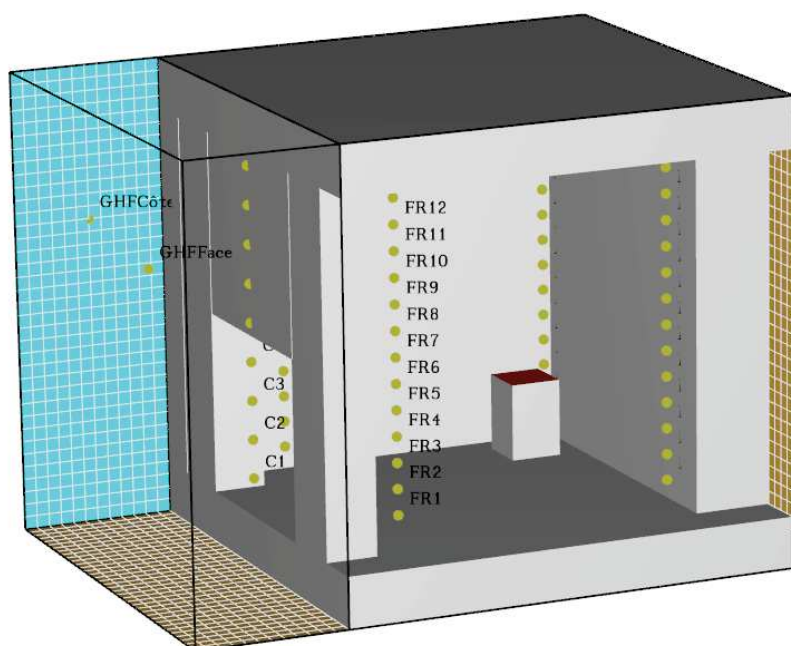


Figure 3 : Modélisation du local d'essai sous FDS

Le local est modélisé à ses dimensions réelles. Les parois en béton cellulaire sont également modélisées suivant les propriétés renseignées dans le Tableau 2.

Tableau 2 : Propriété des parois du local modélisé

	Capacité thermique (kJ/kg K)	Conductivité (W/m K)	Masse volumique (kg/m ³)	Émissivité
Béton cellulaire	1,04	0,1	400	0,97

Les panneaux de CLT sont modélisés en volume et par des surfaces pour prendre en compte leur contribution. En effet, ces surfaces permettent de modéliser le débit calorifique. Des propriétés du bois sont toutefois renseignées et à retrouver dans le Tableau 3 et Figure 4

Tableau 3 : Propriétés du bois des panneaux de CLT

	Formule chimique	Enthalpie de combustion (kJ/kg)	Masse volumique (kg/m ³)	Émissivité
Bois	C _{4.85} H _{6.65} O _{2.3} N _{0.5}	17500	450	0,85

