

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

Rapport d'essais n° DSSF24-32676

Concernant un mur porteur

L'accréditation de la section Laboratoires du COFRAC atteste de la compétence des laboratoires pour les seuls essais couverts par l'accréditation. 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 du code de la consommation. Seul le rapport électronique signé avec un certificat numérique valide fait foi en cas de litige. Ce rapport électronique est conservé au CSTB pendant une durée minimale de 10 ans. La reproduction de ce rapport électronique n'est autorisée que sous sa forme intégrale. **Il comporte 28 pages dont les pages d'annexe.**

N/Réf : 24-32676 – LG/JP/AC

POUR LE COMPTE DE :
VERTICAL BLOC INGENIERIE
7, rue de la Rimberdière
50870 LE PARC
France

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

> Laboratoire membre de l'association :



Rapport d'essais n° DSSF24-32676

OBJET

Détermination de la satisfaction aux critères de performances de l'article 4 de l'arrêté du 22 mars 2004 modifié.

Ce rapport présente les résultats d'essais de résistance au feu sur un mur porteur selon les référentiels cités dans le paragraphe suivant.

TEXTES DE REFERENCE

L'essai a été réalisé conformément aux dispositions des textes ci-dessous :

Nature du texte	Référence (N°)	Date	Intitulé
Règlementaire	Arrêté du 22/03/04	2011:03	Arrêté du 22 mars 2004 modifié relatif à la résistance au feu des produits, éléments de construction et d'ouvrages.
Essai	NF EN 1363-1	2020:02	Essais de résistance au feu - Partie 1 : exigences générales
	NF EN 1365-1	2012:12	Essais de résistance au feu des éléments porteurs. Partie 1 : Murs.

LIEU D'EXECUTION DES ESSAIS

Adresse : 84 avenue Jean Jaurès – Champs-sur-Marne – 77447 Marne-la-Vallée cedex 2

Nom de l'interlocuteur : José PESTANA

Téléphone : +33 (0)1 64 68 83 26

Adresse Mail Laboratoire : resistance@cstb.fr

Fait à Marne-la-Vallée, le 16/07/2024

Rapport approuvé par : José PESTANA

Le Référent Technique

Document préparé par : Léo GONTIER

Document modifié par : -

Rapport d'essais n° DSSF24-32676

OBJET SOUMIS À L'ESSAI

Identification des échantillons testés

Marque commerciale / Identification : Vertical Bloc
 Fabricant des blocs : PPL EDYCEM
 Provenance : Usine de SAINT-GEORGE DE MONTAIGU (85600)
 Date de réception : 01/04/2024

Les échantillons ont été sélectionnés par le fabricant comme représentatifs de la production courante de l'usine SAINT-GEORGE DE MONTAIGU.

Opérateurs d'essais / Assistant ou Tuteur :

➤ Responsable d'essais : Léo GONTIER / -
 ➤ Opérateur de conduite du four : Paulo PANGIA N'GANI / -

1 Description de l'élément

NOTA : Les dimensions sont données en [mm]. | Les plans de l'élément de construction, objet de ce rapport, sont ceux fournis par le commanditaire. | L'élément d'essai tel que construit est conservé dans les conditions ambiantes de la halle du laboratoire.

Légende iconographique :

	Liens hypertexte vers les annexes correspondantes		Point singulier : Cf. § Avis et Interprétation
	Photographies disponibles en annexe		Vidéo disponible sur demande
	Atteinte du critère limite d'élévation de température	-	-

1.1 Principe de l'ensemble

Il s'agit d'un mur porteur composé de blocs en béton dont les alvéoles sont comblées par un mortier formant le noyau du mur.

Dimensions hors-tout du mur : 3000 x 3000 x 150 (L x l x e).

Epaisseur du noyau : 90.

Plans et Photographies de l'élément de construction

⇒ Voir la section d'annexe >

NOTA : Les échantillons ont été sélectionnés par le fabricant comme représentatifs de la production courante de l'usine de SAINT-GEORGE DE MONTAIGU. (Prélèvement par une tierce partie indépendante ou un agent du CSTB avec renvoi au rapport de prélèvement) – Conformément aux CGP, les informations relatives à la description des produits ou de l'élément de construction et les données identifiées par (*) sont fournies par le demandeur et sous son entière responsabilité.

Rapport d'essais n° DSSF24-32676

1.1.1 Nomenclature des blocs (établie sur les indications du fabricant)

Nomenclature relative aux blocs :

DESIGNATION	EPAISSEUR	HAUTEUR	LONGUEUR	POIDS
Blocs courants	150	200	600	16,7 [kg]
Blocs about droit	150	200	600	17,2 [kg]
Blocs about droit 2/3	150	200	400	13,4 [kg]
Blocs about droit 1/3	150	200	200	7,2 [kg]
Bloc coulissant	150	200	200	6,4 [kg]

1.1.2 Nomenclature et composition du noyau (établie sur les indications du fabricant)

DESIGNATION	REFERENCE	MATERIAUX	CARACTERISTIQUES	FOURNISSEUR
Ciment	« L'incontournable » TECHNOCEM	Ciment gris multi-usages	CEM II/B-M 32,5 R CP1 Fabriqué le 20/02/2024 Dosage mortier à 380 [kg/m ³]	CALCIA
Sable	-	-	Dosage : 1643 [kg/m ³]	-
Eau	-	-	Dosage : 200 [kg/m ³]	-
Plastifiant	Sika® ViscoCrete® TEMPO-11	A base polycarboxylates	3,5 [kg/m ³]	SIKA

1.1.3 Description & Mise en œuvre

Il s'agit d'un mur constitué de blocs rectifiés à base de béton de classe B60, assemblés à sec. 5 types de blocs sont mis en œuvre :

- des blocs courants de dimensions 600 x 200 x 150 (L x h x e) ;
- des blocs d'about de dimensions 600 x 200 x 150 (L x h x e) ;
- des blocs d'about droit 2/3 de dimensions 400 x 200 x 150 (L x h x e) ;
- des blocs d'about droit 1/3 de dimensions 200 x 200 x 150 (L x h x e) ;
- des blocs dits « coulissants » de dimensions 200 x 200 x 150 (L x h x e).

Ces derniers blocs sont mis en œuvre à raison d'1 bloc tous les 3 rangs jusqu'à une hauteur de 2300 depuis le sol fini et permettent le réglage d'un rang sur une longueur de 130. Sur cette distance, l'épaisseur du voile est ramenée à 90.

1.1.3.1 Mur maçonné

La liaison au sol du premier rang de blocs est assurée par un lit de mortier d'épaisseur 20 après tassement faisant office de semelle. La mise en œuvre des blocs des rangées suivantes est réalisée par assises horizontales successives, par une pose des blocs à sec.

Les joints verticaux sont décalés de 200 d'un rang à l'autre. Les blocs d'un même rang sont posés jointifs (emboîtement à sec).

Le montage complet du mur est réalisé principalement à l'aide de blocs entiers avec des blocs recoupés aux extrémités de rangs.

Rapport d'essais n° DSSF24-32676

Après assemblage à sec des blocs, un noyau porteur, constitué d'un mortier de remplissage conforme à l'avis technique 16/14-693*V1, est coulé au travers des alvéoles remplissant à refus leurs cavités sur toute la hauteur du mur. Le mortier est coulé en 3 phases, de hauteur de 1 000 [mm] environ, espacées de 15 minutes environ.

1.1.3.2 Points singuliers

Les faces du mur ne sont pas revêtues, et laissées brute de finition du parement des blocs-béton qui le constituent. La densité et répartition des blocs « couissants » sont de 1 bloc/3m² de surface de mur ; et ils ne peuvent être alignés sur toute la hauteur du mur, en observant un décalage minimal de 600.

2 Description de la séquence d'essais

EN 1365-1 : 2012-12

L'élément de construction objet de ce rapport a été exposé aux conditions indiquées dans les textes de références susvisés.

Il a été mis en œuvre dans une construction rigide à forte densité au sens du § 7.2.2.1 , d'épaisseur 300 [mm] et de masse volumique ≥ 850 [kg/m³] conformément à la norme EN 1363-1.

L'ensemble des mesures et enregistrements nécessaires à l'évaluation de l'élément de construction est réalisé conformément aux dispositions des paragraphes des textes énumérés ci-dessous.

L'élément de construction tel que construit a été exposé sur 1 face (élément symétrique).

NOTA : Les principaux paramètres de l'essai sont décrits au paragraphe 4 du présent rapport d'essais

Mesures	Enregistrements	EN 1363-1 : 2020-02	EN 1365-1 :2012-12
- Stabilité pondérale	Evolution de stabilisation pondérale	Annexe F	8
- Température du four	Positions et repères	4.5.1.1	9.1.1
- "	Evolution des températures de conduite	9.1.1	9.1.1
- "	Tolérance de conduite du four	5.1.2	-
- Pression	Evolution de la pression dans le four	9.2	9.2
- Température Ambiante	Evolution de la température ambiante	5.6 et 10.3	-
- Température de l'élément	Positions et repères	9.1.2	9.1.2
- "	Evolution des températures	10.4.2	-
- Déplacement	Positions et repères	9.3	9.3
- "	Evolution de la déformation de l'élément	10.4.4	-
- Charge	Evolution de la charge	5.4 et 10.2	10.1
- Capacité portante	Résultats d'essais	11.1	11.2
- Etanchéité au feu	Résultats d'essais	11.2	-
- Isolation thermique	Résultats d'essais	11.3	-

Rapport d'essais n° DSSF24-32676

➤ Calcul de la valeur de chargement

Une charge est uniformément répartie sur la longueur du bloc et elle est axée dans l'épaisseur du noyau.

