



le futur en construction

DIRECTION SECURITE, STRUCTURES, FEU

Division Mécanique et Résistance au feu

RAPPORT D'ESSAIS N° RS14-102/A

CONCERNANT UN ESSAI DE RESISTANCE AU FEU

SUR PLANCHER

Laboratoire pilote agréé par le Ministère de l'Intérieur (Arrêté du 5 février 1959 modifié).

Ce rapport d'essais atteste uniquement des caractéristiques de l'objet soumis aux essais et ne préjuge pas des caractéristiques de produits similaires. Il ne constitue pas une certification de produits au sens des articles L 115-27 à L 115-33 et R115-1 à R115-3 du code de la consommation.

L'élément, objet du présent rapport, a été choisi en collaboration avec le demandeur.

En cas d'émission du présent rapport par voie électronique et/ou sur support physique électronique, seul le rapport sous forme de support papier signé par le CSTB fait foi en cas de litige. Ce rapport sous forme de support papier est conservé au CSTB pendant une durée minimale de 10 ans.

La reproduction de ce rapport d'essais n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

Il comporte **42** pages.

A LA DEMANDE DE :

CODIFAB

28 bis Avenue Daumesnil

75012 PARIS

CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BATIMENT

SIÈGE SOCIAL > 84 AVENUE JEAN JAURÈS | CHAMPS-SUR-MARNE | 77447 MARNE-LA-VALLÉE CEDEX 2

TÉL. (33) 01 64 68 83 26 | FAX. (33) 01 64 68 83 35 | www.cstb.fr

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

OBJET

Essai de comportement au feu d'un plancher bois

TEXTES DE REFERENCE

- Arrêté du 22 mars 2004 modifié
- NF EN 1363-1 (édition mars 2013)
- NF EN 1365-2 (édition décembre 2014)

NATURE DE L'ESSAI

Evaluation d'un écran de protection rapporté sous un plancher bois

DATE DE L'ESSAI

10 mars 2015

PROVENANCE ET CARACTERISTIQUES DES ECHANTILLONS

Les échantillons ont été conçus par le Comité Technique de l'Action 33, Sous-Action 1 de l'avenant à la convention CSTB-DHUP n° 0000494 notifiée le 29/12/2009.

Il a été convenu que ces échantillons soient fournis et fabriqués par le CSTB et d'éventuels sous-traitants.

OPERATEURS DE L'ESSAI

Opérateurs	
Responsable des essais	José PESTANA
Pilote de conduite du four	Jean François MOLLER
Assistant du pilote de conduite du four	Paulo PANGIA N'GANI

AUTEURS, VERIFICATEURS, APPROBATEURS DU RAPPORT D'ESSAIS



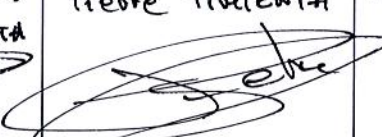


Auteurs	Vérificateur	Approbateur(s)	Version	Date
José PESTANA (CSTB) 	Dhionis DHIMA (CSTB) 	Pierre PIMENTA 	1.0	31/03/2015
Nicolas PINOTEAU (CSTB) 				
Romuald AVENEL (CSTB) 				

Table des matières

OBJET	4
1 Description du PLANCHER TESTE et de la procédure d'essai	4
1.1 Composition du plancher	4
1.2 Instrumentation	9
1.3 Modalités de l'essai	11
2 Résultats Observés et mesurés Pendant l'essai	13
2.1 Mesures de températures et de la pression du four	13
2.2 Observations visuelles pendant l'essai.....	14
2.3 Mesures des températures horizontalement dans le plancher	23
2.4 Mesures des températures verticalement dans le plancher.....	26
2.5 Mesures des températures dans les solives.....	29
2.6 Mesures des déplacements verticaux	30
3 OBSERVATIONS après le refroidissement	32
3.1 Observations après l'essai et le refroidissement en face exposée.....	32
3.2 Observations après l'essai et le refroidissement en face non-exposée.....	33
Synthèse de observations	34
ANNEXE 1 : teneur en eau des échantillons de plâtre	36
ANNEXE 5 : DISTRIBUTIONS DE TEMPERATURES VERTICALES DANS L'ÉPAISSEUR DU PLANCHER ..	37

OBJET

Dans le cadre de la révision des DTU : Annexe Nationale EC5 Partie 1-2 portant sur les solutions écrans, une étude expérimentale a été réalisée sur le comportement au feu de parois (murs ou plancher) constituées d'éléments en bois protégés d'écrans en plaques de plâtre. Un plancher et deux cloisons ont été testés au feu afin de déterminer leur durée d'étanchéité et d'isolation.

Ce rapport d'essais présente l'essai sur un plancher sollicité thermiquement avec un feu ISO 834-1 sur la face inférieure protégée par des panneaux en plâtre.

Il comporte 3 parties:

Partie 1 : l'élément de cloison testé et les modalités de l'essai,

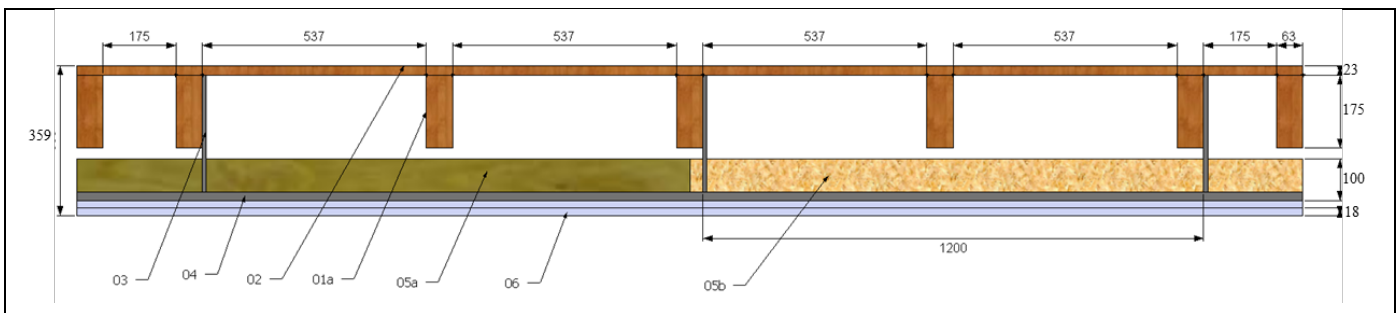
Partie 2 : Les observations et les mesures effectuées pendant l'essai,

Partie 3 : Les observations effectuées après le refroidissement.

1 DESCRIPTION DU PLANCHER TESTE ET DE LA PROCEDURE D'ESSAI

1.1 Composition du plancher

L'élément testé est un plancher constitué d'une ossature en bois protégée en sous face par un écran horizontal réalisé par un plafond suspendu isolé (Figure 1).



01a : Solives

02 : Plancher OSB

03 : Suspentes

04 : Fourrures

05a : Isolant fibres de bois

05b : Isolant laine de verre

06 : Parements BA18

Figure 1 : Plan de coupe du plancher

Ce plancher de dimensions hors tout de 4600 x 2970 x 360 mm³ (h x l x e) est constitué (du haut vers le bas) i) d'un sol en OSB, ii) de solives, iii) d'isolant thermique, vi) d'un plafond suspendu en plaques de BA18.

i) **Sol Parquet**

Le sol est constitué en lattes de parquet en bois résineux disposées transversalement aux solives du plancher sur lesquelles elles sont pointés.

ii) **Solives**

Sept solives, de section 175 x 63 mm², de longueur 4474 mm et espacées de 600 mm en partie courante, sont maintenues, à chaque extrémité, par une solive identique de longueur 2940 mm. Ces appuis transversaux sont renforcés par des entretoises réalisées par des tronçons de solives identiques. Les solives, disposées parallèlement au grand axe du four, reposent ainsi sur les rives transversales de celui-ci.

Verticalement, sur chaque longueur et largeur du plancher, une plaque de panneau inerte, formant les jupes du plancher, simule un départ de mur.

iii) **Isolant thermique**

L'isolant thermique d'une épaisseur de 100 mm est placé à 25 mm des semelles des solives. La moitié de la largeur du plancher présente de la **laine de bois (Ouest)** d'une masse volumique de 55 kg/m³ et l'autre moitié présente de la **laine de verre (Est)** d'une masse volumique de 12 kg/m³. Ces isolants sont insérés dans le plenum et reposent sur les profils support de l'ossature du plafond. L'isolation thermique est ainsi maintenue en place sans collage ni fixation mécanique et assemblée à bord droit entre les panneaux, sans aboutage en partie courante.

iv) **Plafond suspendu en BA18**

Des fourrures sont disposées perpendiculairement aux solives du plancher support au pas maximal de 450 mm. Un jeu de 10 mm est ménagé à leurs extrémités.

Ces fourrures sont maintenues aux solives du plancher support par des suspentes vissées sur une même face d'une solive à une autre face au pas de 1200 mm. La première suspente est positionnée à 63 mm de chaque rive longitudinale du plancher.

Un écran, réalisé par 2 peaux en **BA18 Type A**, est fixé sur les fourrures par des vis disposées au pas de 300 mm pour la première peau et de 150 mm pour deuxième peau. Les joints d'assemblage longitudinaux sont alignés d'une peau à une autre et les joints d'assemblages transversaux sont décalés de 450 mm d'une peau à une autre (Figure 2).

Les joints d'assemblage entre plaques de plâtre sont traités à l'enduit de finition, à base plâtre, dans lequel est marouflée une bande à joint.

Le plancher et le plafond suspendus ont été montés par les agents du CSTB. L'élément d'essai a été conservé dans les conditions ambiantes de la halle du laboratoire pendant une durée de plus de 5 jours après sa finition avant de réaliser l'essai au feu.

Le Tableau 1, le Tableau 2 et le Tableau 3 présentent les différents composants du plancher.

Tableau 1 : Composants du Plancher (support de référence)

DESIGNATION	REFERENCE	MATERIAUX	CARACTERISTIQUES	FOURNISSEUR
1a. Solives	EPICEA Repère [01a]	Bois résineux	Section : 175 x 63 M.V Théo : ≥ 450 [kg/m ³]	DIVERS
Entretoises	EPICEA Repère [01b]	Bois résineux	Section : 175 x 63 M.V Théo : ≥ 450 [kg/m ³]	DIVERS
Fixations		Acier bichromaté	Ø 6 x 120	DIVERS
2. Revêtement de sol	Repère [02]	Bois résineux	Epaisseur : 23 M.V Théo : ≥ 600 à 700 [kg/m ³]	DIVERS

Tableau 2 : *Composants DE L'ECRAN HORIZONTAL (PLAFOND SUSPENDU)*

DESIGNATION	REFERENCE	MATERIAUX	CARACTERISTIQUES	FOURNISSEUR
3. Suspentes	STIL® F530	Acier galvanisé	Epaisseur : 0,6 Entraxe : 1200	PLACOPLATRE
4. Fourrures	STIL® F530	Acier galvanisé	Epaisseur : 0,6 Entraxe : 450	PLACOPLATRE
Fixation suspentes		Acier nickelé	Vis Ø 4,5 x 25 2 vis par suspentes	DIVERS
6. Parements 1 ^{er} et 2 ^{ème} peaux	BA18 Type A	Plaques de plâtre cartonnées standard	Dim HT : 2500 x 1200 (h x l) Epaisseur : 18	PLACOPLATRE®
Fixation 1 ^{ère} peau	STILVIS TTPC	Acier phosphaté	Vis Ø 4,5 x 25 Pas moyen : 300	PLACOPLATRE®
Fixation 2 ^{ème} peau	STILVIS TTPC	Acier phosphaté	Vis Ø 4,5 x 45 Pas moyen : 150	PLACOPLATRE®
Enduit	PREGYLIS™ 35PR	A base plâtre	Mise en œuvre à la spatule Sac de 25 kg	DIVERS
Bande à joint		Papier micro- perforé	Largeur : 50 Epaisseur : 0,2	DIVERS

Tableau 3 : *Composants de l'Isolant thermique*

DESIGNATION	REFERENCE	MATERIAUX	CARACTERISTIQUES	FOURNISSEUR
5b. Isolant ①	IBR nu	Laine verre	Rouleau : 8000 x 1200 Epaisseur : 100 M.V. mesurée : 12,4 kg/m ³	SAINT-GOBAIN ISOVER
5a. Isolant ②	STEICO Flex	Fibres de bois	Panneaux de 1220 x 575 Epaisseur : 100 M.V. mesurée : 55,4 kg/m ³	STEICO SE (Allemagne)

La Figure 2 présente les plans des suspentes et fourrures et la Figure 3 présente les photographies des différentes étapes du montage du plancher.

L'annexe 1 présente les plans détaillés des éléments du plancher.

Deux échantillons de plaques de plâtre (échantillons A et B) ont été prélevés sur un lot approvisionné pour le montage. La teneur en eau est déterminée par perte de masse lors d'un étuvage à 50°C (conformément à l'annexe F de la norme NF EN 1363-1). Postérieurement à la mise en étuve, les échantillons ont été conservés dans les mêmes conditions que l'élément testé. L'annexe 3 présente les évolutions des pertes de masse des échantillons A et B pendant leur conservation avant étuvage.

La teneur en eau des échantillons est de 0.6%.