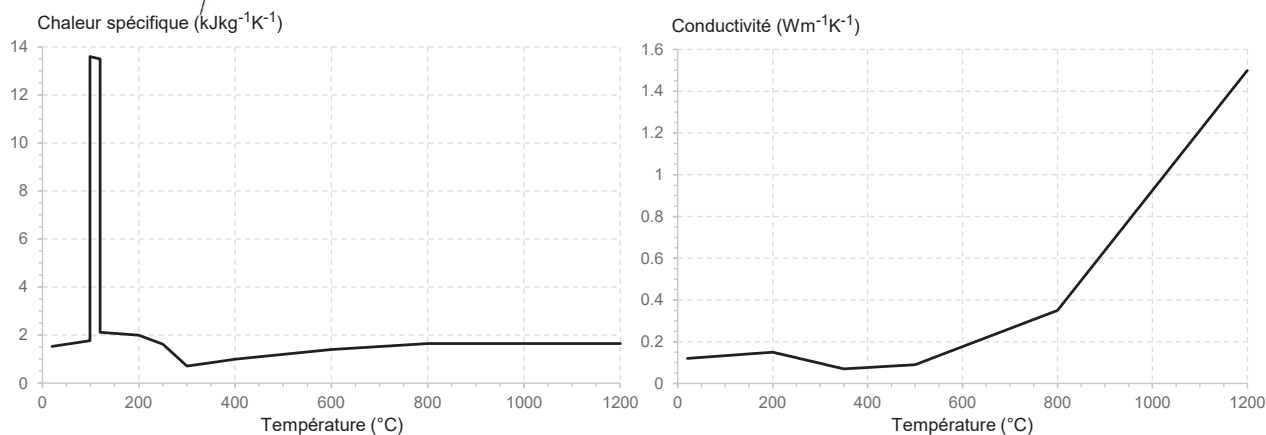


Figure 4 : Propriétés thermo-physiques du bois des panneaux de CLT

Le brûleur est modélisé par des dimensions ajustées par rapport aux réelles. Au sommet du solide, une surface est ajoutée afin de modéliser l'injection de gaz (visible en rouge voir Figure 3).

4. RÉSULTATS

Les résultats de comparaison portent sur le débit calorifique et en particulier la contribution du CLT, les éventuels phénomènes d'auto-extinction ou d'auto-entretien après arrêt du foyer primaire et la température de la couche chaude. La puissance expérimentale est évaluée à partir des nombres de moles d'O₂ consommées et de CO₂ et CO produits, mesurés via l'analyse de gaz. Cette puissance est totale et inclue donc celle du brûleur. La température de la couche chaude est supposée égale à la moyenne des maxima de température relevés près du plafond du local de chaque ligne de thermocouples.

4.1. Essais 1

L'essai 1 implique deux panneaux en coin, un brûleur à 100 kW et une ouverture à 50 %. La puissance thermique croît très rapidement, atteint un pic de puissance puis décroît. À l'arrêt du brûleur, il est observé une auto-extinction. Dans la couche chaude, la température atteint un palier de 1000 °C et décroît à l'arrêt du brûleur (voir courbe pointillée bleu Figure 5).

Les puissances thermiques calculées sont éloignées de celle évaluée expérimentalement (voir Figure 5). Il est prédit que le foyer atteigne un plateau de puissance et que la combustion au niveau des CLT est auto-entretenu après l'arrêt du brûleur. Numériquement, la contribution maximale des panneaux de bois est évaluée avec le modèle « 2 variables » à 600 kW et à 500 kW avec le modèle « 3 variables ».

Les températures moyennes de couche chaude sont proches avec des écarts qui ne dépassent pas 100°C environ, passé la phase de croissance. A titre purement indicatif, comparé à la sollicitation thermique de l'ISO834 (voir courbe pointillée vert Figure 5), les températures mesurées et calculées sont supérieures.

Le modèle « 3 variables » détermine une croissance du débit calorifique avec un offset de 300 sec environ. Il est notable qu'à l'atteinte des 500°C de température moyenne dans la couche chaude autour de ces 300 sec, le débit calorifique croît plus rapidement que dans les premiers instants de l'incendie.

Dans le cas de l'essai 1, les modèles numériques ne permettent pas de reproduire l'auto-extinction du bois après arrêt du brûleur. la température moyenne de couche chaude est-elle correctement reproduite.