Calcul du chargement théorique $F_{\text{Théo}} = F \times L = 42\,000$ [daN]

Calcul du chargement à appliquer $F_{\text{App}} = F_{\text{Théo}} - P_{\text{poutre}} = 41\,200$ [daN]

Calcul du chargement à appliquer par vérins $F_{\text{Vérin}} = F_{\text{App}} \div N_{\text{Vérin}} = 20\,600$ [daN]

Où : $F = 14\,000$ [daN/ml], charge fournie par le demandeur | $L = 3$ [m], longueur droite du mur

$P_{\text{poutre}} = 800$ [daN], poids de la poutre | $N_{\text{vérins}} = 2$, le nombre de vérins utilisés pour l'essai.

➤ Matériels métrologiques utilisés

Identification CSTB	Désignation	Fabricant	Type	Fin de validité
CSTB 12_000561	Four ISO	< sans objet >	< sans objet >	< sans objet >
CSTB 08_000023	Manomètre	FURNESS_CONTROLS	FCO 318	05/2024
CSTB 18_000533	Chronomètre	Heacker	PC100B	07/2026
CSTB 16_000287	Centrale d'acquisition	NATIONAL_INSTRUMENTS	NI PXIe-1078	04/2026
CSTB 20_000008	Centrale d'acquisition	NATIONAL_INSTRUMENTS	NI PXIe-1078	04/2026
CSTB 17_000334	Capteur de déplacement	PENNY & GILES	HLP190/FS1/0150/6K	10/2024
CSTB 17_000335	Capteur de déplacement	PENNY & GILES	HLP190/FS1/0150/6K	10/2024
CSTB 17_000340	Capteur de déplacement	PENNY & GILES	HLP190/FS1/0150/6K	10/2024
CSTB 16_000146	Capteur de déplacement	MEAS	PT1A-5-UP-10K-M6	04/2025
CSTB 16_000148	Capteur de déplacement	MEAS	PT1A-5-UP-10K-M6	08/2024
CSTB 08_000491	Conditionneur	HBM	MGC Plus	12/2024
CSTB 20_000014	Capteur de force - 600 kN	SCAIME	ML12-600kN	10/2024
CSTB 20_000015	Capteur de force - 600 kN	SCAIME	ML12-600kN	10/2024
50461/PF018353	Thermocouple (Pastille)	Corrège	K	< sans objet >
CSTB 10_000053	Thermocouple (Coax)	Corrège	K	04/2026

3 Observations

3.1 Observations pendant essai

Photographies de l'élément de construction prises pendant l'essai

⇒ Voir la section d'annexe >

Temps	Face exposée	Face non exposée
 0 h 00 min 00 s	Début de l'essai Température ambiante : 18 [°C]	
0 h 15 min 00 s		Fissures verticales toute hauteur, non traversantes, axées aux tiers Est et Ouest ainsi qu'au centre de la maquette.
0 h 18 min 00 s		Tâche de condensation visible au centre du mur au travers de la fissure centrale sur environ 50 de hauteur.
0 h 23 min 00 s	Chute du voile des blocs sur la zone centrale du mur.	

Rapport d'essais n° DSSF24-32676

Temps	Face exposée	Face non exposée
0 h 29 min 00 s	Poursuite de la chute de voile. La quasi-totalité du voile exposé des blocs a chuté. Le noyau béton est rendu visible et présente une surface lisse.	
0 h 30 min 00 s	Aucune évolution notable.	Aucune évolution notable.
0 h 33 min 00 s		Craquellements audibles. Les tâches de condensation se sont étendues en partie courante du mur de manière ponctuelle et éparse, dont une de surface plus importante en partie centrale.
0 h 45 min 00 s		Les craquellements semblent s'être arrêtés.
0 h 50 min 00 s		La quasi-totalité du mur dégage de la vapeur d'eau et la surface est recouverte de condensation.
1 h 00 min 00 s	Aucune évolution notable.	Aucune évolution notable.
1 h 10 min 00 s		Poursuite de dégagements de vapeur sur toute la surface.
1 h 24 min 00 s		Les traces de condensation semblent s'atténuer peu à peu – (fin du palier de vaporisation).
1 h 30 min 00 s	Aucune évolution notable.	Aucune évolution notable.
2 h 00 min 00 s	Aucune évolution notable.	Aucune évolution notable.
2 h 22 min 00s		Elévation de température supérieure à 180 [°C] repérée par le thermocouple n° 12. FIN DE L'ISOLATION THERMIQUE.
2 h 28 min 00 s		En partie haute, les blocs commencent à blanchir depuis leur arrête supérieure et les dégagements de fumées se sont estompés.
 2 h 36 min 00 s	Arrêt de l'essai à la demande du client.	

3.2 Observations après essai et refroidissement

Photos de l'élément de construction prises après essais et refroidissement

⇒ Voir la section d'annexe > 

Le mur s'est entièrement effondré pendant la phase de refroidissement, environ 1h30 après l'essai.

Rapport d'essais n° DSSF24-32676

4 Résultats de l'essai

Organisme	C.S.T.B
Nom du commanditaire	VERTICAL BLOC INGENIERIE
N° de rapport	DSSF24-32676
Date de réalisation	09/05/2024
Méthode	NF EN 1365-1 : 2012-12

Paramètres de l'essai	
- Charge appliquée en	140 [kN/m]
- Construction support	Construction Rigide
- Courbe température/temps	$T = 345 \log 10 (8t + 1) + 20$
- Nombre de face exposée	Sens de feu indifférent

Résultats de l'essai

Capacité portante	Résultats
- Contraction verticale limite	156 minutes (sans échec)
- Vitesse limite de contraction verticale	156 minutes (sans échec)
Étanchéité au feu	Résultats
- Inflammation soutenue à	156 minutes (sans échec)
- Inflammation du tampon de coton à	156 minutes (sans échec)
- Pénétration d'un calibre d'ouverture à	156 minutes (sans échec)
Isolation thermique	Résultats
- Durée	Défaillance à 142 minutes

5 Domaine d'application directe des résultats

§ de la norme	Désignations
13 - a	Diminution de la hauteur.
Application du § :	La hauteur maximale du mur est limitée à 3 [m].
13 - b	Augmentation de l'épaisseur du mur.
Application du § :	Epaisseur minimale du mur nu : 150 [mm].
13 - c	Augmentation de l'épaisseur des matériaux constitutifs.
Application du § :	Epaisseur minimale du mur de 150 [mm] avec une : - Epaisseur minimale du bloc 150 [mm] ; - Epaisseur minimale des voiles : 30 ; - Epaisseur minimale du noyau : 90.
13 - d	Diminution des dimensions linéaire de plaque(s) ou panneau(x) mais pas de leur épaisseur.
Application du § :	Dimensions linéaires maximales des blocs courants : 600 x 200 (L x h) ; Dimensions linéaires des alvéoles : 290 en longueur et 90 en largeur. La largeur de l'alvéole est orientée dans le sens de l'épaisseur du mur et sa valeur, 90, est la valeur minimale admise. La longueur quant à elle est fixe.
13 - e	Diminution de l'espacement entre montants.
Application du § :	Non applicable.
13 - f	Diminution des entraxes des fixations.
Application du § :	Non applicable.
13 - g	Augmentation du nombre de joints horizontaux, l'essai étant réalisé avec un joint distant de (500 ± 150) mm au maximum du bord supérieur.

Rapport d'essais n° DSSF24-32676

§ de la norme	Désignations
Application du § :	Non applicable.
13 - h	Diminution de la charge appliquée.
Application du § :	Charge ≤ 140 [kN/ml] uniformément répartie sur l'épaisseur du noyau (appuis centrés).
13 - i	Augmentation de la largeur sous réserve que l'élément d'essai ait été soumis à l'essai en pleine largeur avec une largeur de 3 [m] ; on retiendra la valeur la plus élevée.
Application du § :	Augmentation de la longueur droite du mur objet du présent document, soit une longueur droite illimitée.