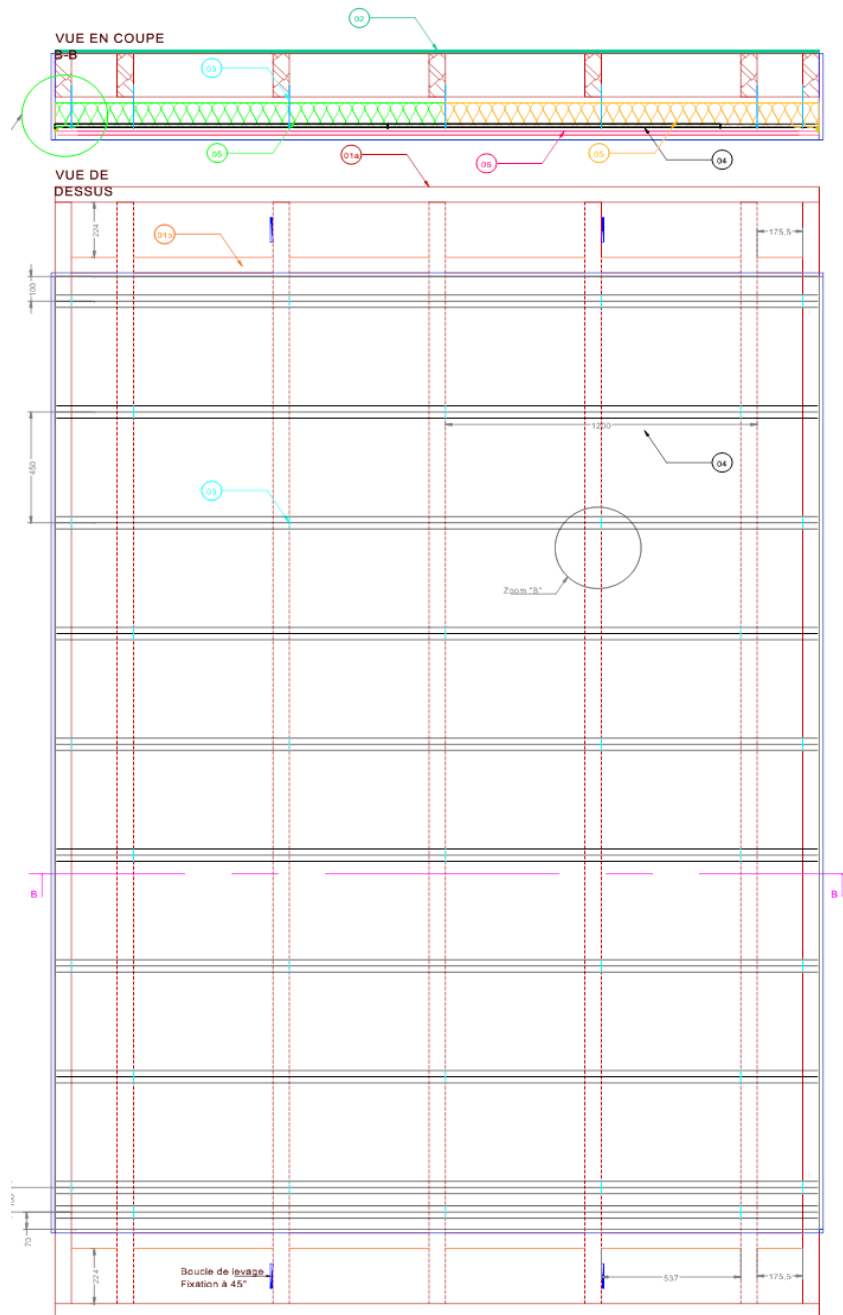


Figure 2 : Plan des suspentes et fourrures

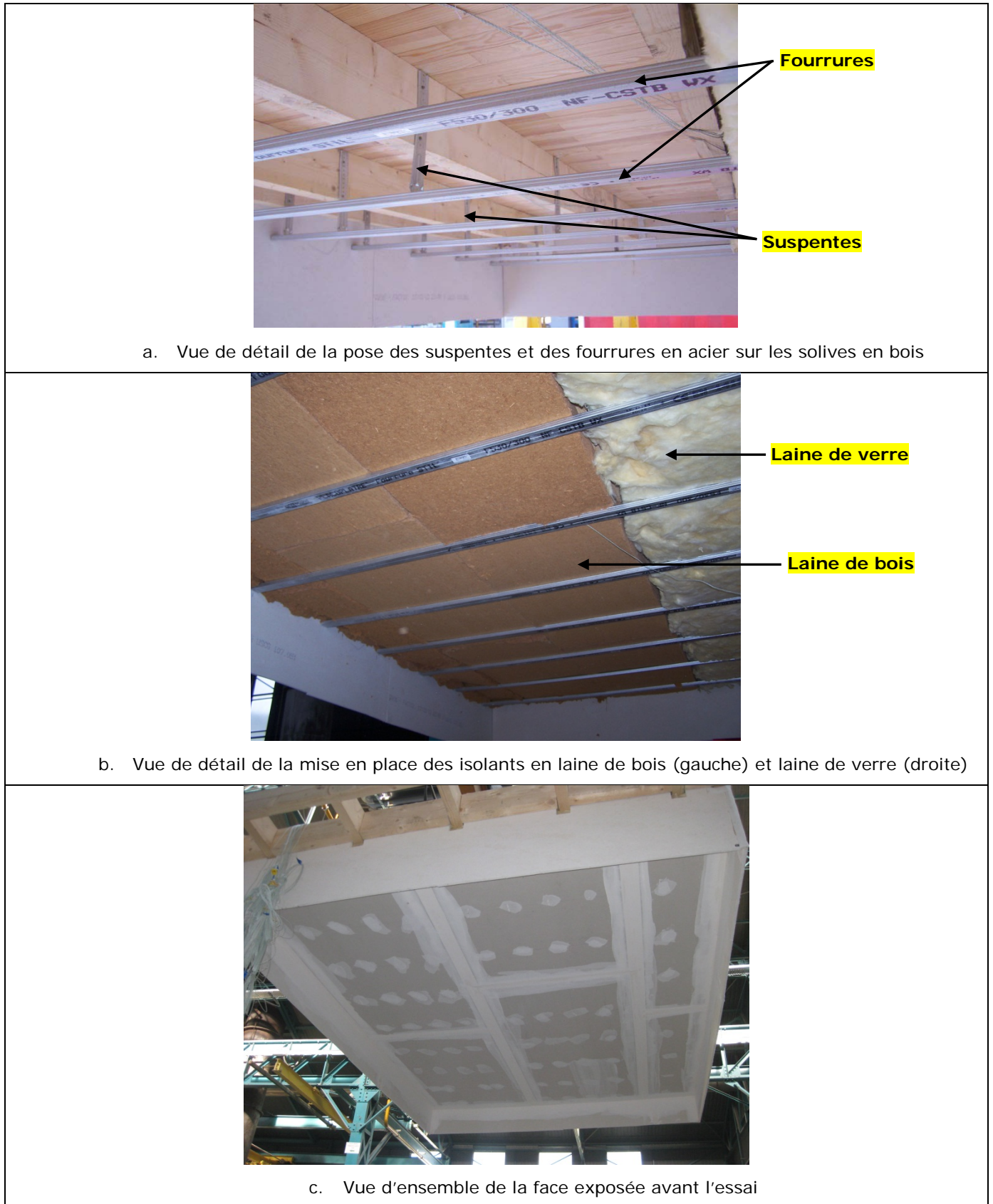


Figure 3 : Photographies pendant le montage du plancher

1.2 Instrumentation

Le plancher est instrumenté en thermocouples type K placés à différentes hauteurs. Les positions des thermocouples sont situées autour de 5 sections présentées sur la Figure 1 et la Figure 5. Le repérage s'effectue avec l'orientation Nord-Sud-Est-Ouest, présenté sur les légendes.

Les sections 1, 2, 3 et 4 se situent sur les diagonales du plancher aux niveaux des solives. La section 5 est située au centre du plancher.

Dans la hauteur, le plancher présente des thermocouples mesurant 8 éléments différents (Figure 4):

F - BA18/BA18, à l'interface des deux plaques de plâtre, dans les SECTIONS 1, 2, 3 et 4.

G - BA18/Isolant, à l'interface entre le plâtre et l'isolant, dans les SECTIONS 1, 2, 3 et 4.

H - Suspente, en partie basse de la suspente, noyé dans l'isolant, dans les SECTIONS 1, 2, 3 et 4.

I - Isolant, en partie supérieur de l'isolant dans les SECTIONS 1, 2, 3 et 4

A - Semelle Solive, en partie inférieure des solives, dans les SECTIONS 1, 5 et 3.

J - Plenum, au milieu du plénum, dans les SECTIONS 1, 2, 3, 4 et 5 ainsi qu'entre ces sections (comme indiqué dans la Figure 5). Ces thermocouples sont notés « T1 » jusqu'à « T9 ».

K - Plancher bas, en partie inférieur du sol dans les sections 1, 2, 3, 4 et 5.

L - Plancher haut, en partie supérieur du sol dans les sections 1, 2, 3, 4 et 5.

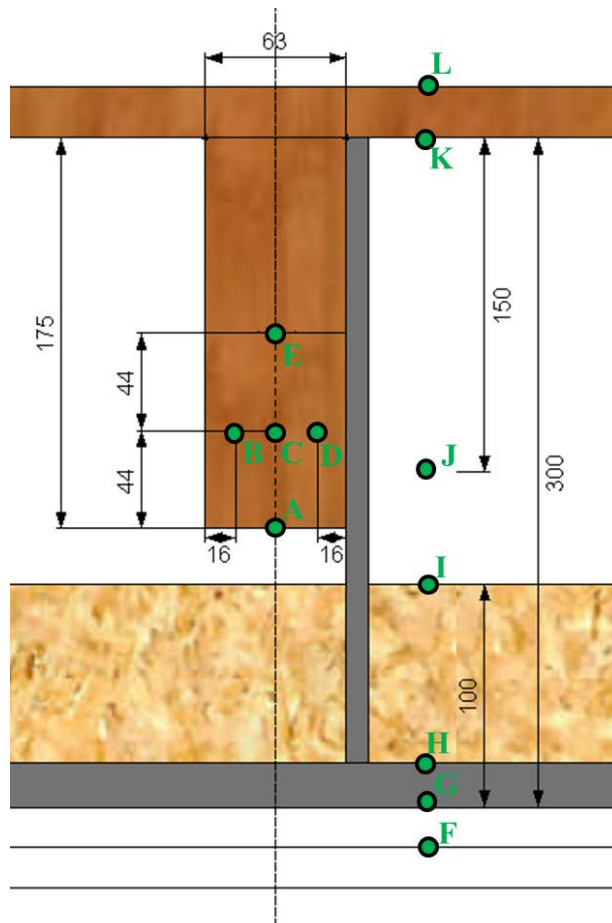


Figure 4 : Position des thermocouples dans l'épaisseur du plancher

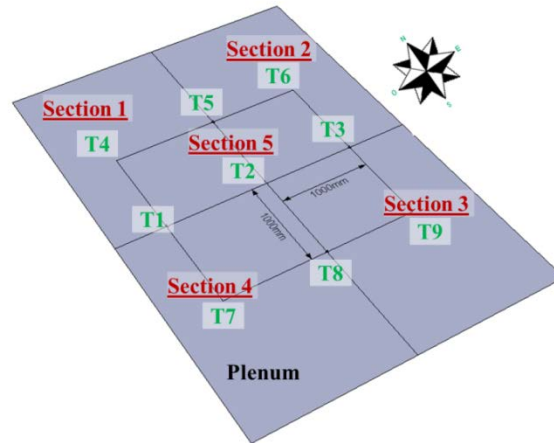


Figure 5 : Position des sections et des thermocouples dans le plenum du plancher

Le Tableau 4 présente le nom des thermocouples en fonction de leur section et leur position.

Tableau 4 : Tableau de nomenclature des thermocouples

Section\Position	Solives					BA18, Isolant, Plénum, OSB						
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
S1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
S2						13	14	15	16	17	18	19
S3	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
S4						32	33	34	35	36	37	38
S5	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50

Les solives des SECTIONS 1, 5 et 3 sont instrumentées avec 5 thermocouples (Figure 4). Les positions exactes de ces thermocouples (mesurées lors de l'installation) sont présentées dans le Tableau 5.

Tableau 5 : Positions mesurées des thermocouples dans les solives

	Thermocouple dans la solive		Profondeur de perçage (mm)	Hauteur dans la solive à partir de la semelle (mm)
SECTION 1 (nord-ouest)	1	Solive semelle	–	
	2	Solive ouest	15.7	43.7
	3	Solive centre bas	31.4	43.7
	4	Solive est	15.6	43.6
	5	Solive centre haut	31.6	87.5
SECTION 5 (centre)	39	Solive semelle	–	
	40	Solive ouest	15.8	43.7
	41	Solive centre bas	31.5	43.7

	42	Solive est	15.7	43.6
	43	Solive centre haut	31.6	87.5
SECTION 3 (sud-est)	20	Solive semelle	–	
	21	Solive ouest	15.7	43.7
	22	Solive centre bas	31.6	43.7
	23	Solive est	15.8	43.6
	24	Solive centre haut	31.6	87.5

Trois capteurs mesurent les déplacements verticaux de la surface du plancher. Les positions de ces mesures de déplacement sont présentées sur la Figure 1. La première mesure est effectuée au centre du plancher. Les deux autres mesures sont effectuées à 1 m du centre du côté nord et du côté sud.

1.3 Modalités de l'essai

La face inférieure du plafond est sollicitée thermiquement avec un feu ISO représenté par la fonction :

$$T = 20 + 345. \log_{10} (8t + 1)$$

Cette fonction donne l'élévation de température du four au-dessus de l'ambiante en degrés [°C], en fonction du temps en minutes.

La sollicitation thermique est assurée par 8 brûleurs à gaz situés sur les faces latérales du four (Figure 6). La température dans le four est pilotée grâce à six pyromètres à plaque (conformément au paragraphe 9.1.1 des normes NF EN 1365-2 (édition décembre 2014) et NF EN 1363-1 (édition mars 2013)). La Figure 7 présente une photographie du plancher positionné sur le four.



Figure 6 : Photographie du four d'essai



Figure 7 : Photographie du plancher installé sur le four

L'élément d'essai est soumis sur toute sa surface à une différence de pression entre l'intérieur et l'extérieur du four de 20 Pa en sous face du plafond, conformément au paragraphe 5.2 de la norme NF EN 1363-1 (édition mars 2013) et au paragraphe 9.2 des normes NF EN 1365-2 (édition décembre 2014) et NF EN 1363-1 (édition mars 2013).

Aucun chargement mécanique (autre que le poids propre) n'est appliqué sur le corps d'épreuve.

2 RESULTATS OBSERVES ET MESURES PENDANT L'ESSAI

2.1 Mesures de températures et de la pression du four

La Figure 8 et la Figure 9 présentent respectivement les évolutions des températures et de tolérance en températures selon NF EN 1363-1 (édition mars 2013).

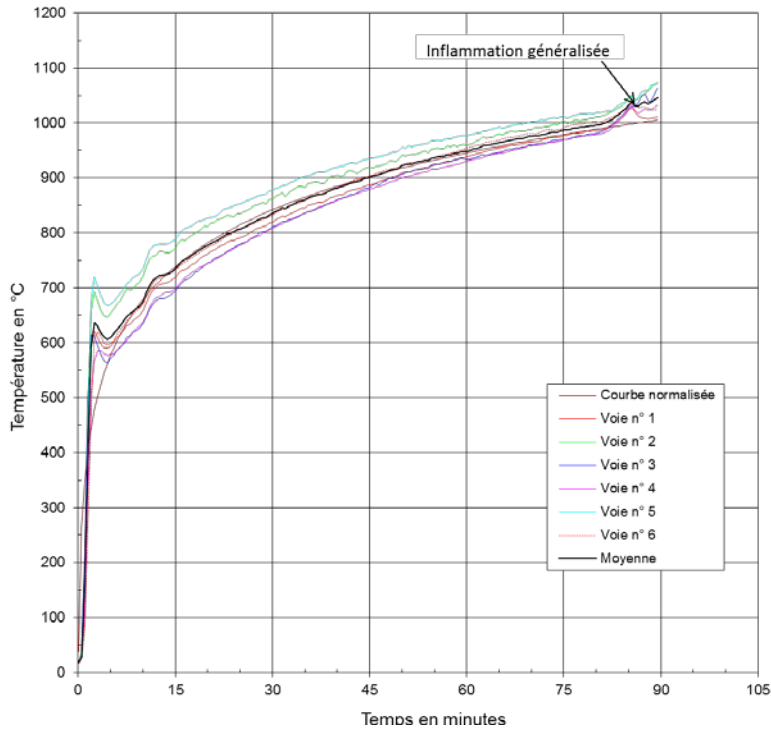


Figure 8 : Evolution de la température dans le four

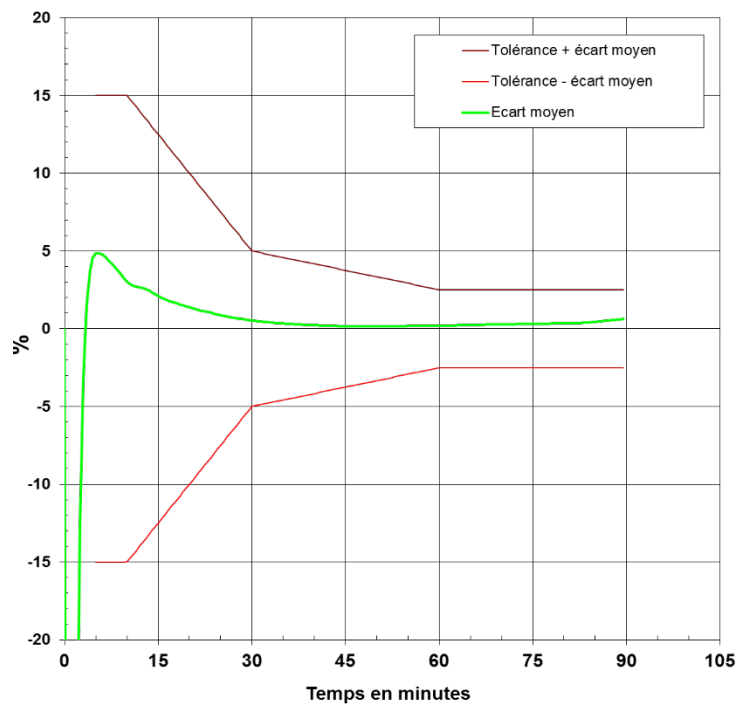


Figure 9 : Courbe de tolérances en température selon NF EN 1363-1 (édition mars 2013)

La Figure 10 présente l'évolution de la pression dans le four. L'annexe 4 présente les tolérances sur la puissance thermique au cours de l'essai.