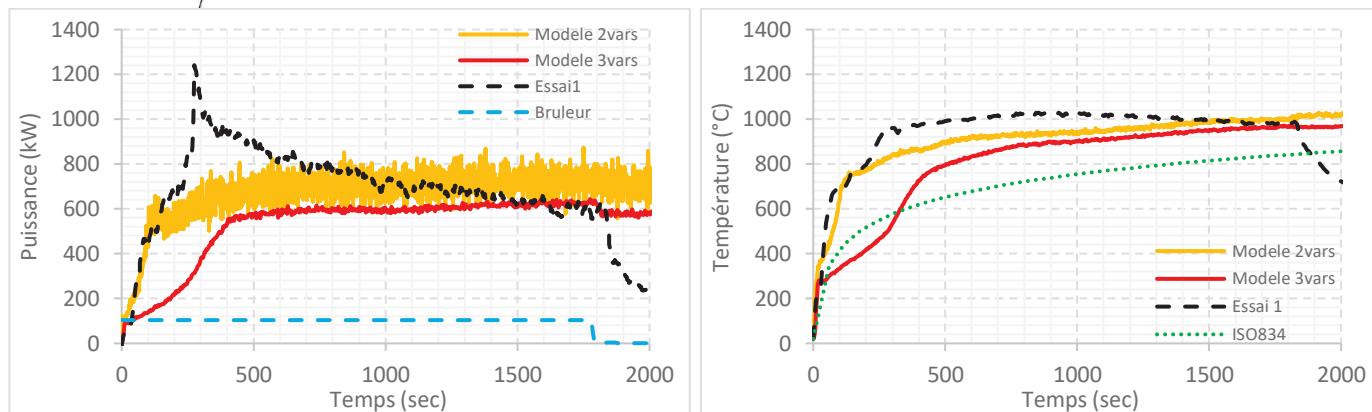


Figure 5 : Essai 1 – Comparaison des puissances thermiques (à gauche) et des températures de couche chaude dans le local (à droite)

4.2. Essais 2

L'essai 2 implique deux panneaux CLT en coin, un brûleur à 100 kW et une ouverture à 100 %. L'évolution de la puissance thermique est très différente de celle de l'essai 1. La puissance thermique atteint un pseudo-palier entre 400 et 500 kW avant de diminuer fortement à l'arrêt du brûleur. Il est ici observé une auto-extinction. La température de couche chaude ne dépasse pas les 700°C et diminue à l'arrêt du brûleur.

Avec le Modèle « 2 variables », la puissance thermique calculée et le phénomène à l'extinction du brûleur ne sont pas comparables ni à l'essai, ni au second modèle.

La puissance thermique calculée avec le modèle « 3 variables » est supérieure à celle de l'essai mais reste comparable. La cinétique est différente. Lors de l'essai, le plateau de puissance est atteint dans les premiers instants. Ce modèle prédit une croissance plus lente avec un offset de 1000 sec environ entre le plateau de puissance de l'essai et celui calculé. La contribution des panneaux de CLT avec ce modèle est estimée à 500 kW dans la phase stationnaire. Ce modèle prédit également l'auto-extinction à l'arrêt du brûleur.

Lors de l'essai, la température augmente très rapidement pour atteindre 700°C. Cette valeur n'est atteinte qu'après 1000 sec de feu avec le modèle « 3 variables » du fait de la cinétique plus lente qu'il reproduit. La dynamique calculée avec ce modèle est marquée par une croissance très rapide avec des niveaux de température autour de 300°C. L'atteinte d'une température de 400°C marque une augmentation plus rapide de la puissance. Cette valeur de température semble être le marqueur numérique d'un embrasement généralisé dans cette configuration de local.

Dans le cas de l'essai 2, le modèle « 2 variables » ne permet pas de prédire le phénomène d'auto-extinction. Le modèle « 3 variables » reproduit des niveaux de puissance et de température similaires à celles des essais hormis sa cinétique plus lente. Ce modèle arrive à reproduire l'auto-extinction du bois pour cette configuration.

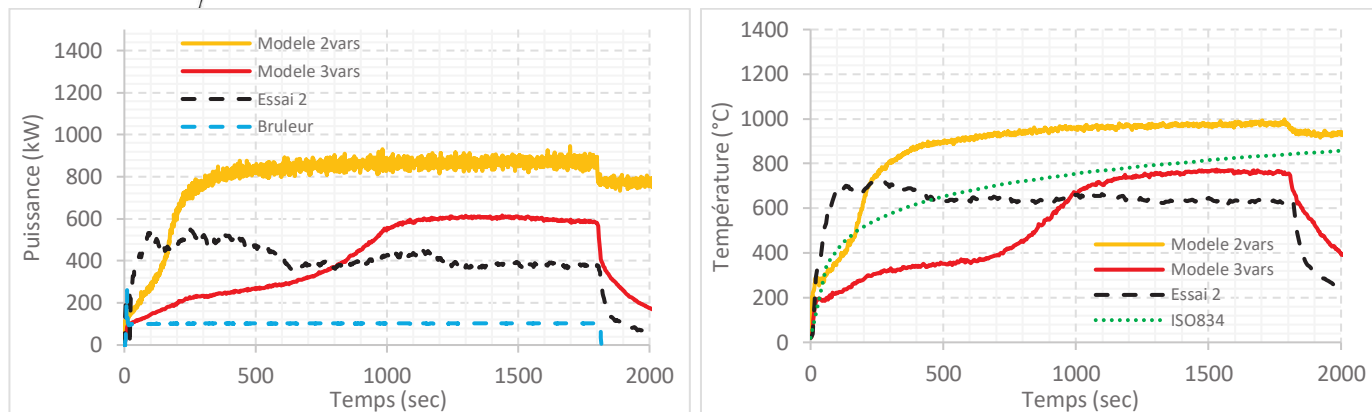


Figure 6 : Essai 2 – Comparaison des puissances thermiques (à gauche) et des températures de couche chaude dans le local (à droite)