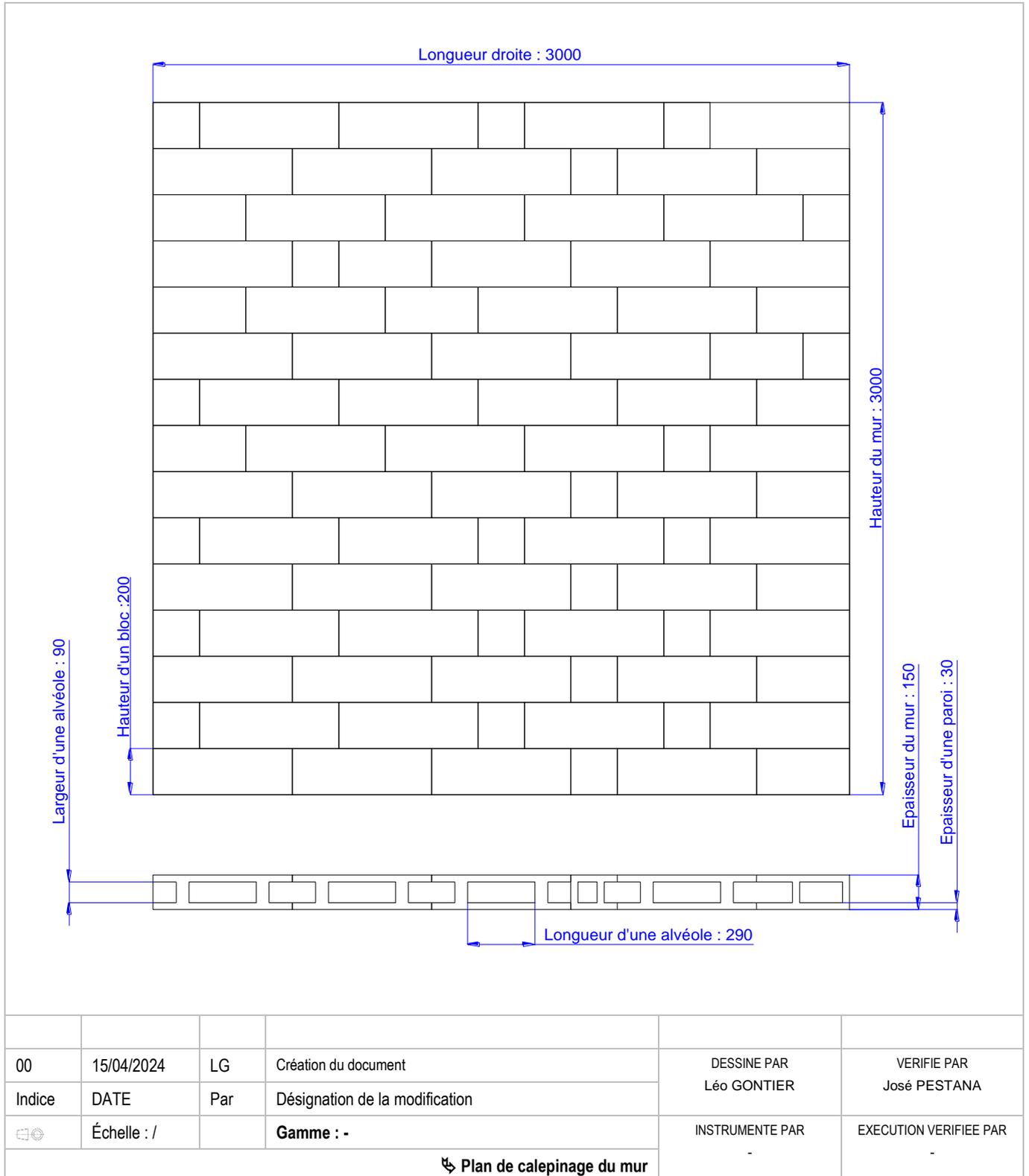
Avertissement

« Le présent rapport donne des détails sur la méthode de construction, les conditions d'essais et les résultats obtenus lorsque l'élément de construction spécifique décrit ici a été soumis aux essais suivant le mode opératoire indiqué dans l'EN 1363-1 et le cas échéant, dans l'EN 1363-2 : En ce qui concerne les dimensions, les détails de construction, les chargements, les contraintes et les conditions aux limites ou d'extrémité, tout écart important, autre que ceux autorisés dans le cadre du domaine d'application directe de la méthode d'essai appropriée, n'est pas couvert par le présent rapport ».

« En raison de la nature des essais de résistance au feu et de la difficulté en résultant à quantifier l'incertitude de mesure de la résistance au feu, il n'est pas possible de fixer un degré de précision des résultats ».

Rapport d'essais n° DSSF24-32676

Annexes : Plans et photographies prises au cours du montage.



Rapport d'essais n° DSSF24-32676

Annexes : Plans et photographies prises au cours du montage.



Vues de la mise en œuvre du premier rang



Détail du retrait de la zone comportant un bloc coulissant



Vue d'ensemble après pose de la moitié des blocs

Rapport d'essais n° DSSF24-32676

Annexes : Plans et photographies prises au cours du montage.



Vues du mur après mise en place de la totalité des blocs et du début du remplissage du noyau



Face exposée



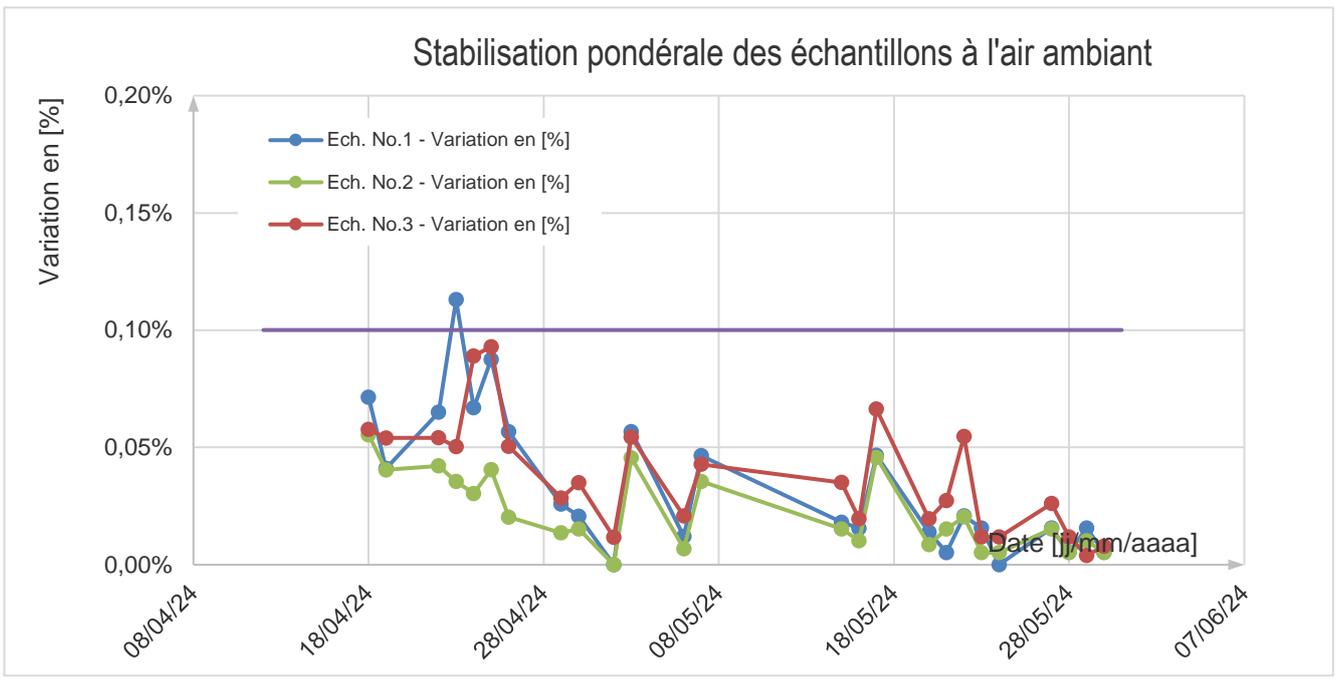
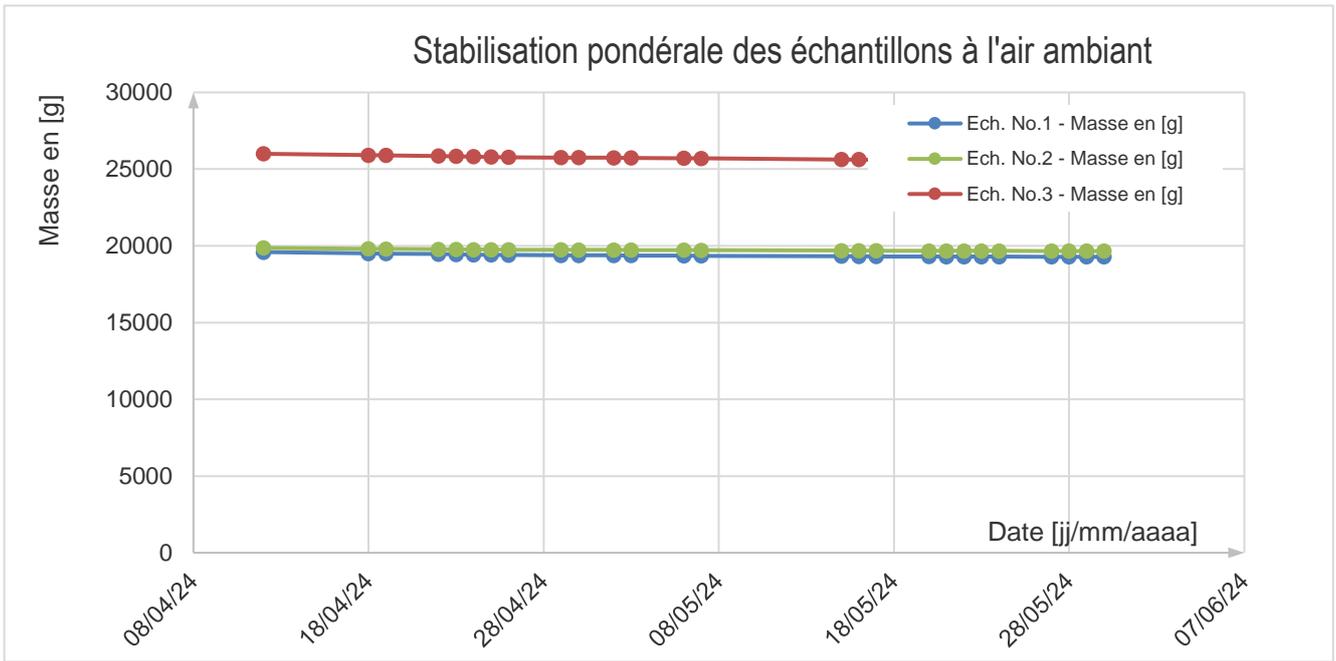
Face non exposée