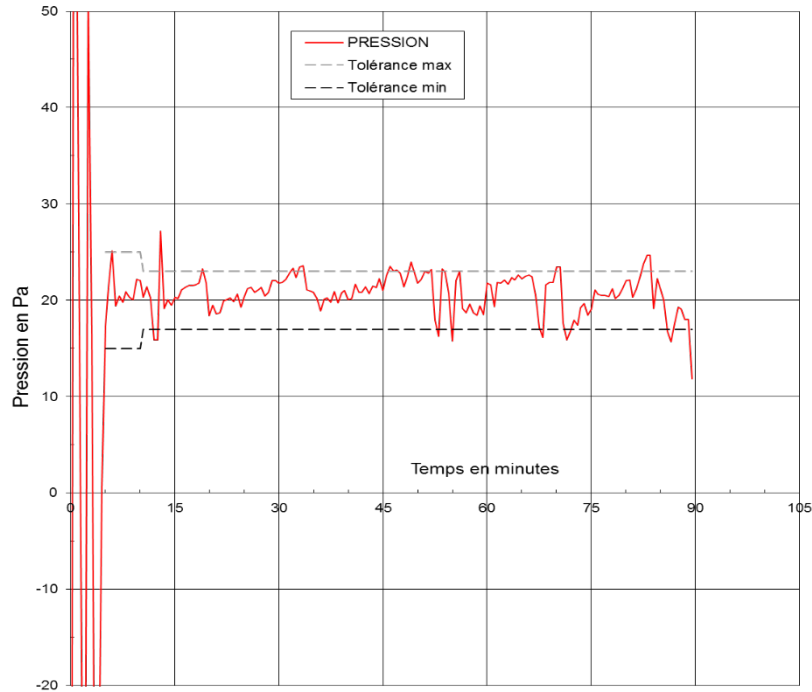


Figure 10 : Evolution de la pression dans le four

Une inflammation généralisée en fin d'essai dans le four produit une augmentation en température autour de 1050°C à 85 min. Après 10 min de chauffage, la pression dans le four varie entre 15 et 25 Pa pour le reste de l'essai.

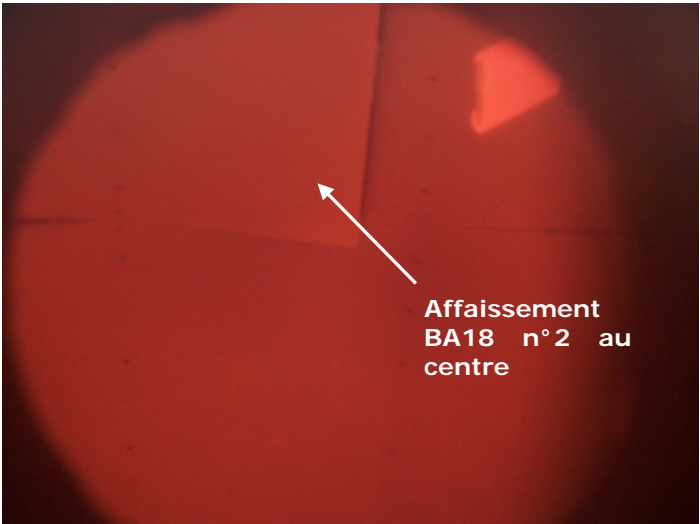
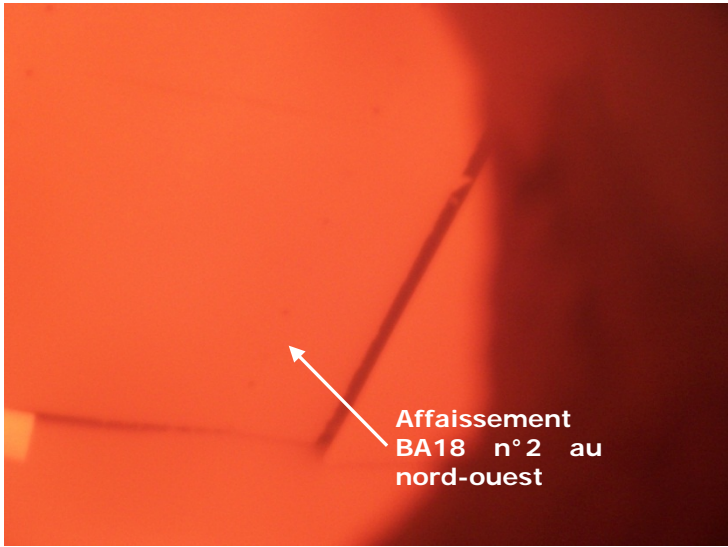
2.2 Observations visuelles pendant l'essai

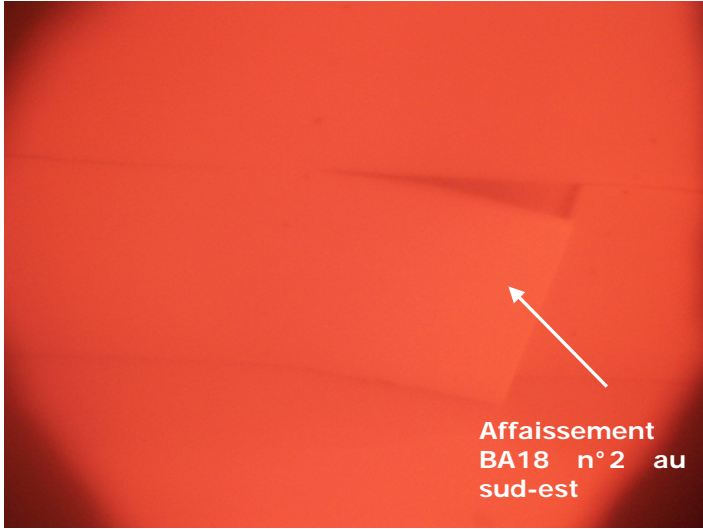
Le Tableau 6 présente les observations et photographies réalisées pendant l'essai sur la face exposée et la face non exposée du corps d'épreuve.

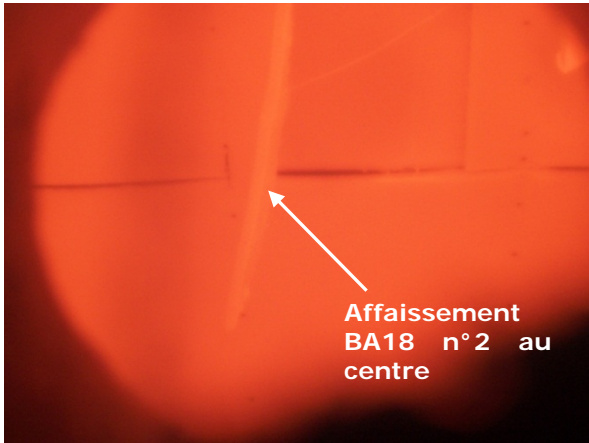
Tableau 6 : Observations et photographies réalisées pendant l'essai

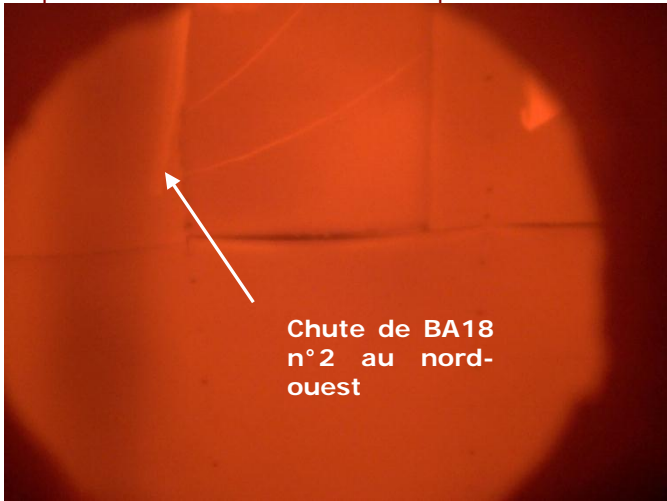
Temps	Face exposée	Face non exposée
0 h 00 min 00 s	Début de l'essai Température ambiante : 17° C	
0 h 00 min 50 s	Noircissement avec inflammation du parement cartonné depuis le centre du plafond.	
0 h 01 min 30 s	Arrêt des inflammations. La surface du plafond est noircie et couverte de copeaux incandescents. Début de chutes ponctuelles et éparses d'enduit de finition, avec inflammation instantanée des bandes à joints.	

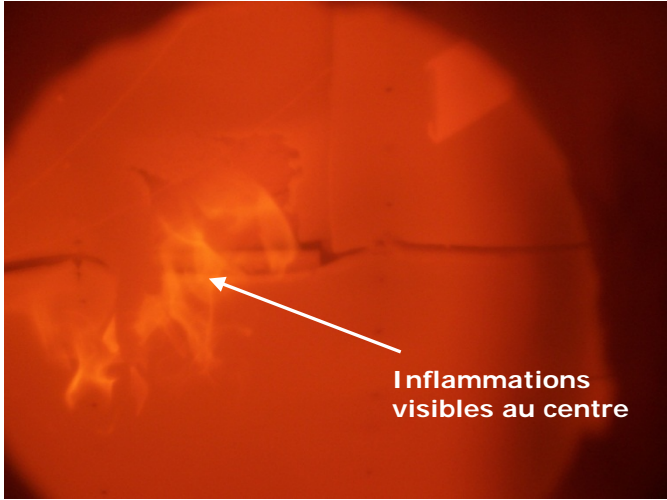
Temps	Face exposée	Face non exposée
0 h 05 min	Chute des copeaux incandescents qui restent présents uniquement en rives des joints d'assemblage où subsiste encore de l'enduit de finition. Début du blanchiment du parement depuis le centre du plafond.	
0 h 08 min	Chute complète de l'enduit de finition et des copeaux incandescents. Les joints d'assemblage semblent ouverts de 5 environ. La surface du plafond est entièrement blanchie.	
0 h 12 min	Au centre du plancher, le joint d'assemblage transversal entre grandes plaques centrales du plafond semble ouvert de 10 mm environ sur toute sa longueur.	
0 h 14 min	Au centre du plafond, affaissement vers le feu des angles de toutes les grandes plaques de plâtre de la 2 ^{ème} peau montée.	
0 h 15 min	Festonnage des plaques de plâtre de la 2 ^{ème} peau montée entre les fixations de rive situées le long de leurs joints d'assemblage longitudinaux. Légère accentuation des affaissements comme repérés à 14 minutes d'essai.	Aucune évolution notable. Aucun dégagement de fumée en partie courante du plancher.
0 h 16 min	Affaissement de la grande plaque centrale SUD de la 2 ^{ème} peau montée sur toute la longueur de son joint d'assemblage situé au centre du plafond. Des copeaux incandescents sont propulsés dans l'enceinte du four depuis cette ouverture.	
0 h 19 min	Au centre du plafond, affaissement de toutes les plaques de plâtre de la 2 ^{ème} peau montée sur toute la longueur de leurs joints d'assemblage transversaux. Des copeaux incandescents sont propulsés sporadiquement dans l'enceinte du four depuis les ouvertures ainsi formées.	

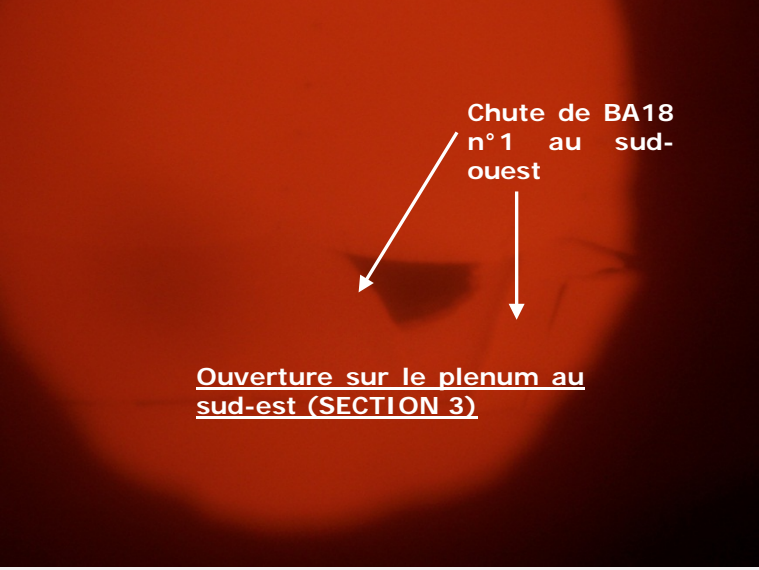
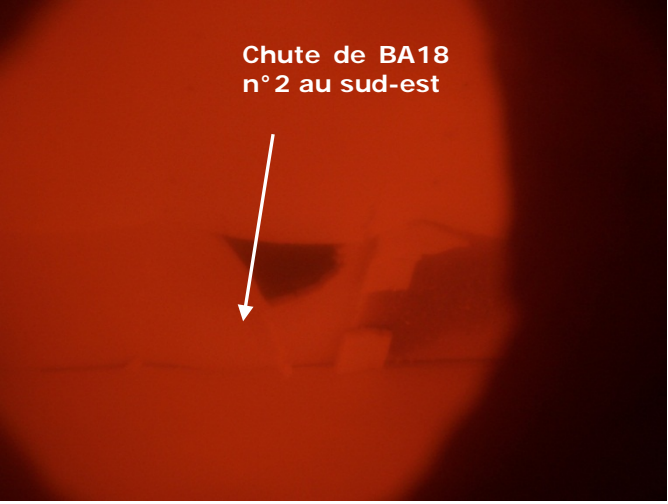
Temps	Face exposée	Face non exposée
0 h 20 min	<p>Les affaissements repérés à 19 minutes d'essai sont plus importants au niveau des grandes plaques de la 2^{ème} peau montée, notamment entre les deux grandes plaques centrales. Arrêt des projections de copeaux incandescents comme repérés depuis la 16^{ème} minute d'essai.</p>  <p>Affaissement BA18 n°2 au centre</p> <p>Détail de la grande plaque centrale à 20 minutes d'essai</p>  <p>Affaissement BA18 n°2 au nord-ouest</p> <p>Détail de la grande plaque NORD/OUEST à 20 minutes d'essai</p>	<p>Aucune évolution notable. Aucun dégagement de fumée en partie courante du plancher.</p>

Temps	Face exposée	Face non exposée
0 h 24 min	<p>Mise en porte-à-faux de la grande plaque centrale située côté SUD et celle de petite largeur située dans l'angle SUD/EST du plafond. Au niveau de ces dernières, la partie affaissée semble en équilibre précaire.</p>  <p>Détail de la plaque de petite largeur SUD/EST à 24 minutes d'essai</p>	
0 h 27 min	Les affaissements repérés jusqu'alors semblent ne plus évoluer.	
0 h 32 min	Reprise des projections de particules incandescentes depuis les zones affaissées accompagnées par endroits d'inflammations sporadiques très brèves.	
0 h 35 min		Aucune évolution notable.
0 h 41 min	Inflammations sporadiques au travers des ouvertures par festonnage situés aux joints d'assemblage longitudinaux entre plaques de plâtre de la 2 ^{ème} peau montée. Ces inflammations se concentrent essentiellement au centre du plafond.	
0 h 42 min	Au centre du plafond, affaissement notable du bord transversal de la grande plaque de plâtre centrale SUD de la 2 ^{ème} peau montée. Désormais, l'angle formé par le fragment, par rapport au plan initial du parement, est d'environ 45°. Même observation au niveau de la plaque de plâtre de petite largeur Sud-Est.	