4.3. Essais 3

L'essai 3 implique deux panneaux CLT en vis-à-vis, un brûleur à 50 kW et une ouverture à 50 %. L'évolution de la puissance thermique est particulière avec deux pics. Cette évolution n'a été observée qu'à l'essai 3. À l'arrêt du brûleur, l'auto-extinction est constatée. L'évolution de la température de couche chaude est également caractérisée par deux pics.

Les deux modèles ne reproduisent pas l'évolution de la puissance et prédisent un auto-entretien de l'incendie. La température expérimentale n'est pas non plus reproduite tant en évolution qu'en intensité.

Les modèles ne permettent pas de reproduire les phénomènes en jeu dans cet essai 3. On notera la particularité des résultats expérimentaux et notamment la réinflation des panneaux CLT observée à 25 min environ. Ce phénomène paraît difficilement reproductible avec les 2 modèles utilisés.

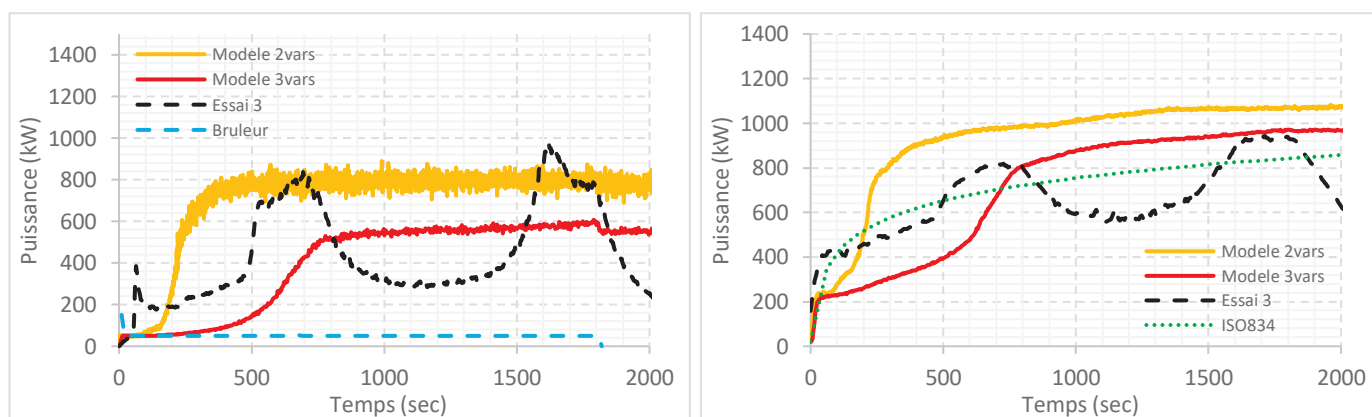


Figure 7 : Essai 3 – Comparaison des puissances thermiques (à gauche) et des températures de couche chaude dans le local (à droite)

4.4. Essais 4

L'essai 4 implique deux panneaux CLT en vis-à-vis, un brûleur à 100 kW et une ouverture à 100 %. L'évolution de la puissance thermique atteint un plateau de 400 kW environ puis est marquée par un pic de 300 kW entre 700 sec et 1000 sec de feu pour retrouver enfin le plateau. La température de couche chaude est également marquée par un pic à 700 sec.

Le modèle « 2 variables » prédit une évolution de puissance thermique correspondant au double de celle mesurée lors de l'essai. De plus, après l'arrêt du brûleur, ce modèle prédit l'auto-entretien.