Vues d'ensemble après remplissage des blocs.

Rapport d'essais n° DSSF24-32676

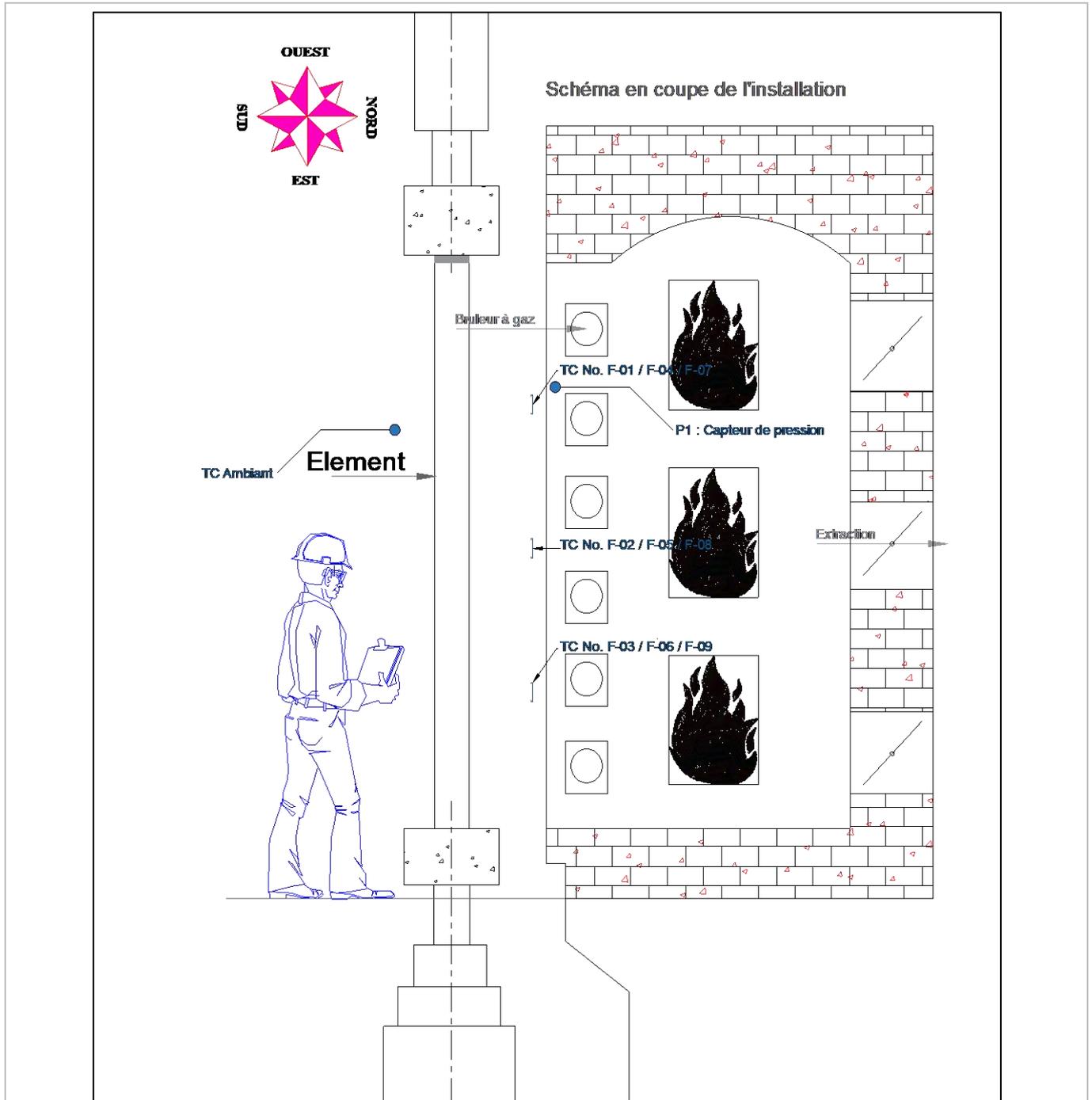
Annexe : Stabilité pondérale

Information technique liée au conditionnement	Atteinte du critère de 0,10 [%] :		OUI
Stabilité pondérale atteinte à :	11 jours	-	-
Age de l'élément de construction au jour de l'essai :	11 jours	Teneur en eau :	5,3 [%]