Temps	Face exposée	Face non exposée
0 h 44 min	<p>Au centre du plafond, affaissement notable du bord transversal de la grande plaque de plâtre NORD/OUEST de la 2^{ème} peau montée. Désormais, l'angle formé par le fragment, par rapport au plan initial du parement, est d'environ 45°.</p> <p>L'angle formé par le fragment, repéré à 42 minutes d'essai, par rapport au plan initial du parement, est très proche des 90° et son maintien semble précaire.</p> <p>La 1^{ère} peau montée est rendue visible aux endroits découverts et ne présente aucune trace de reste de parement cartonné.</p>	
0 h 45 min		<p>Aucune évolution notable.</p> <p>Aucun dégagement de fumée en partie courante du plancher.</p>
0 h 52 min	<p>Chute du fragment de la grande plaque SUD. A l'endroit découvert les plaques de plâtre de la 1^{ère} peau rendues visibles sont festonnées entre leurs fixations situées en rive longitudinale formant ouvertures d'où des copeaux incandescents émergent.</p>	.
0 h 55 min		<p>En partie courante centrale du sol du plancher, dégagements de fumée épars au niveau des joints d'assemblages transversaux entre les lattes de parquet.</p>
0 h 56 min	<p>Au centre du plafond, affaissement notable du bord transversal de la grande plaque de plâtre NORD/OUEST de la 2^{ème} peau montée. Désormais, l'angle formé par le fragment, par rapport au plan initial du parement, est proche de 90° et son maintien semble précaire. Même constatation au niveau de la plaque de plâtre de petite largeur SUD/EST où le joint transversal entre plaques de plâtre de petite largeur de la 1^{ère} peau est rendu visible.</p>  <p>Affaissement BA18 n°2 au centre</p> <p>Détail de l'affaissement de la grande plaque centrale à 56 minutes d'essai</p>	

Temps	Face exposée	Face non exposée
1 h 00 min	<p>Chute des fragments affaissés repérés jusqu'alors au niveau des plaques NORD/OUEST et SUD/EST. Aux endroits découverts, les plaques de plâtre de la 1^{ère} peau montée ne présentent aucune trace de leur parement cartonné.</p>  <p>Chute de BA18 n°2 au nord-ouest</p> <p>Détail de la chute de la deuxième peau comme repérée à 1 heure d'essai</p>	<p>Poursuite des dégagements de fumée repérés à 55 minutes d'essai. Leur densité et intensité semblent ne pas avoir évolué.</p>
1 h 02 min	<p>Au niveau des chutes et en rives des bords fragmentés, les plaques de plâtre de la 2^{ème} peau montée s'arrachent progressivement de leurs fixations, des angles vers le centre, pour finir par s'affaisser en bandes transversales sur une longueur correspondant à l'entraxe des fourrures.</p>	
1 h 07 min	<p>Passage de flammes sporadiques au travers des ouvertures par festonnage le long des joints longitudinaux entre plaques de plâtre de la 1^{ère} peau montée rendus visible par la chute partielle de la grande plaque de plâtre centrale SUD de la 2^{ème} peau montée. Affaissement en onglet des angles des plaques de plâtre de la 1^{ère} peau rendu visibles par la chute partielle de la plaque de plâtre de petite largeur SUD/EST. Toutefois, aucune particule incandescente ni inflammation visible au travers de ce désordre.</p>	

Temps	Face exposée	Face non exposée
1 h 09 min	<p>Poursuite de la chute de plaques de plâtre de la 2^{ème} peau montée sous la forme de bandes transversales qui se déchirent le long de leurs fixations.</p> <p>Important festonnage des plaques de plâtre de la 1^{ère} peau montée rendues visibles le long de leurs rives longitudinales, formant des ouvertures. Au centre du plafond, des inflammations continues émergent de ces ouvertures.</p>  <p style="text-align: center;">Inflammations visibles au centre</p> <p>Détail des inflammations comme repérées à 1 heure et 09 minutes d'essai</p>	
1 h 11 min	<p>Accentuation notables des inflammations repérées à 1 heure et 09 minutes d'essai.</p> <p>Au centre du plafond, la plaque de plâtre centrale de la 1^{ère} peau montée se déchire au droit d'une fourrure.</p>	
1 h 14 mn	<p>Des panaches de flammes émergent de la déchirure repérée à 1 heure et 11 minutes d'essai.</p>	
1 h 16 min	<p>De part et d'autre de la déchirure repérée à 1 heure et 14 minutes d'essai, la plaque de plâtre de la 1^{ère} peau montée se fragmente et se morcelle rapidement mettant en évidence un maintien précaire.</p>	
1 h 17 min	<p>Chute d'un fragment de la 1^{ère} peau montée au niveau du désordre repéré à 1 heure d'essai 16 minutes d'essai, <u>formant une ouverture carrée d'environ 200 x 200 (L x l) d'où émerge une intense inflammation.</u></p>	

Temps	Face exposée	Face non exposée
1 h 19 min	<p>Chute d'un fragment de la 1^{ère} peau montée au niveau du joint transversal SUD/EST entre plaques de plâtre de petite largeur, formant une ouverture triangulaire d'environ 200 x 200 (h x b). Aucune inflammation n'est visible au travers de ce désordre.</p>  <p>Détail de la chute des plaques de la 1^{ère} peau à 1 heure et 19 minutes d'essai</p>	
1 h 20 min	<p>Poursuite de la chute des plaques de plâtre de la 1^{ère} peau montée dans l'angle SUD/EST du plafond.</p>  <p>Détail de la chute des plaques de la 1^{ère} peau comme repérée à 1 heure et 20 minutes d'essai</p>	<p>Accentuation notable des dégagements de fumée au travers des joints d'assemblage entre lattes du plancher, notamment dans le quartier SUD/EST du plancher où ils sont très chargés avec une coloration des lattes aux endroits d'émergences.</p>
1 h 20 min 10 s	<p>Inflammation intense visible au travers de l'ouverture repérée à 1 heure et 19 minutes d'essai.</p>	
1 h 20 min 30 s	<p>Inflammation généralisée emplissant le volume du four et occultant la totalité de la face exposée.</p>	

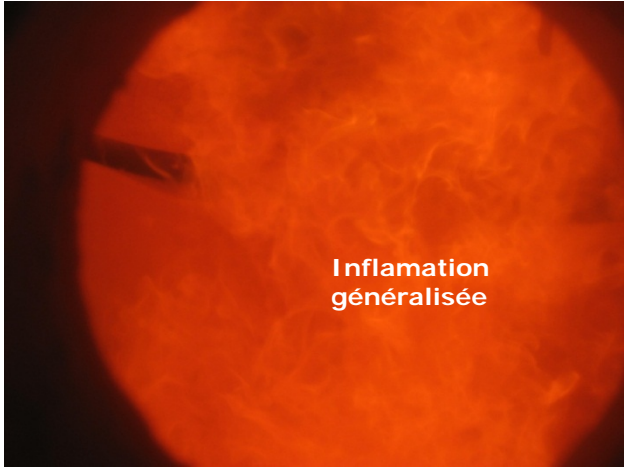
Temps	Face exposée	Face non exposée
1 h 24 min	<p>Chute en provenance de la face exposée. Impossible d'identifier la zone et les matériaux du plafond concernés au travers des inflammations comme repérées à 1 heure et 20 minutes et 30 secondes d'essai.</p>  <p>Détail de la face exposée à 1 h 24 minutes d'essai</p>	
1 h 29 min		<p>Percement du sol du plancher dans son quartier SUD/EST avec passage de flammes soutenues (Figure 11).</p> <p>FIN DES CRITERES D'ETANCHEITE AU FEU ET DE L'ISOLATION THERMIQUE DU PLANCHER.</p>
1 h 29 min	Arrêt de l'essai pour la sécurité du personnel et l'imminence d'une détérioration du matériel	
1 h 34 min	Arrosage	
1 h 44 min	Fin de l'arrosage (extinction complète)	



Figure 11 : Détail du percement à 1 heure et 29 minutes d'essai

2.3 Mesures des températures horizontalement dans le plancher

Dans un premier temps, l'analyse des mesures de températures est présentée suivant des plans horizontaux (couche par couche dans l'épaisseur du plancher).

- La Figure 12 présente les températures dans le plenum.
- La Figure 13 présente les températures aux interfaces BA18/BA18 et BA18/isolant aux SECTIONS 1, 2, 3 et 4.
- La Figure 14 présente les températures des faces inférieures et supérieures du sol en OSB aux SECTIONS 1, 2, 3 et 4.

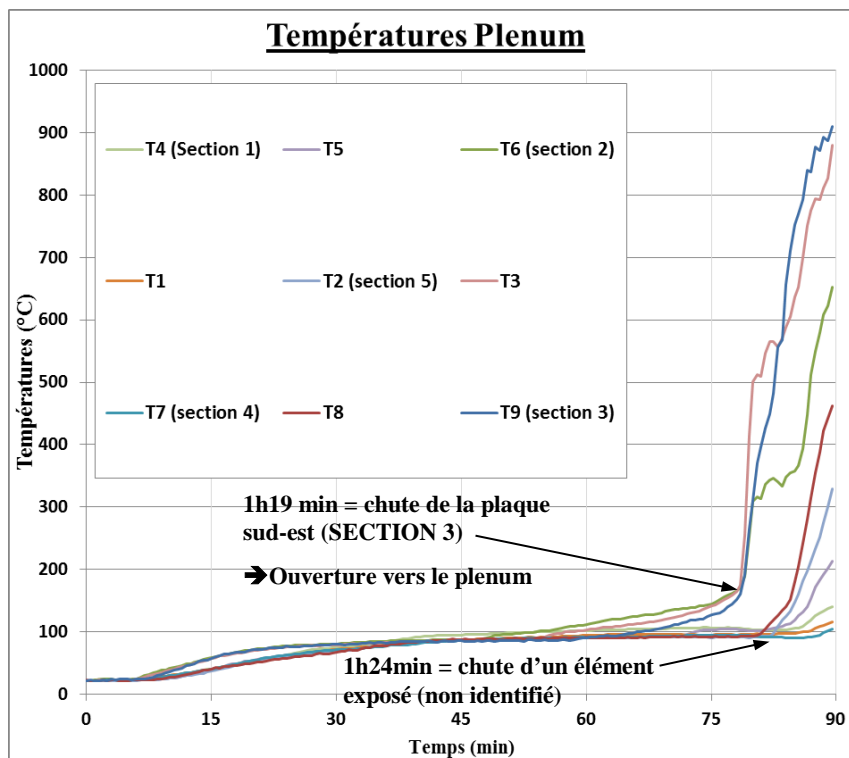


Figure 12 : Températures dans le plenum

A environ 80 min, les températures (T6, T3, T9) sur la partie EST du plancher (laine de verre) augmentent brusquement. Celle-ci coïncide avec la chute d'une partie du BA18 n°1 observé à 1h19min, laissant entrer les gaz chauds dans le plenum.

Les températures au centre (T5, T2, T8) commencent à augmenter plus rapidement vers 85 min.
Les températures à l'ouest (T4, T1, T7) sont les plus faibles relevées dans le plenum.

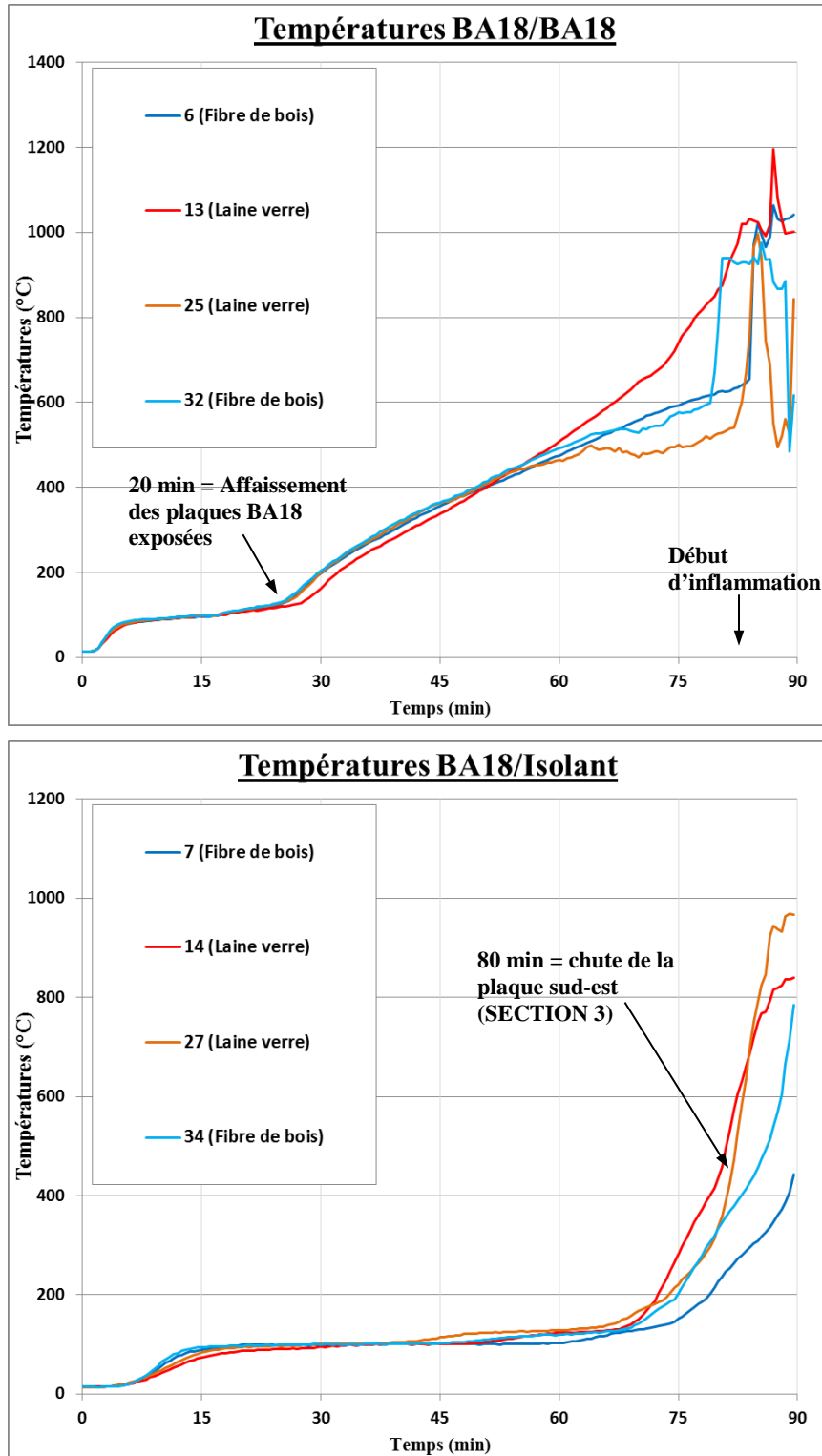


Figure 13 : Températures aux interfaces BA18/BA18 et BA18/isolant dans les 4 sections du planche

Un palier de vaporisation est observable à 100°C entre les plaques de BA18 et au-dessus des plaques de BA18. Ce palier est plus long dans le temps au-dessus de la première peau montée de BA18. Les perturbations de températures après 85 min sont dues aux inflammations.

L'augmentation brutale de la température entre l'isolant et le BA18 en SECTION 3 coïncide avec la chute de la plaques dans la partie sud-ouest observée à 1h17min d'essai.