La puissance thermique calculée avec le modèle « 3 variables » est au contraire inférieure de 200 kW à celle de l'essai. Il est à noter que la puissance thermique augmente de manière continue jusqu'à l'arrêt du brûleur. À cet instant, le

modèle prédit une auto-extinction. Les différences observées sur les puissances sont retranscrites dans les températures. Avec le modèle « 2 variables », la température atteint au maximum 1100 °C, contre 750 °C pour l'essai et 400 °C pour le modèle « 3 variables ».

Le modèle « 2 variables » ne reproduit pas les phénomènes de l'essai 4. Le modèle « 3 variables » permet de prédire une auto-extinction sans reproduire l'évolution ni de la puissance thermique, ni de la température. Dans ce dernier cas, la prédiction de l'auto-extinction peut être nuancée. En effet, la puissance thermique n'atteint pas de plateau.

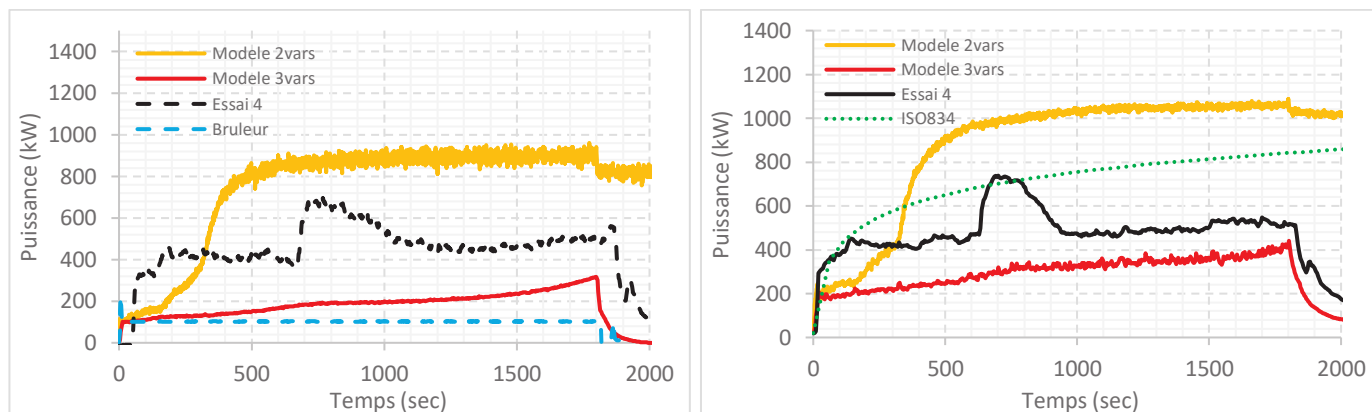


Figure 8 : Essai 4 – Comparaison des puissances thermiques (à gauche) et des températures de couche chaude dans le local (à droite)

4.5. Essais 5

L'essai 5 implique des panneaux CLT au plafond et en coin, un brûleur à 100 kW et une ouverture à 100 %. À l'image de l'essai 1, l'évolution de la puissance thermique croît rapidement pour atteindre un pic à 1000 kW. Il s'en suit une décroissance jusqu'à l'arrêt du brûleur où l'auto-extinction est observée. La température croît très rapidement, se stabilise à 800°C jusqu'à l'arrêt du brûleur et décroît.

Les modèles ne permettent de reproduire l'évolution de la puissance. Les deux évolutions calculées sont caractérisées par l'atteinte d'un plateau. À l'arrêt du brûleur, les deux modèles prédisent un auto-entretien de l'incendie quand on observe une extinction. Concernant les températures, les valeurs restent assez proches entre 800 et 900°C y compris avec la sollicitation de l'ISO834.

Il est notable que l'atteinte de 400°C n'influence pas l'évolution de la puissance. Cette dernière garde la même croissance.

Dans le cas de l'essai 5 et à l'image de l'essai 1, les modèles ne permettent pas de reproduire la dynamique du foyer.