Rapport d'essais n° DSSF24-32676

Annexe : Positions & repères des prises de température de l'installation d'essai

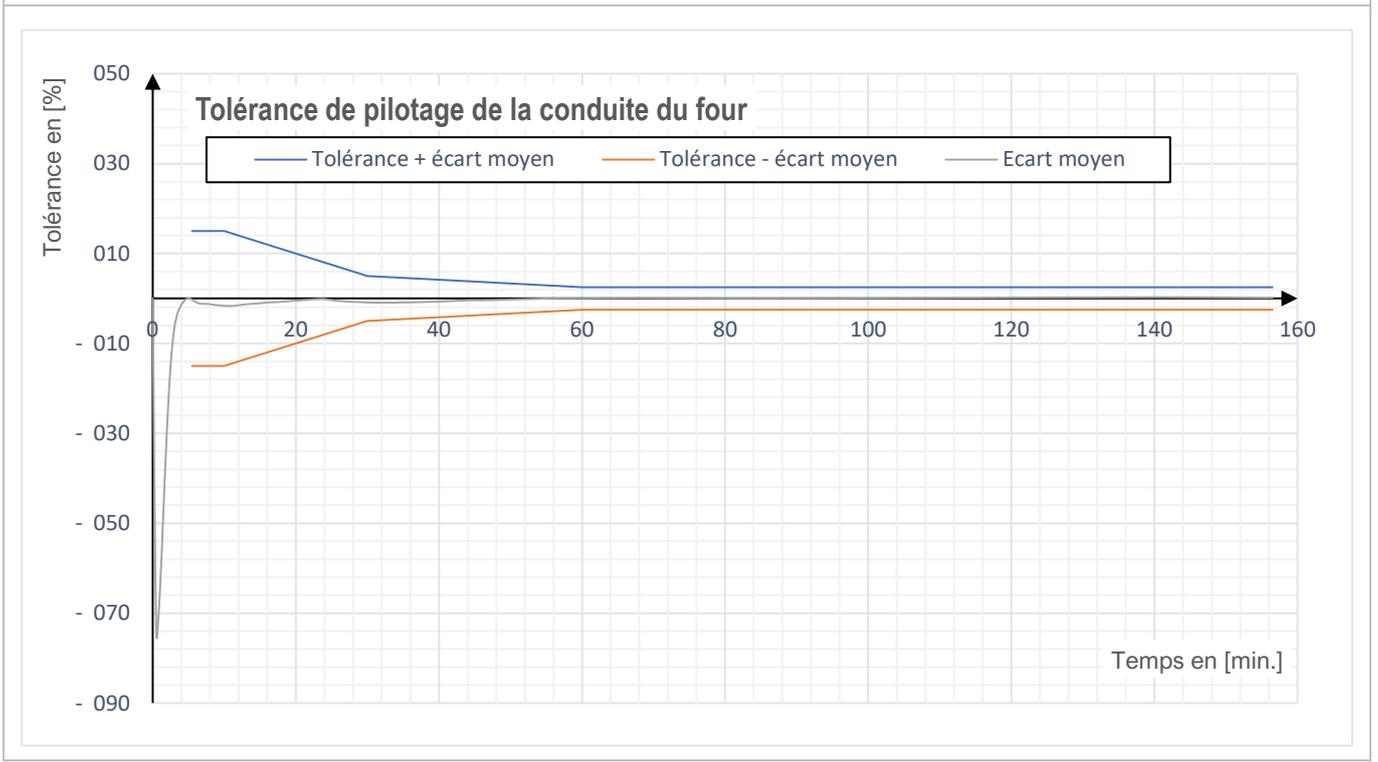
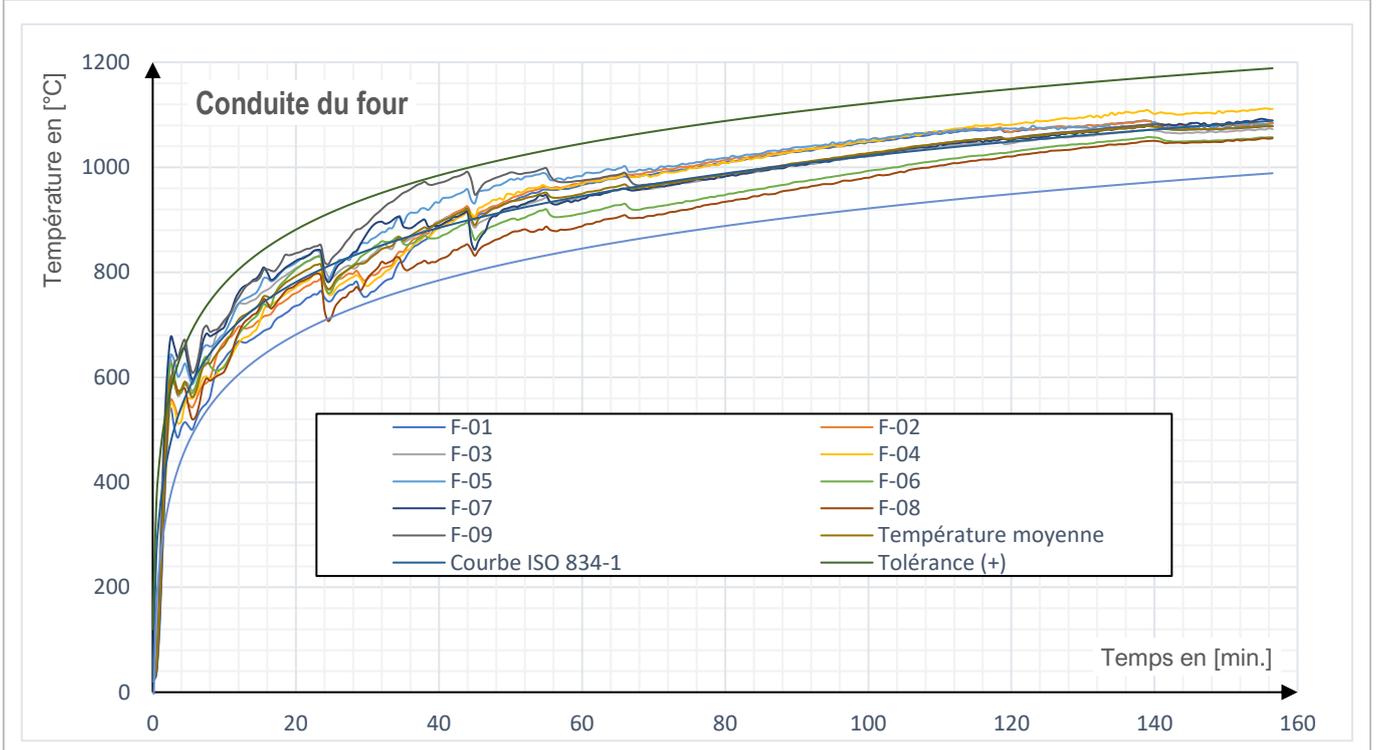


00	01/09/2020	MC	Création du document	DESSINE PAR Miguel CRUZ	VERIFIE PAR -
Indice	DATE	Par	Désignation de la modification		INSTRUMENTE PAR Paulo PANGIA N'GANI
	Échelle : /		Gamme : < sans objet >		
↳ Plan d'instrumentation de l'installation d'essai					

Rapport d'essais n° DSSF24-32676

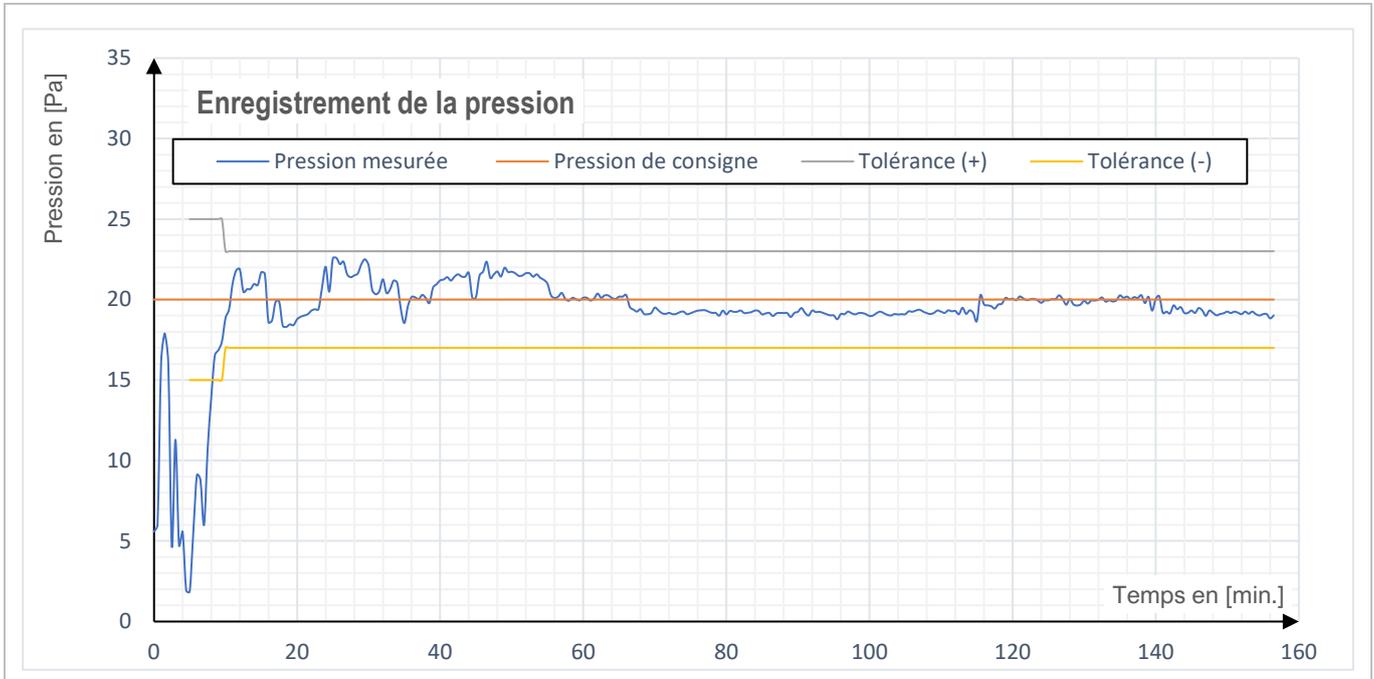
Annexe : Températures de conduite & Tolérances de conduite

Critère d'acceptabilité (au démarrage de l'essai)	Température en [°C]	Plage admissible	Critère satisfait
Température moyenne des TC four avant essai	22 [°C]	$\theta_f \leq 50$ [°C]	OUI