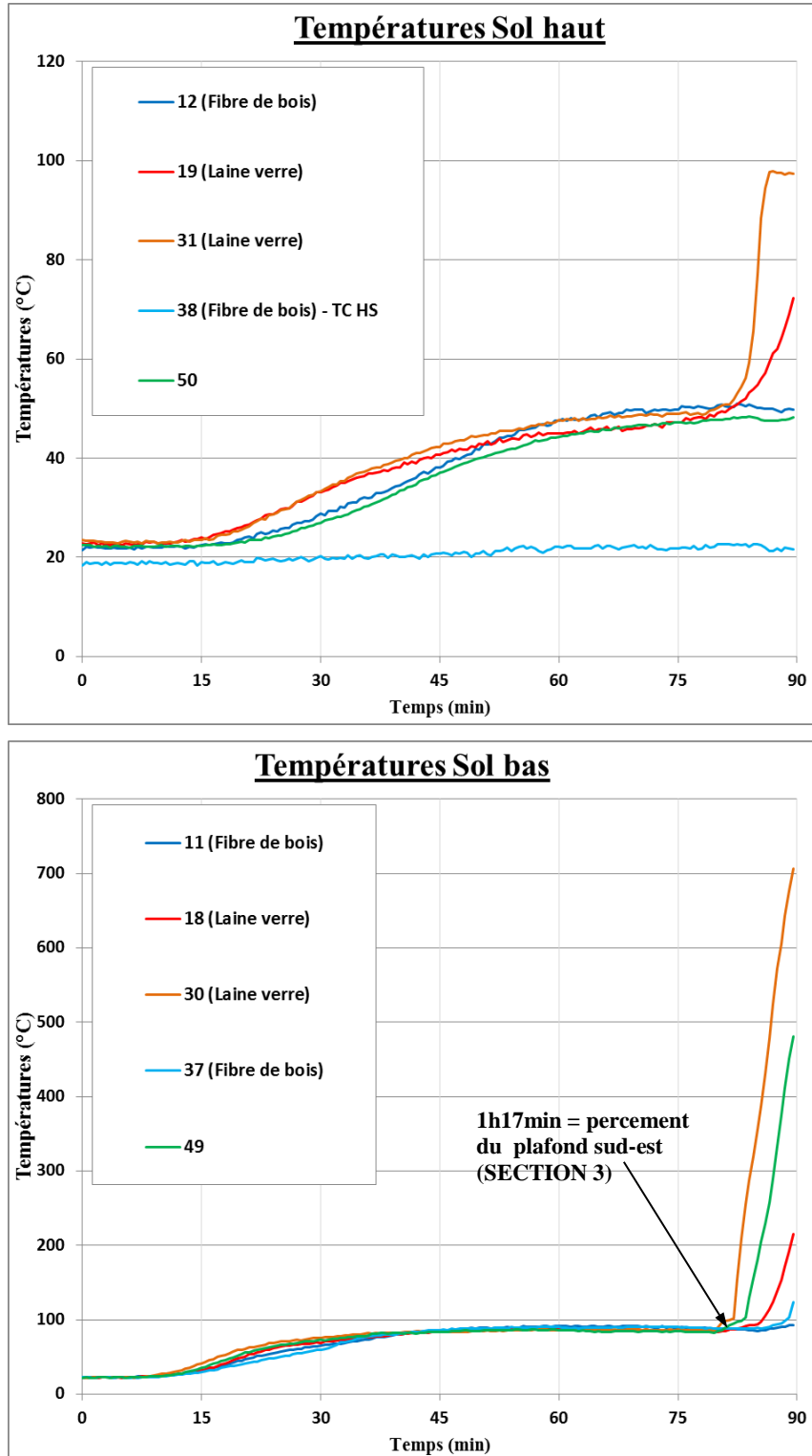


Figure 14 : Températures aux interfaces plancher bas et plancher haut dans les 4 sections du plancher

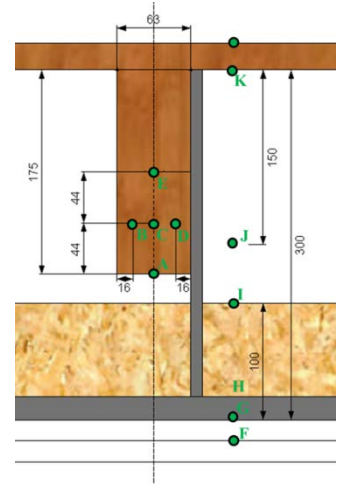
Au début de l'essai, les températures des faces supérieures et inférieures du sol du plancher à l'est (SECTIONS 2 et 3 – laine de verre) augmentent plus rapidement que celles situées à l'ouest.

A partir de 80 min les températures au centre (SECTION 5) et à l'est (SECTIONS 2 et 3) augmentent brutalement. Cela est en accord avec les observations de percement du plafond (Figure 21).

2.4 Mesures des températures verticalement dans le plancher

Dans un deuxième temps, l'analyse des mesures de températures est présentée verticalement dans la hauteur du plancher.

- La Figure 15 présente les températures des différents éléments de la hauteur dans la SECTION 1.
- La Figure 16 présente les températures des différents éléments de la hauteur dans la SECTION 5.
- La Figure 17 présente les températures des différents éléments de la hauteur dans la SECTION 3.
- La **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** présente les températures des différents éléments de la hauteur dans la SECTION 4.



Pour chaque figure, les évolutions des températures sont présentées ainsi que les profils de température dans la direction verticale à 1, 15, 30, 60 et 75 min. L'analyse de ces profils doit être menée en tenant compte du fait que les mesures de températures sont de nature différentes : thermocouples de surface (semelles solives et isolant), libres dans les gaz chauds (plenum).

L'annexe 5 présente les mêmes évolutions de températures avec une échelle de températures plus élargie (de manière à observer les températures maximales).

Pour chaque section, les gradients de température les plus élevés sont observés dans l'épaisseur de l'écran en BA18. Dans le plenum (isolant, suspente, solive, cavité), la température est relativement uniforme. Ces températures avoisinent les 100°C entre 45 et 75 min. Un gradient thermique est également observé dans l'épaisseur du sol en lattes de parquet.