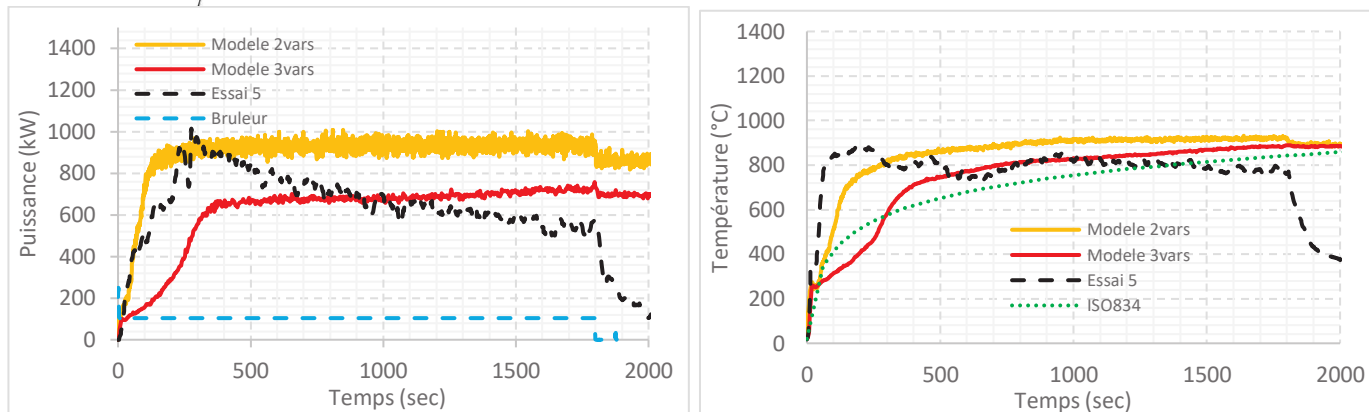


Figure 9 : Essai 5 – Comparaison des puissances thermiques (à gauche) et des températures de couche chaude dans le local (à droite)

4.6. Essais 6

L'essai 6 implique des panneaux CLT au plafond et en coin, un brûleur à 50 kW et une ouverture à 50 %. La combustion des panneaux de CLT et la croissance rapide de la puissance thermique interviennent tardivement vis-à-vis des autres essais. Un pic de puissance de 1100 kW s'en suit puis une légère décroissance jusqu'à l'arrêt du brûleur¹ marquant l'extinction et une forte décroissance.

L'évolution de la puissance n'est pas reproduite par les modèles tant en intensité que l'auto-extinction après arrêt du brûleur. L'évolution de la température n'est pas reproduite.

Dans le cas de l'essai 6, les modèles ne permettent pas de reproduire les phénomènes. Il est à noter qu'à la différence des essais précédents, le modèle « 3 variables » prédit une puissance et une température au modèle « 2 variables ».

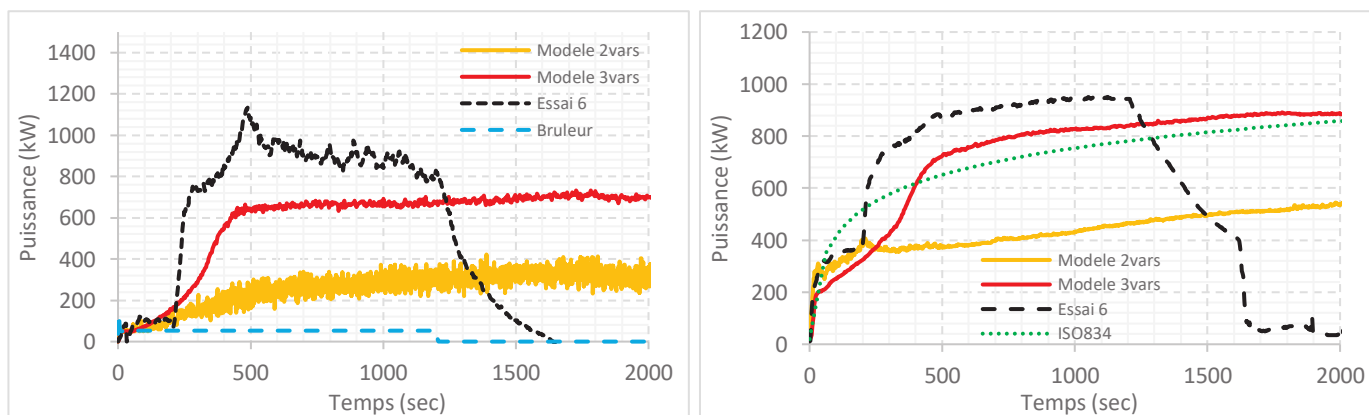


Figure 10 : Essai 6 – Comparaison des puissances thermiques (à gauche) et des températures de couche chaude dans le local (à droite)

4.7. Essais 7

L'essai 7 implique des panneaux de CLT au plafond, en coin, un brûleur à 50 kW et une ouverture à 25 %. La puissance thermique croît rapidement, se caractérise par un double pic à 1000 sec de feu environ puis décroît. L'essai 7 se caractérise par un auto-entretien malgré l'arrêt du brûleur.