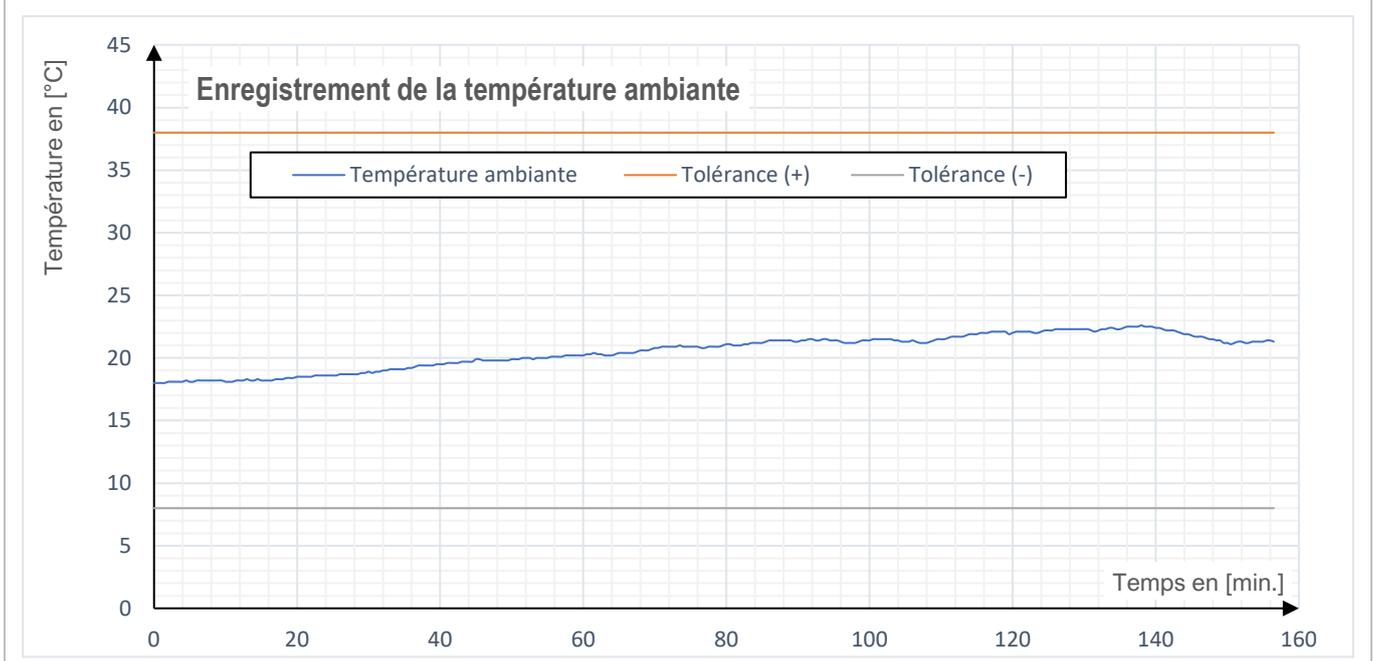
Rapport d'essais n° DSSF24-32676

Annexe : Evolution de la pression



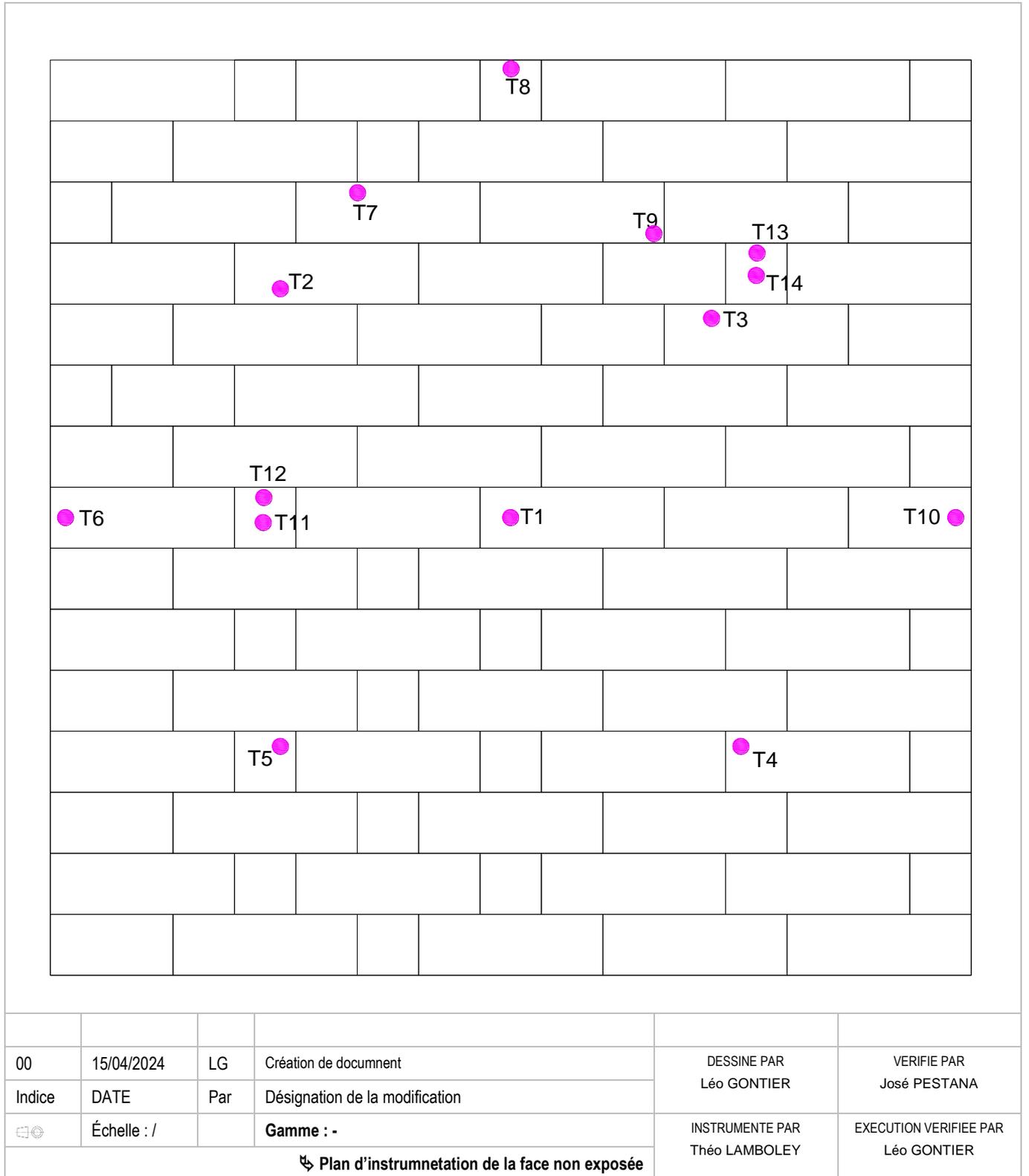
Annexe : Température Ambiante

Critères d'acceptabilité	Température en [°C]	Plage admissible	Critère satisfait
Température ambiante (θ_i) – Avant essai	18 [°C]	10 [°C] $\leq \theta_i \leq$ 40 [°C]	OUI
Température ambiante (θ_i) – En cours d'essai	-	$\Delta\theta_i$ (-10 / + 20)	OUI



Rapport d'essais n° DSSF24-32676

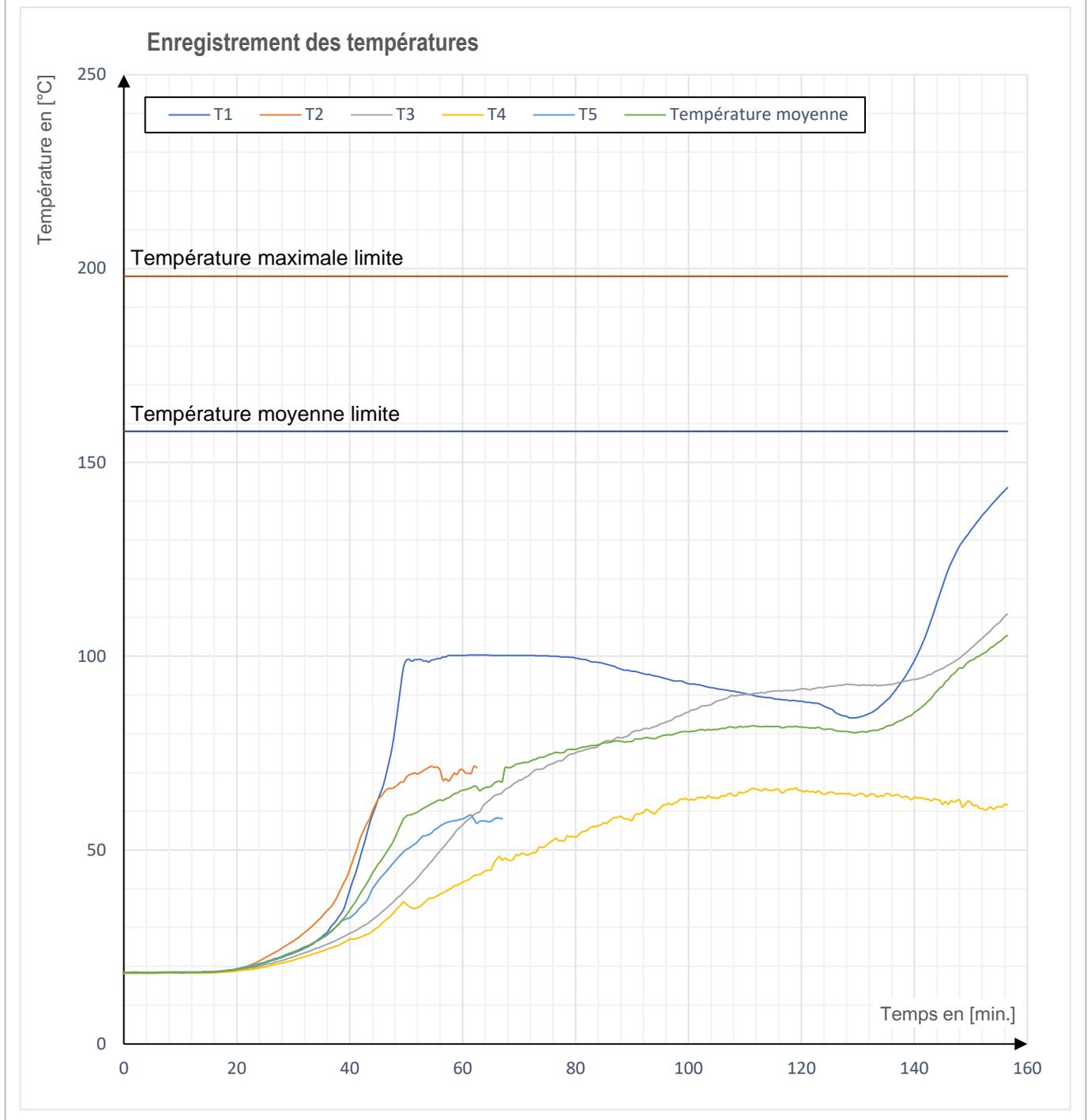
Annexe : Positions & repères des prises de température de l'éléments