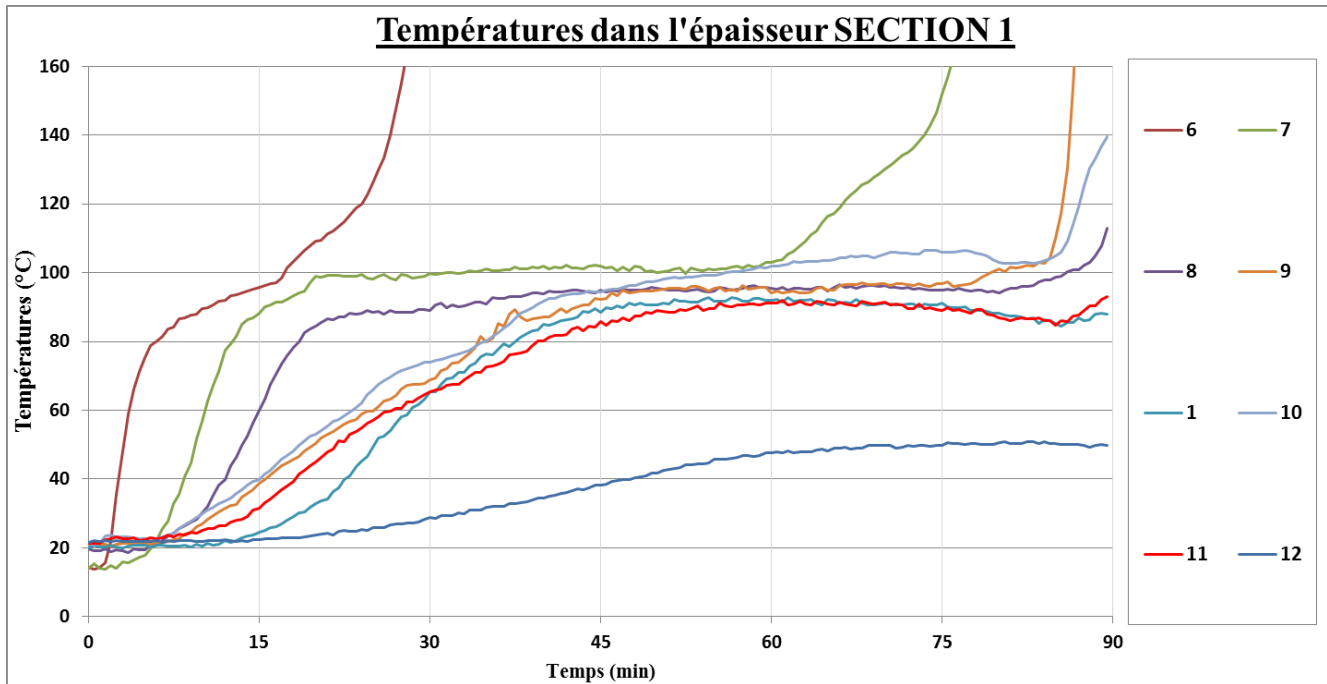


Figure 15 : Températures dans l'épaisseur au niveau de la section 1

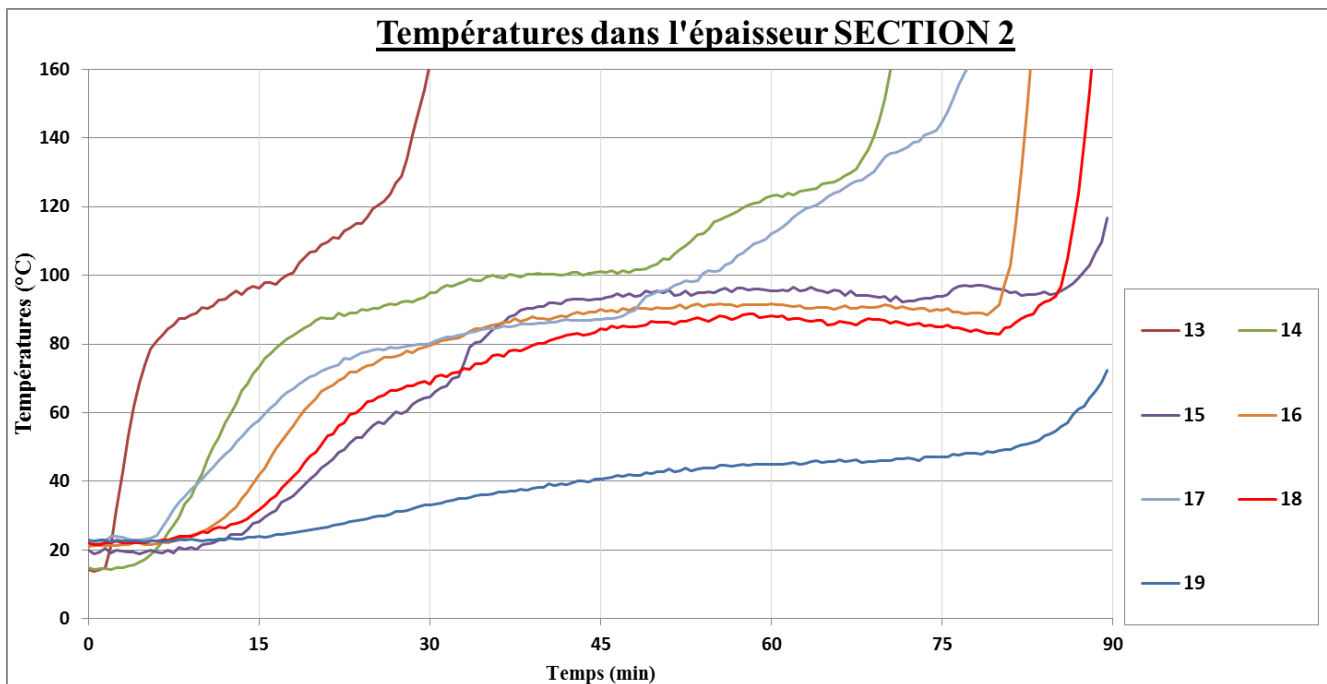


Figure 16 : Températures dans l'épaisseur au niveau de la section 2

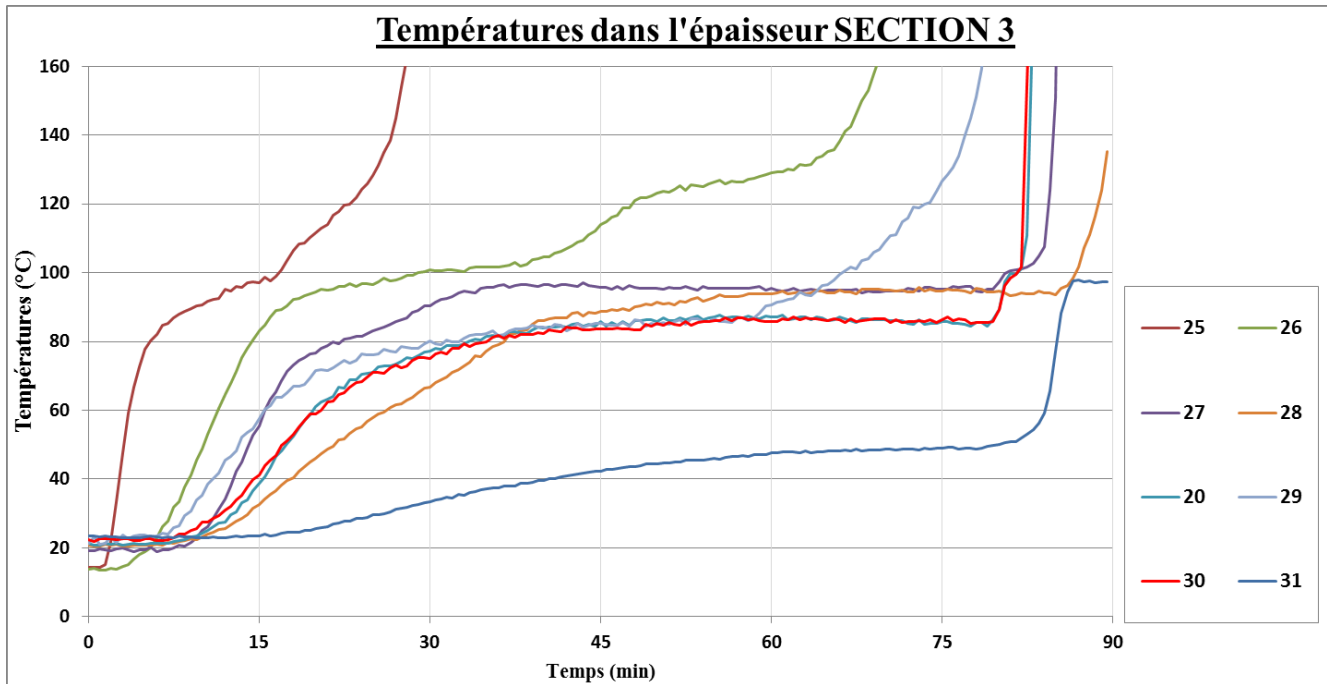


Figure 17 : Températures dans l'épaisseur au niveau de la section 3

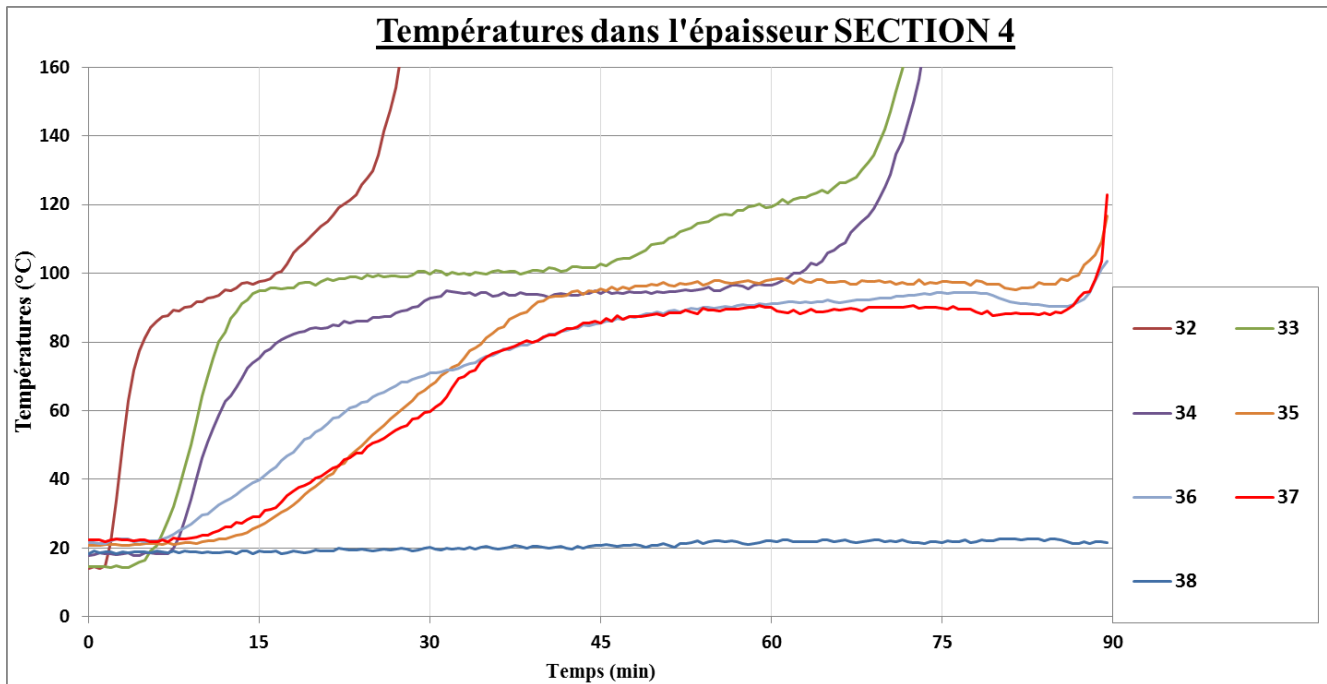
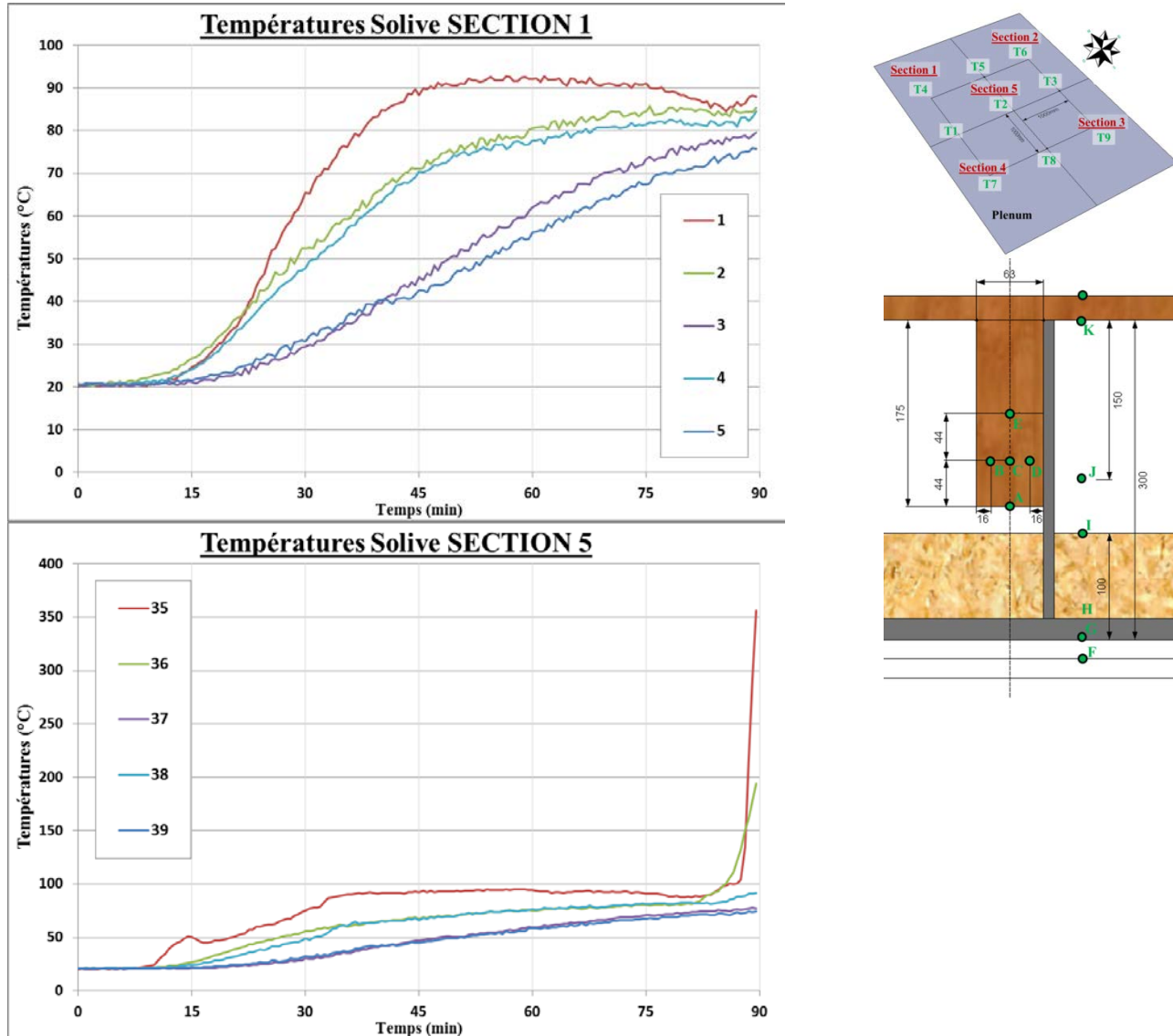


Figure 18 : Températures dans l'épaisseur au niveau de la section 4

2.5 Mesures des températures dans les solives

La Figure 19 présente les évolutions de températures dans les solives dans les SECTIONS 1, 5 et 3.



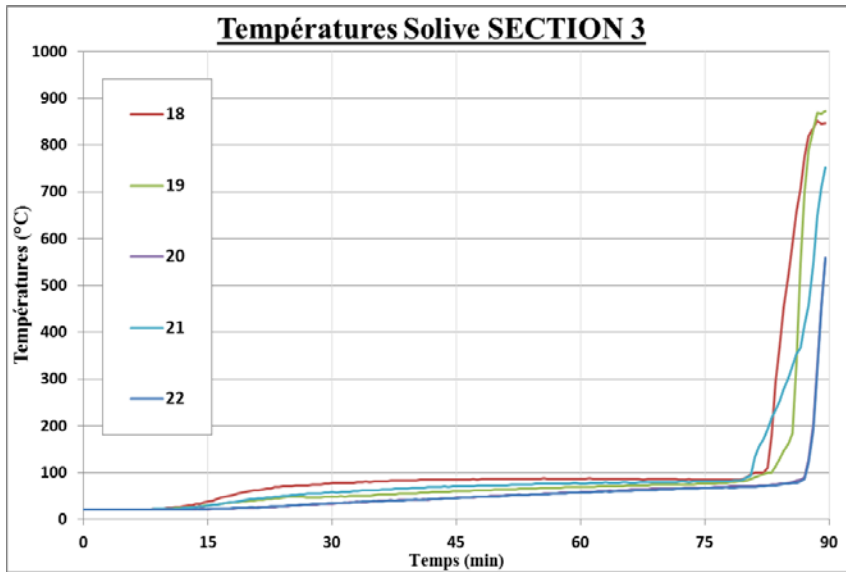


Figure 19 : Températures dans les solives au niveau des sections 1, 5 et 3

A la fin de l'essai, les températures dans l'épaisseur des solives au centre (SECTION 5) et à l'est (SECTION 3) sont supérieures à celles situées à l'ouest (SECTION 1). Ce résultat rejoint l'observation effectuée après le refroidissement (Figure 21) et les mesures de températures dans le plenum (Figure 12).

Au début de l'essai, (entre 15 et 75 min), la température sur la semelle de la solive est la plus élevée pour les 3 sections.

Pour les 3 sections (avant 75 min), les températures TC2 (solive est) et TC4 (solive ouest) sont proches. Cela suggère une bonne symétrie du flux thermique sur les deux faces latérales des solives.

Pour les 3 sections (avant 75 min), les températures au cœur de la solive TC3 (centre bas) et TC5 (centre haut) sont proches. Cela suggère que le flux thermique (horizontal) est uniforme sur les faces latérales des solives. D'ailleurs l'uniformité de la température sur la hauteur dans le plenum (observé dans la partie précédente) renforce cette hypothèse.

2.6 Mesures des déplacements verticaux

La Figure 20 présente l'évolution des déplacements verticaux en partie centrale sur la surface du plancher et à 1 m vers le sud et 1 m vers le nord. Un lissage des courbes par une moyenne mobile sur 5 points de mesure a été réalisé.

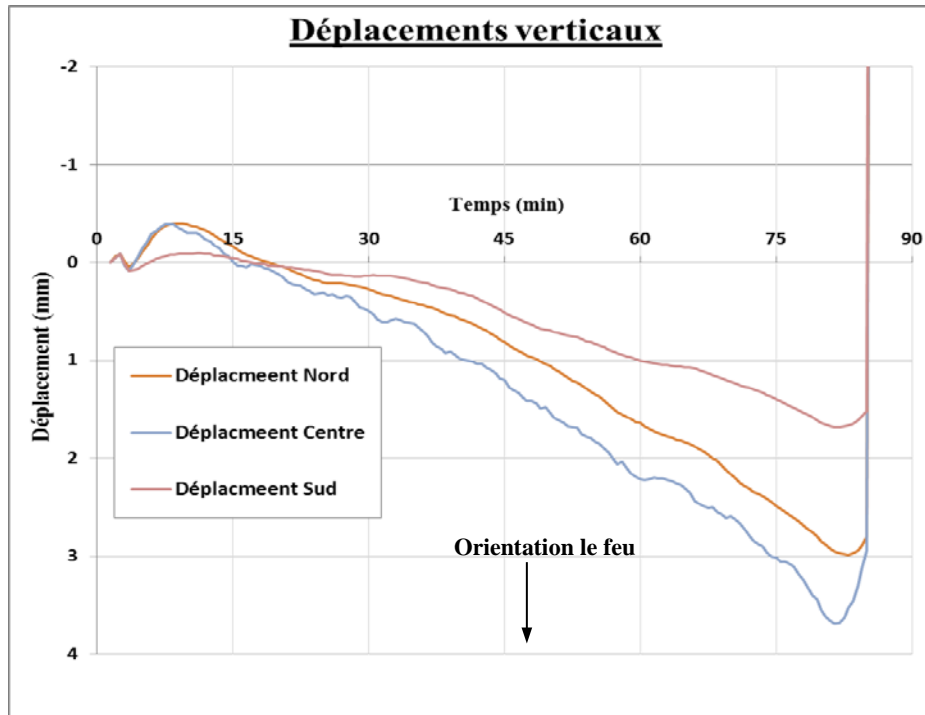


Figure 20 : Déplacements verticaux mesurés à la surface du plancher

Entre 0 min et 15-20 min d'essai, la partie centrale du plancher se déplace vers le bas. Après 15-20 min, les déplacements s'orientent vers le haut. Cependant, l'amplitude des déplacements demeure faible (environ 3 mm) et aucune interprétation mécanique n'est apportée vis-à-vis de cette mesure.

3 OBSERVATIONS APRES LE REFROIDISSEMENT

3.1 Observations après l'essai et le refroidissement en face exposée

Les observations suivantes ont été réalisées sur la sous face du plafond.

- Les photographies Figure 21 laissent penser à une destruction du plancher qui s'est effectuée principalement de l'est vers l'ouest et du sud vers le nord.
- La travée OUEST et la rive NORD sont quasiment intactes avec une légère carbonisation pelliculaire formant un film de suie.
- La carbonisation est plus marquée dans le coin sud-est (correspondant au voisinage de la SECTION 3).

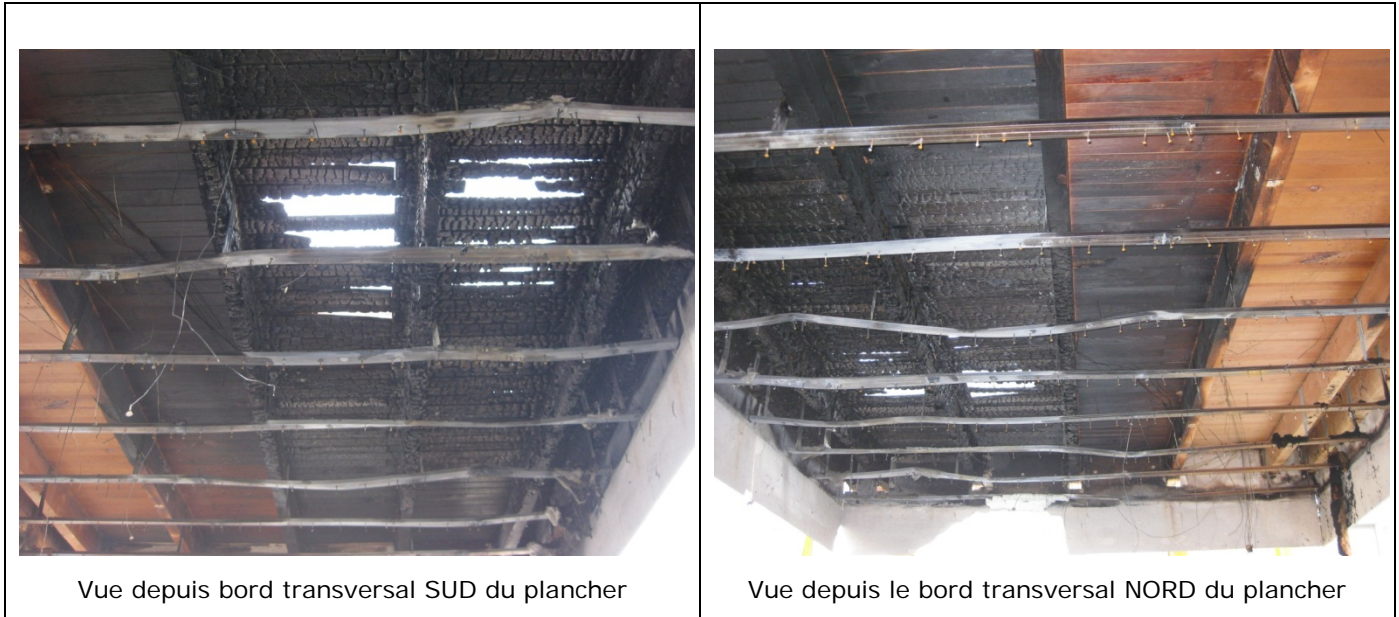


Figure 21 : Photographies de la face inférieure du plancher après le refroidissement

Les mesures dimensionnelles de bois sain résiduel aux niveaux des sections 1, 5 et 3 sont présentées dans le Tableau 7.

Tableau 7 : Mesures des sections de solives de bois sain après le refroidissement

Section (voir plan Figure 1)	Emplacement	Section avant essai (h x l mm ²)	Section de bois sain après essai (h x l mm ²)
1	nord-ouest	175 x 63	175 x 63
5	centre	175 x 63	170 x 56
3	Sud-est	175 x 63	165 x 40

Les sections de bois les plus réduites (SECTION 3 et SECTION 5) correspondant à celles ayant présentées les augmentations de températures les plus rapides pendant l'essai (Figure 19).



Figure 22 : Photographies des solives dans les sections 1, 5 et 3 après le refroidissement

3.2 Observations après l'essai et le refroidissement en face non-exposée

Le noircissement et le percement des lattes du parquet dans la zone SUD/EST sont observables sur la face non-exposée du plancher.

Pas de photo

SYNTHESE DE OBSERVATIONS

Les observations effectuées pendant l'essai mettent en évidence un endommagement par affaissement progressif des plaques dans la partie centrale du plancher pendant les 70 premières minutes de l'essai. Pendant les 70 premières minutes, la température augmente de manière uniforme dans le plenum (isolant, suspente, solive, cavité). Cette température est proche de 100°C entre 45 et 75 min.

Après 70 min, l'endommagement s'effectue au niveau de la 1^{ère} couche de plâtre BA18, conduisant au percement de l'écran à environ 1h17min dans la zone Sud-est (SECTION 3). Cette ouverture conduit à l'arrivée de gaz chauds dans le plenum conduisant à une élévation rapide des températures dans le plenum et du sol dans cette zone. Les observations après le refroidissement mettent également en évidence une quantité de bois carbonisé plus importante dans cette zone.

La fin de **l'étanchéité au feu pour cet essai a été de 89 min** pour cause de percement du sol du plancher avec production d'une inflammation soutenue.