Les modèles prédisent des valeurs de puissances proches de celle mesurée en essai. Les deux pics de puissance et la décroissance qui suit ne sont toutefois pas reproduits. Les modèles prédisent également un auto-entretien.

¹ L'arrêt du brûleur intervient à 1200 sec dans l'essai 6 contre 1800 sec prévu.

Concernant les températures, les valeurs calculées et mesurées sont proches avec des écarts de l'ordre 100 °C au maximum.

Dans le cas de l'essai 7, les modèles permettent de reproduire les phénomènes.

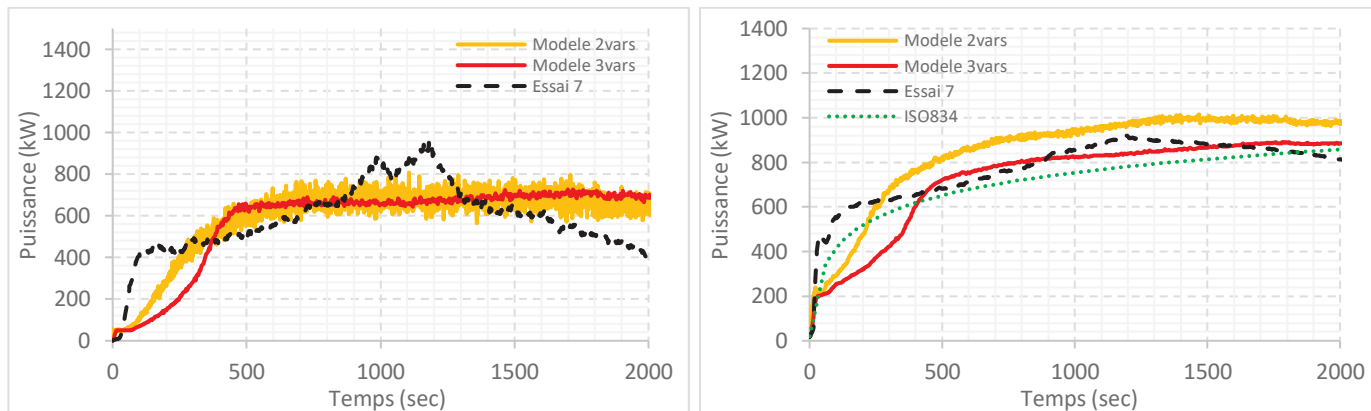


Figure 11 : Essai 7 – Comparaison des puissances thermiques (à gauche) et des températures de couche chaude dans le local (à droite)

4.8. Essais 8

L'essai 8 implique des panneaux CLT au plafond, en coin, un brûleur à 100 kW et une ouverture à 50 %. Cet essai a été arrêté plus tôt que prévu ; cela explique la chute de la puissance thermique avant 1000 sec. La puissance thermique augmente très rapidement pour atteindre 1200 kW, maintenue jusqu'à l'arrêt. La température atteint 1000°C avant arrêt. Les modèles, très proche en prédiction, déterminent une valeur de puissance à 700 kW environ au maximum. L'auto-extinction est également prédite, mais aucune comparaison n'est possible étant donné le déroulement de l'essai. Cet écart important en puissance se traduit par 200°C de différence en température.

Dans le cas de l'essai 8, les modèles ne permettent pas de reproduire les phénomènes.