Rapport d'essais n° DSSF24-32676

Annexe : Evolution de la température moyenne de la face non exposée

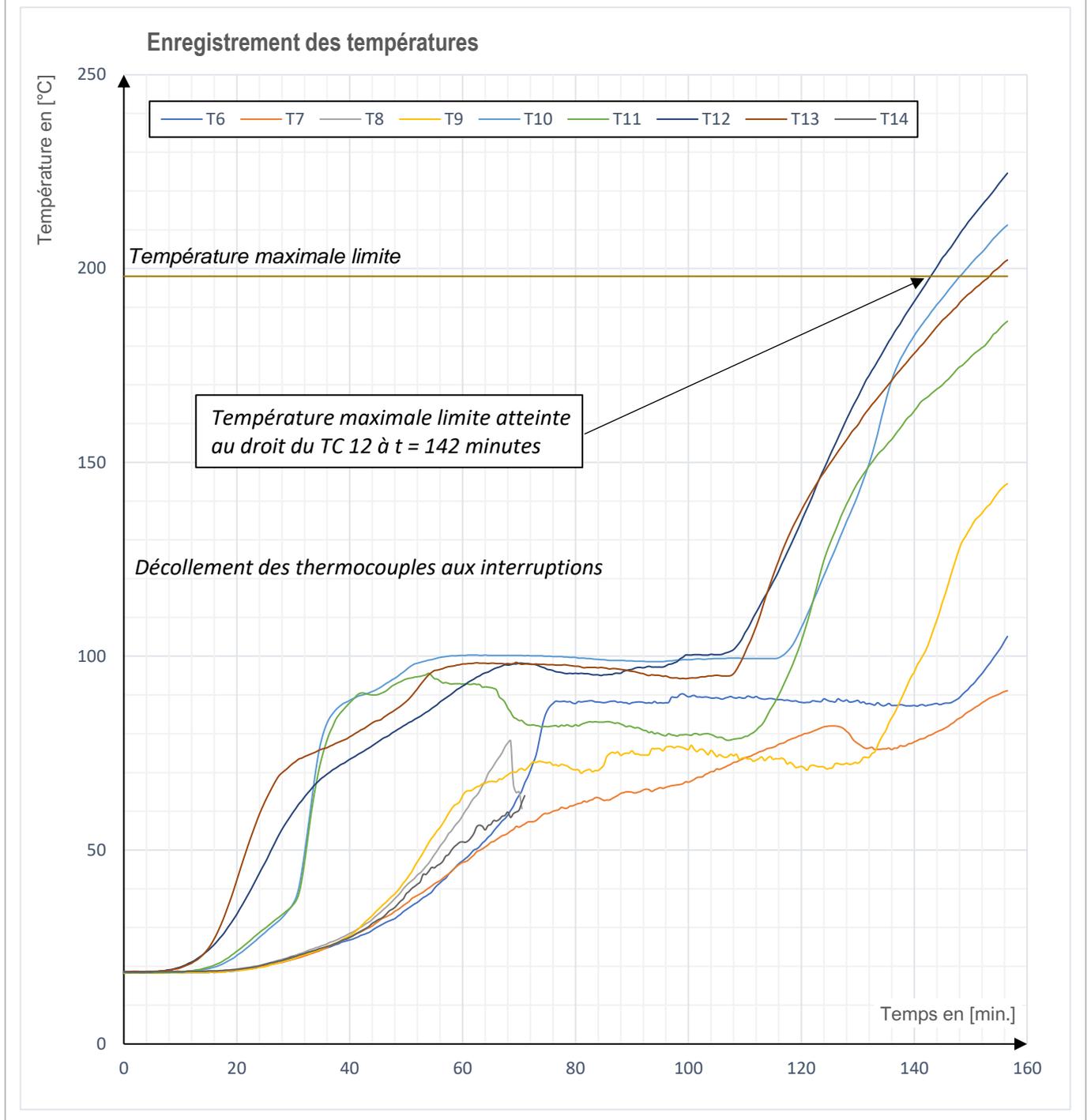
Critères d'acceptabilité (au démarrage de l'essai)	Température en [°C]	Plage admissible	Critère satisfait
Température moyenne de la face non exposée	18 [°C]	$10 [^{\circ}\text{C}] \leq \theta \leq 40 [^{\circ}\text{C}]$	OUI
Ecart entre les températures des thermocouples	0 [°C]	$\Delta\theta_i \pm 5 [^{\circ}\text{C}]$	OUI



Rapport d'essais n° DSSF24-32676

Annexe : Evolution des températures maximales de la face non exposée

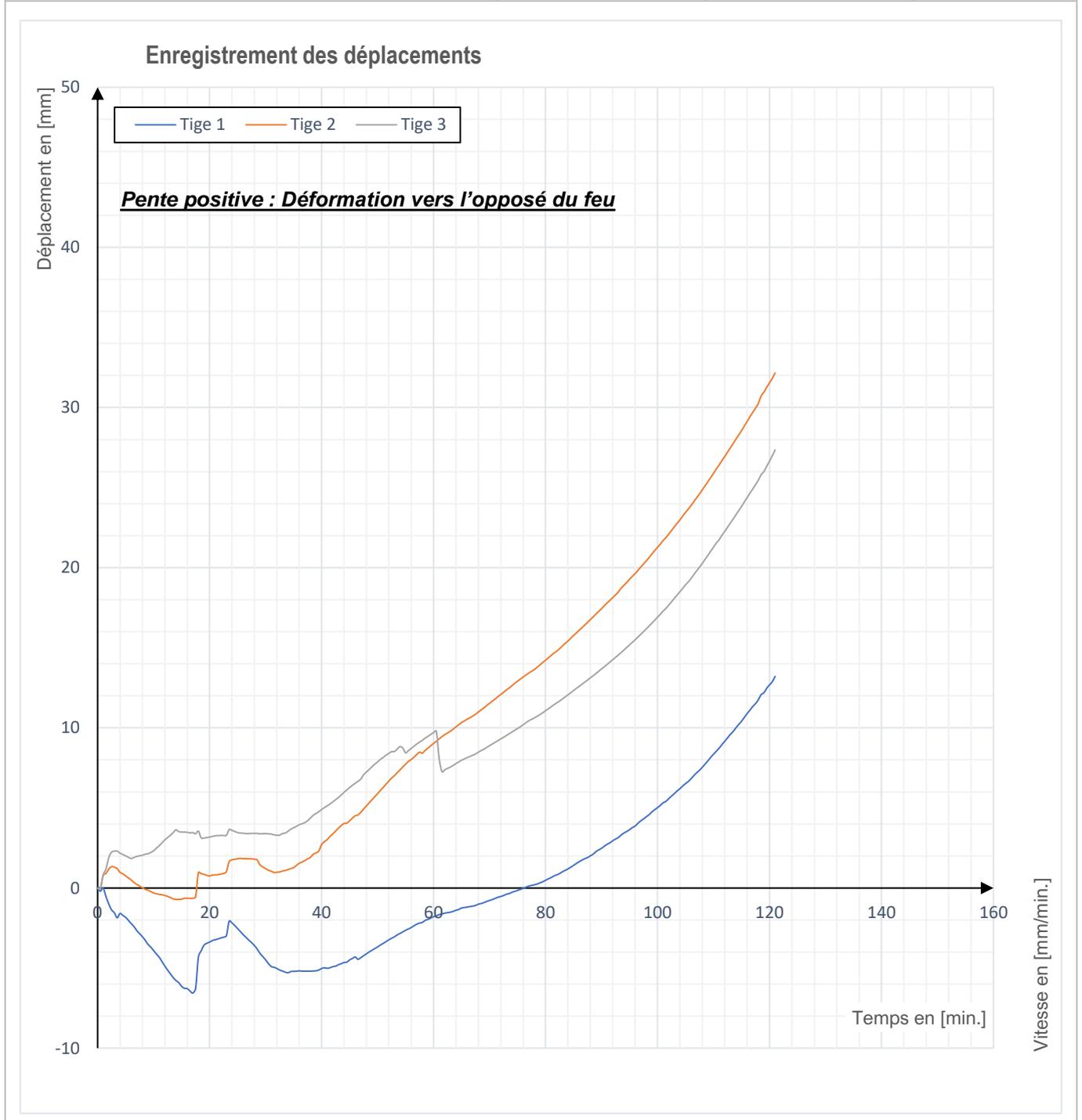
Critères d'acceptabilité (au démarrage de l'essai)	Température en [°C]	Plage admissible	Critère satisfait
Température moyenne de la face non exposée	18 [°C]	$10 [°C] \leq \theta \leq 40 [°C]$	OUI
Ecart entre les températures des thermocouples	0 [°C]	$\Delta\theta_i \pm 5 [°C]$	OUI