L'analyse des températures dans les solives suggère que la sollicitation thermique sur les faces latérales est symétrique et quasiment uniforme sur la hauteur (pour chaque solive dans les SECTIONS 1, 5 et 3). La solive dans la SECTION 1 (présentant une température maximale inférieure à 100°C) n'a pas subi de carbonisation contrairement aux solives dans les SECTIONS 5 et 3 (présentant des températures maximales respectivement de 350°C et 850°C atteintes pendant la durée de l'essai).

FIN DU RAPPORT D'ESSAIS

ANNEXES

ANNEXE 1 : TENEUR EN EAU DES ECHANTILLONS DE PLATRE

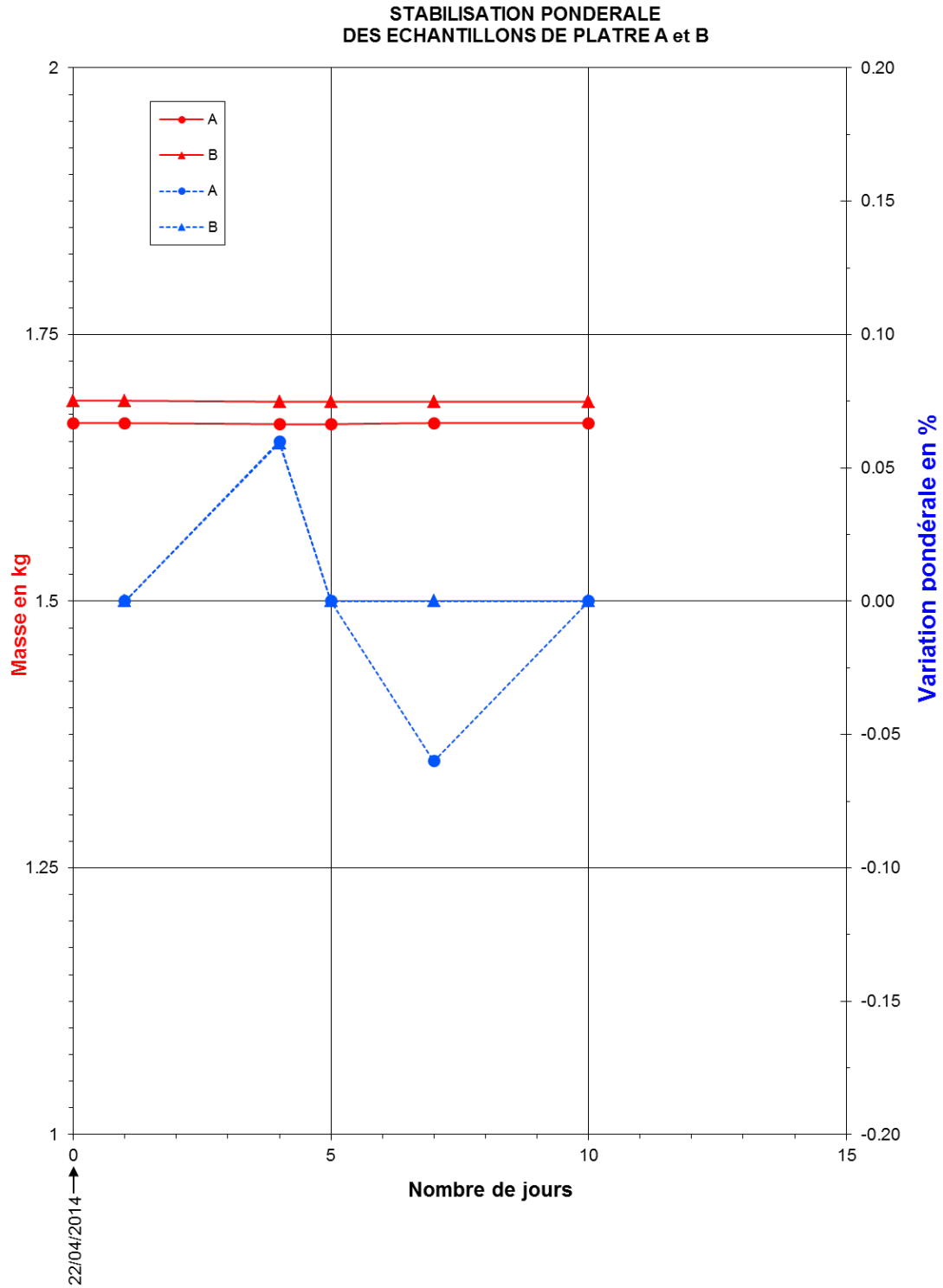


Figure 23 : Perte de masse des échantillons de plâtre

ANNEXE 2 : EVOLUTIONS DE TEMPERATURES DANS L'ÉPAISSEUR DU PLANCHER

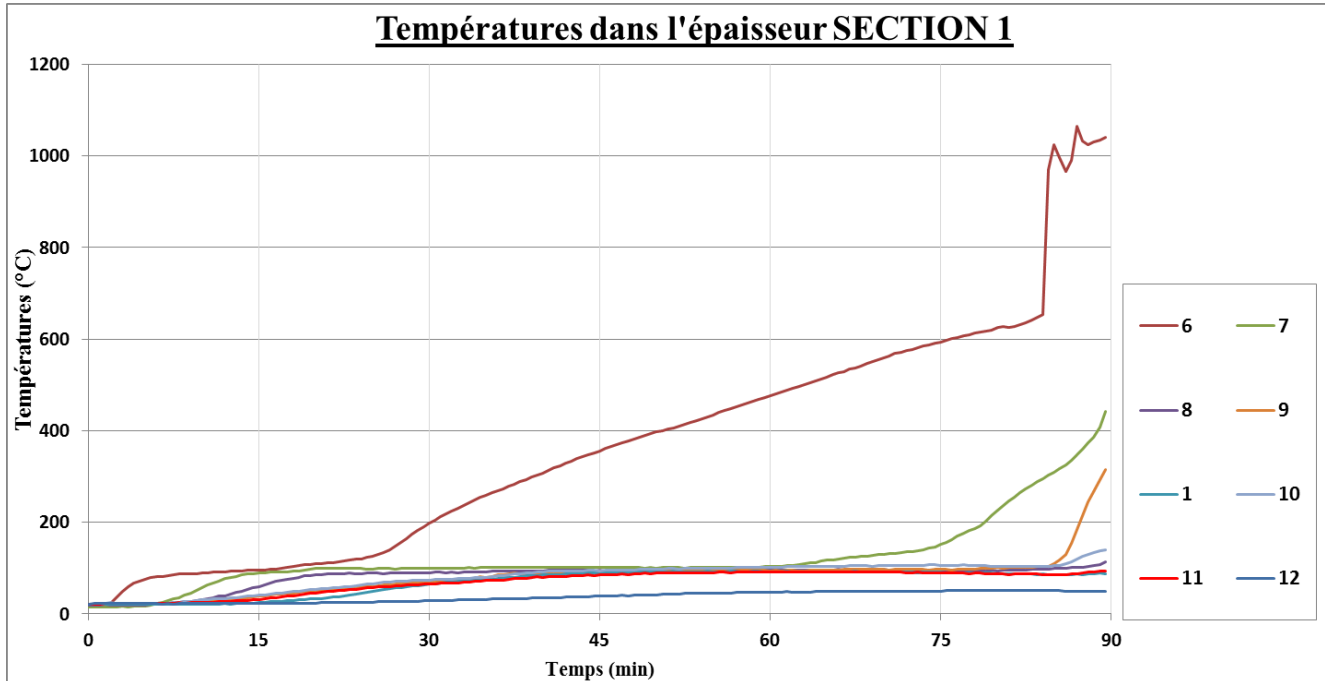


Figure 24 : Evolutions des températures dans l'épaisseur du plancher à la SECTION 1

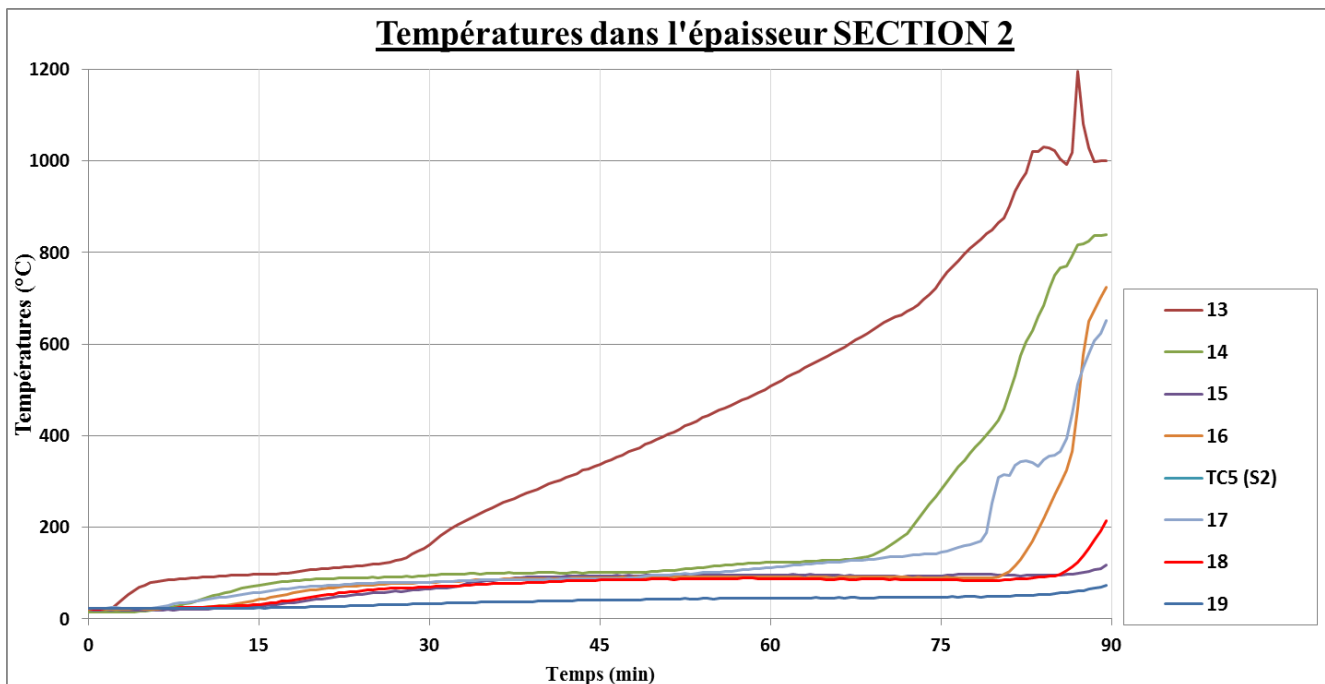


Figure 25 : Evolutions des températures dans l'épaisseur du plancher à la SECTION 2

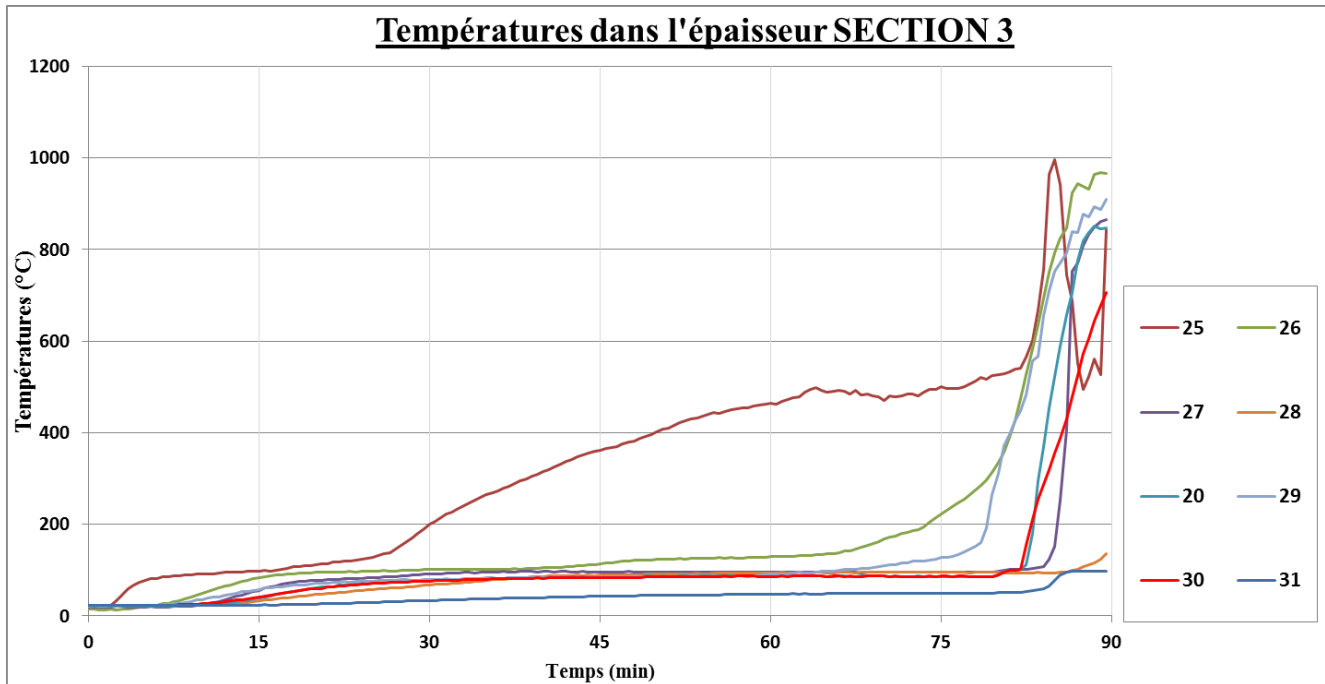


Figure 26 : Evolutions des températures dans l'épaisseur du plancher à la SECTION 3

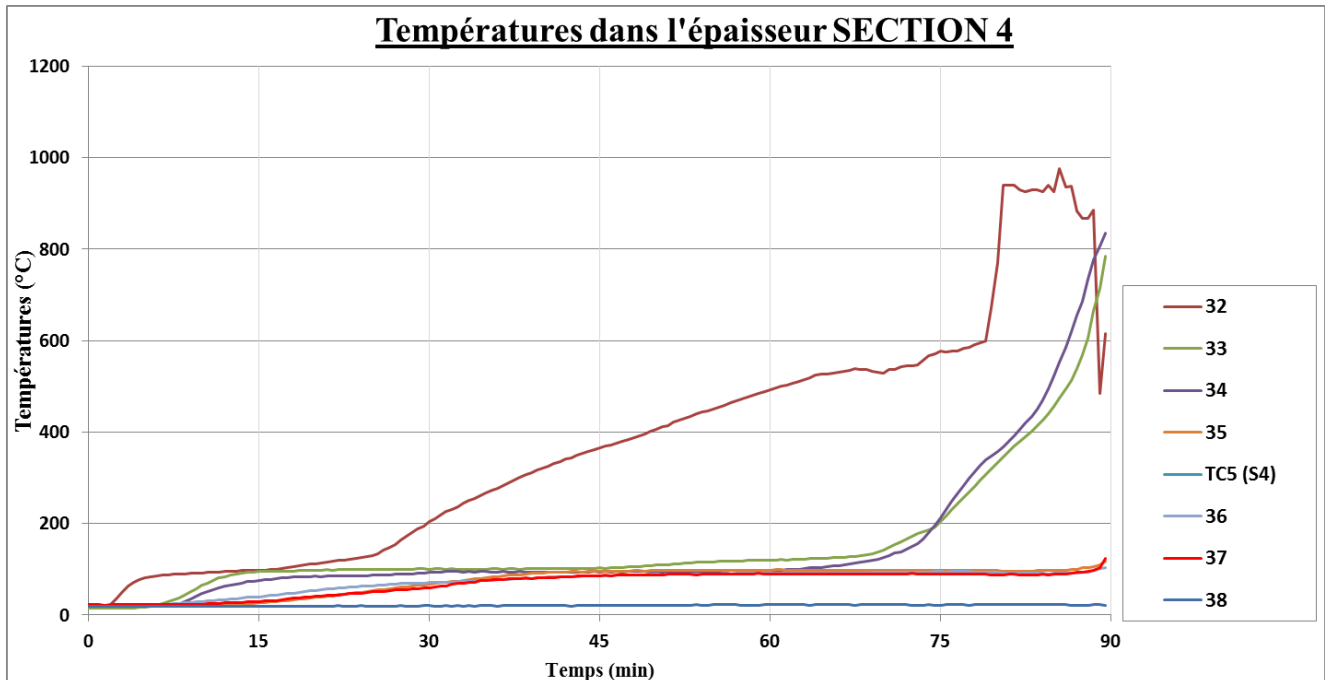


Figure 27 : Evolutions des températures dans l'épaisseur du plancher à la SECTION 4