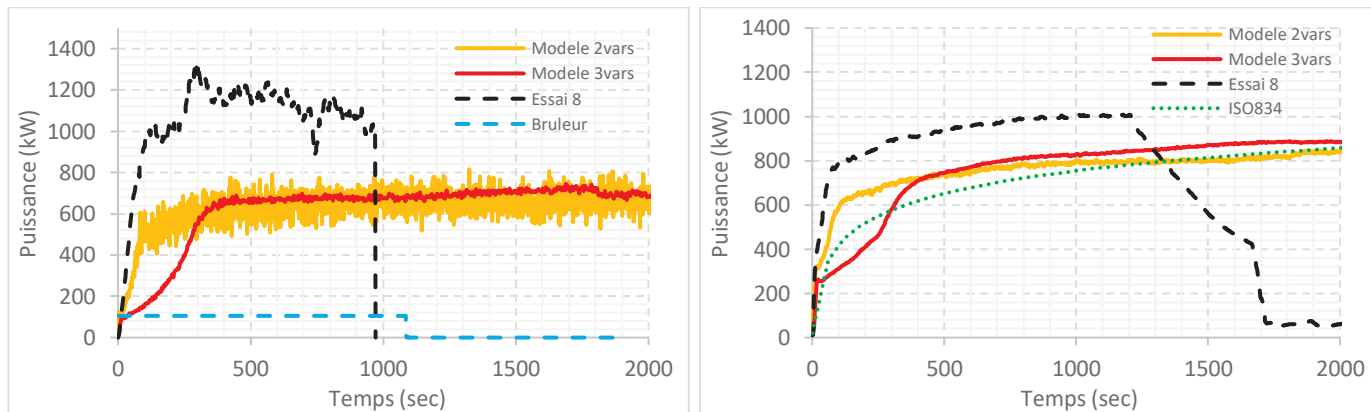


Figure 12 : Essai 8 – Comparaison des puissances thermiques (à gauche) et des températures de couche chaude dans le local (à droite)

5. CONCLUSION ET PERSPECTIVE

Pour rappel, l'objectif initial est de consolider et de valider les méthodes de simulations numériques de contribution du bois à un incendie dans un compartiment.

Le modèle « 2 variables » ne permet pas de reproduire les phénomènes observés dans les 8 essais. Les résultats obtenus avec le modèle « 3 variables » sont prometteurs. Ce dernier permet de prédire l'extinction après arrêt du brûleur dans les essais 2, 4 et l'auto-entretien dans le 7.

Essais	Configuration	Puissance du brûleur (kW)	Taux d'ouverture	Résultat	Prédiction
1	2 panneaux en coin	100	50	Extinction	Auto-entretien
2	2 panneaux en coin	100	100	Extinction	<ul style="list-style-type: none">• 3 vars : Extinction• 2 vars : Auto-entretien
3	2 panneaux en vis-à-vis	50	50	Extinction	Auto-entretien
4	2 panneaux en vis-à-vis	100	100	Extinction	<ul style="list-style-type: none">• 3 vars : Extinction• 2 vars : Auto-entretien
5	2 panneaux en coin et un au plafond	100	100	Extinction	Auto-entretien
6	2 panneaux en coin et un au plafond	50	50	Extinction	Auto-entretien
7	2 panneaux en coin et un au plafond	50	25	Auto-entretien	Auto-entretien
8	2 panneaux en coin et un au plafond	100	50	Extinction	Auto-entretien

Les prochaines étapes consistent à traiter deux points concernant le modèle « 3 variables » :

- Modifier les conditions et critères d'inflammation afin de reproduire une cinétique d'incendie similaire à celle observée lors des essais.
- Déterminer, en parallèle au modèle de contribution du bois, quels sont les autres paramètres induisant l'auto-entretien dans les modélisations numériques.

Annexe A Références bibliographiques

- [R1] Fire Dynamics Simulator Technical Reference Guide Volume 1-2-3**, K. McGrattan and al., version 6.5.3, Janvier 2017
- [R2] Arrêté du 29 septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation**, 08 octobre 2005
- [R3] The relation of Oxygen to the Heat of Combustion of Organic Compounds**, Philosophical Magazine and Journal of Science, 33, 1917, W THORNTON

Annexe B Références projets

- [R4] Essais au feu sur une maquette de local comprenant des parois en bois apparent**, G. Giovannelli, CSTB, version 1, 03/05/2022



A D I V B O I S

www.adivbois.org

CODIFAB

comité professionnel de développement
des industries françaises de l'ameublement et du bois