ANNEXE 3 : PROFILS DE TEMPERATURES DANS L'ÉPAISSEUR DU PLANCHER

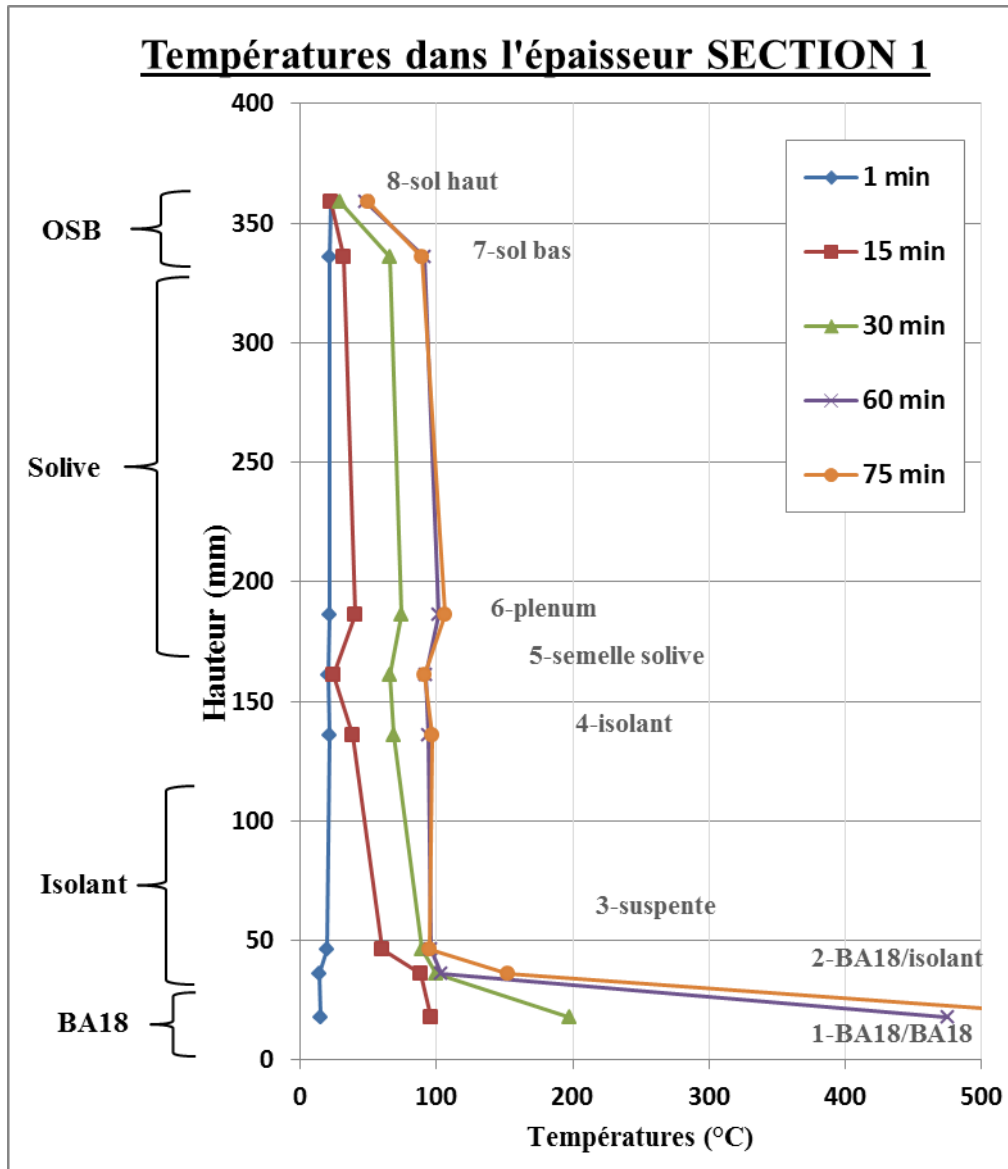


Figure 28 : Profils des températures dans l'épaisseur du plancher à la SECTION 1

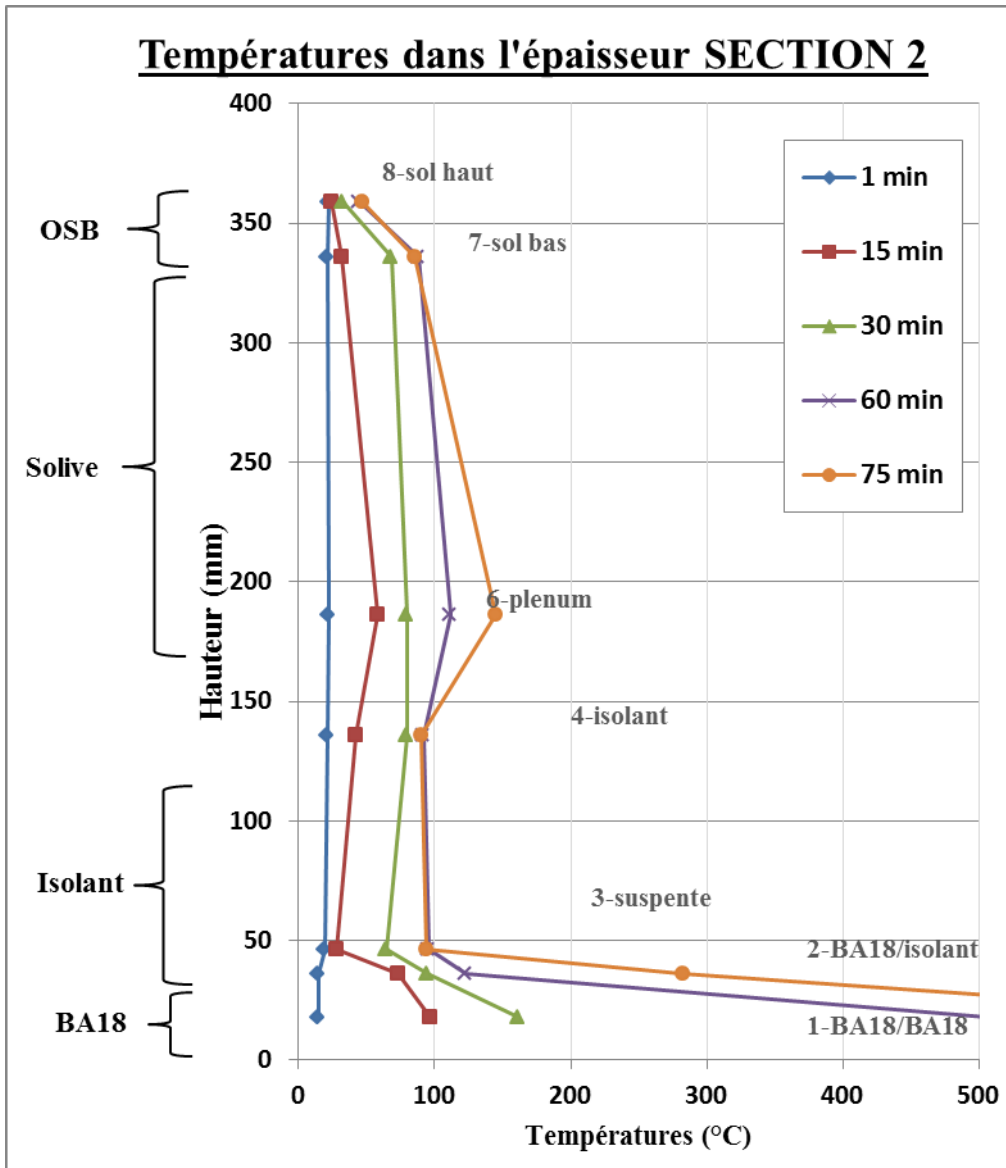


Figure 29 : Profils des températures dans l'épaisseur du plancher à la SECTION 2

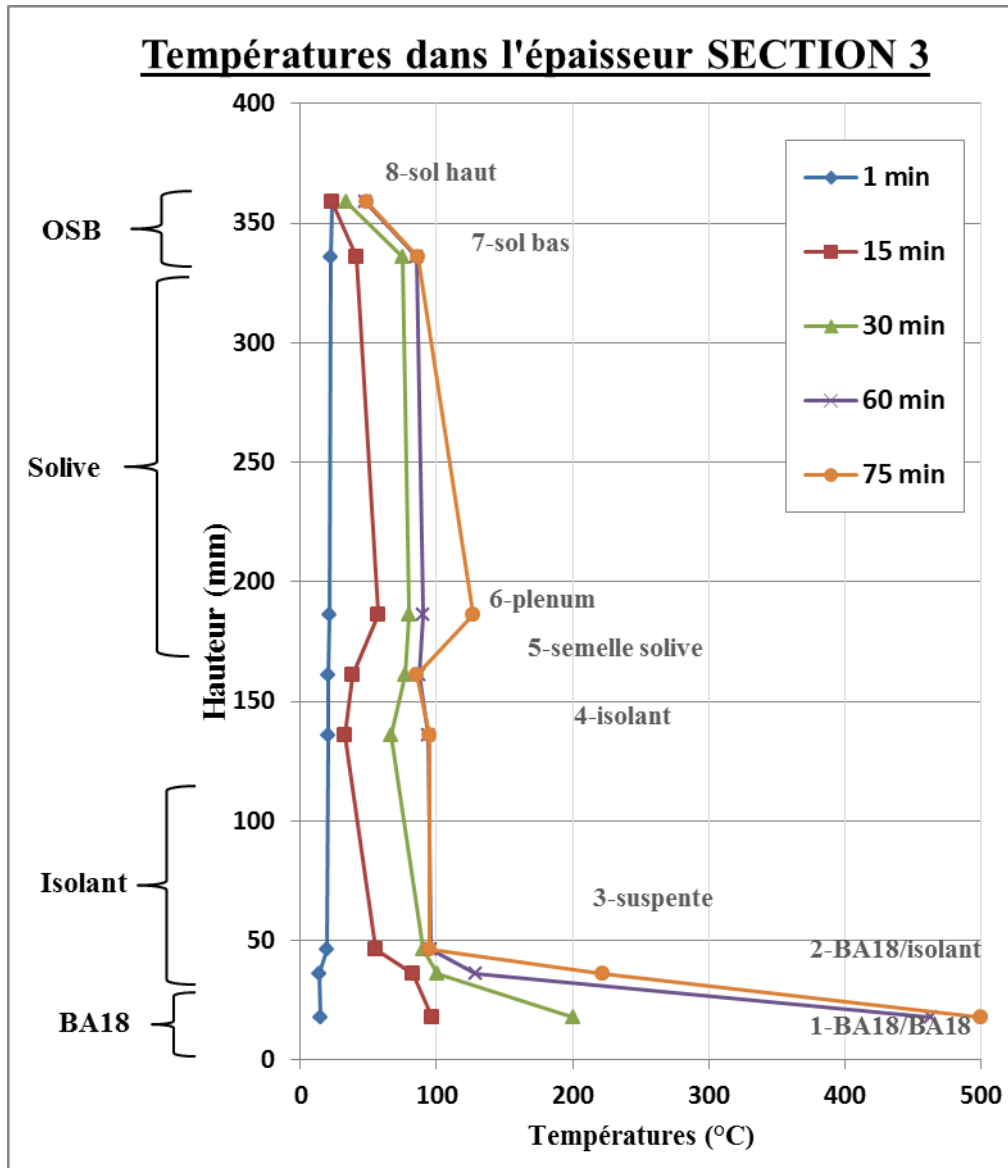


Figure 30 : Profils des températures dans l'épaisseur du plancher à la SECTION 3

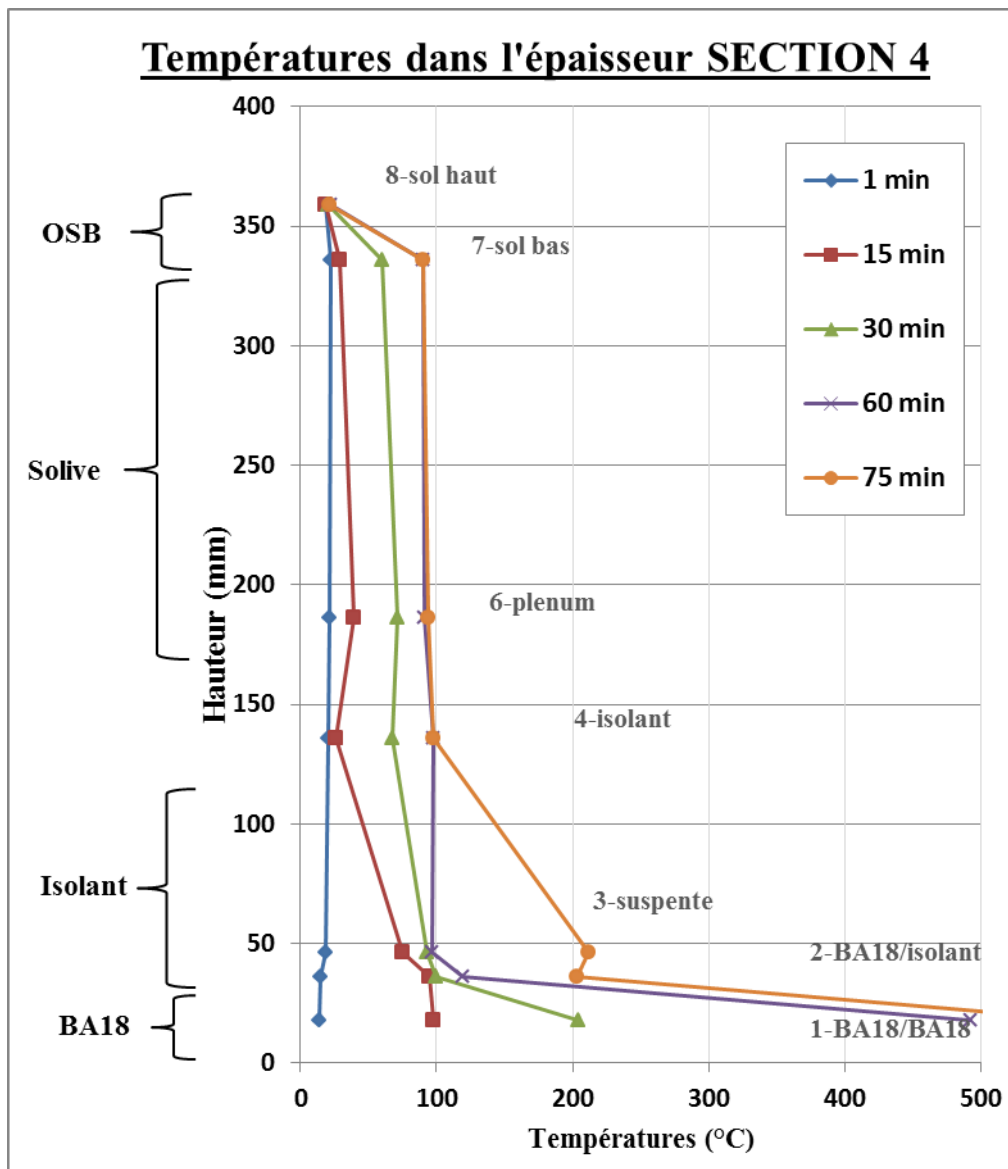


Figure 31 : Profils des températures dans l'épaisseur du plancher à la SECTION 4