Rapport d'essais n° DSSF24-32676

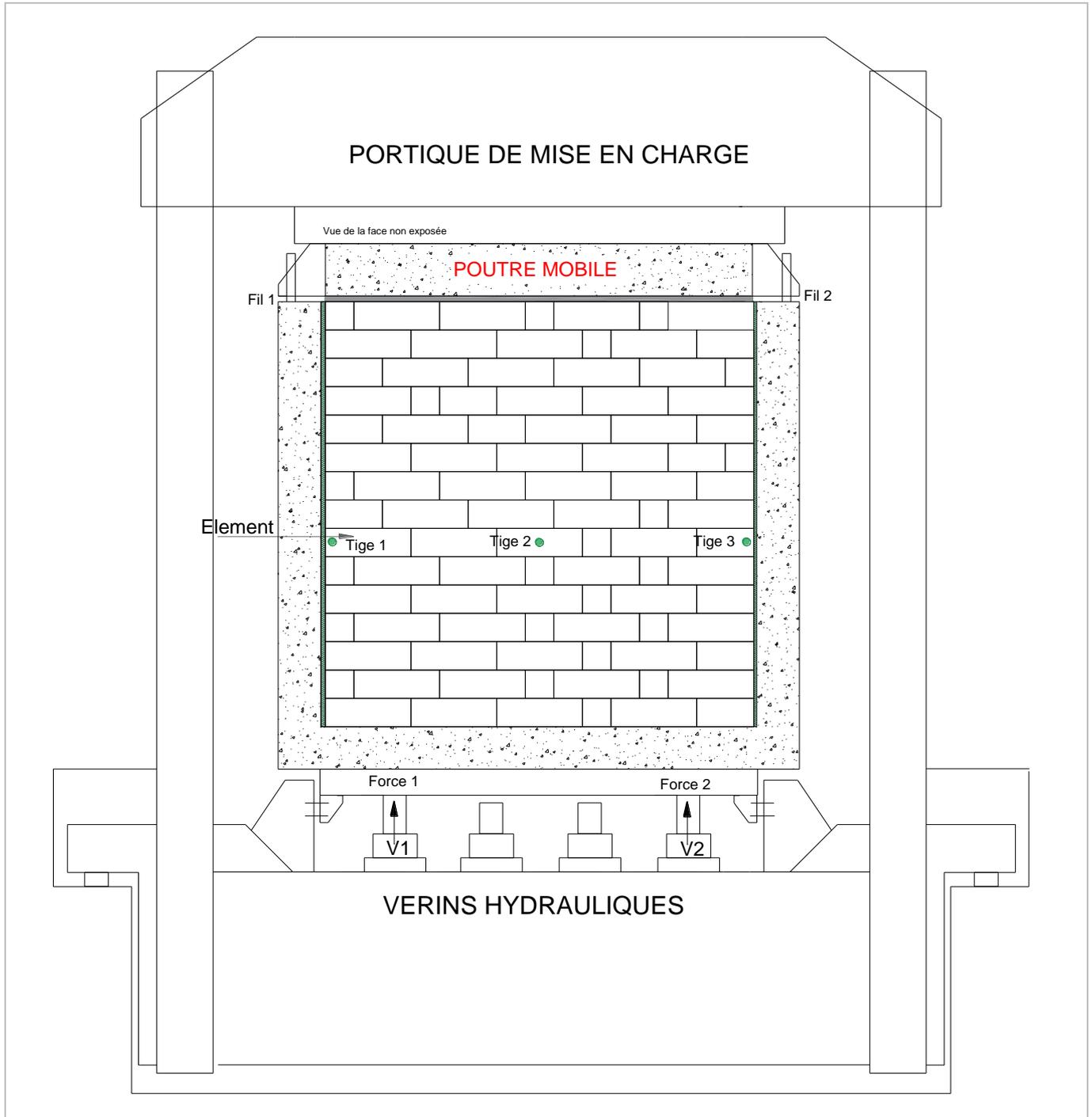
Annexe : Evolution des déplacements horizontaux

Critère limite	Formules	Valeur limite	Critère satisfait
➤ Déplacement horizontal	-	-	< sans objet >
-	-	-	-



Rapport d'essais n° DSSF24-32676

Annexe : Positions & repères des prises de mesures de déformations et de chargement de l'élément

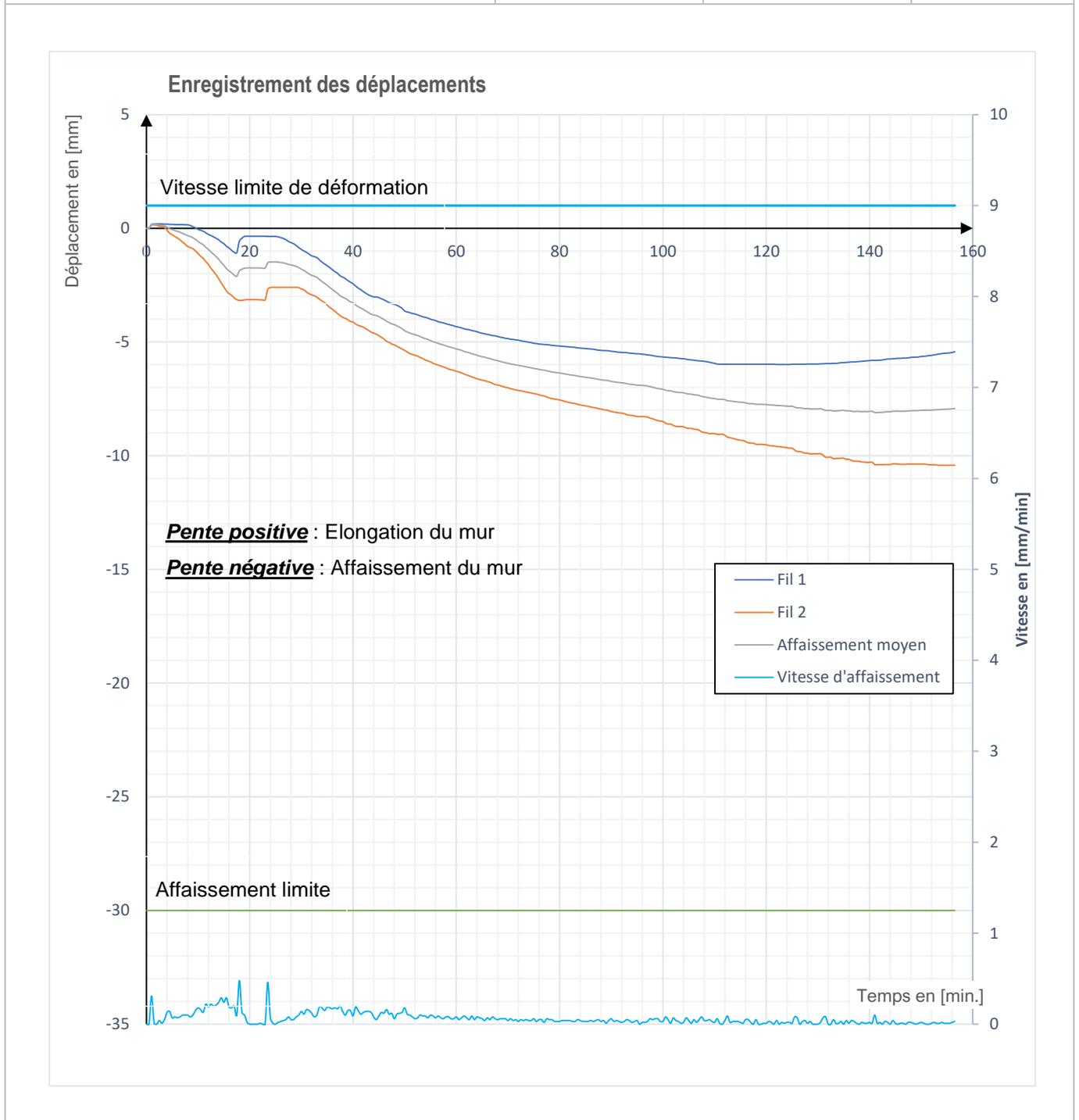


00	11/04/2024	LG	Création de document	DESSINE PAR Léo GONTIER	VERIFIE PAR -
Indice	DATE	Par	Désignation de la modification		
	Échelle : /		Gamme : « / »	INSTRUMENTE PAR Léo GONTIER	EXECUTION VERIFIEE PAR -
Plan d'instrumentation des capteurs de déplacement et de force					

Rapport d'essais n° DSSF24-32676

Annexe : Evolution de la contraction verticale et de la vitesse de déformation

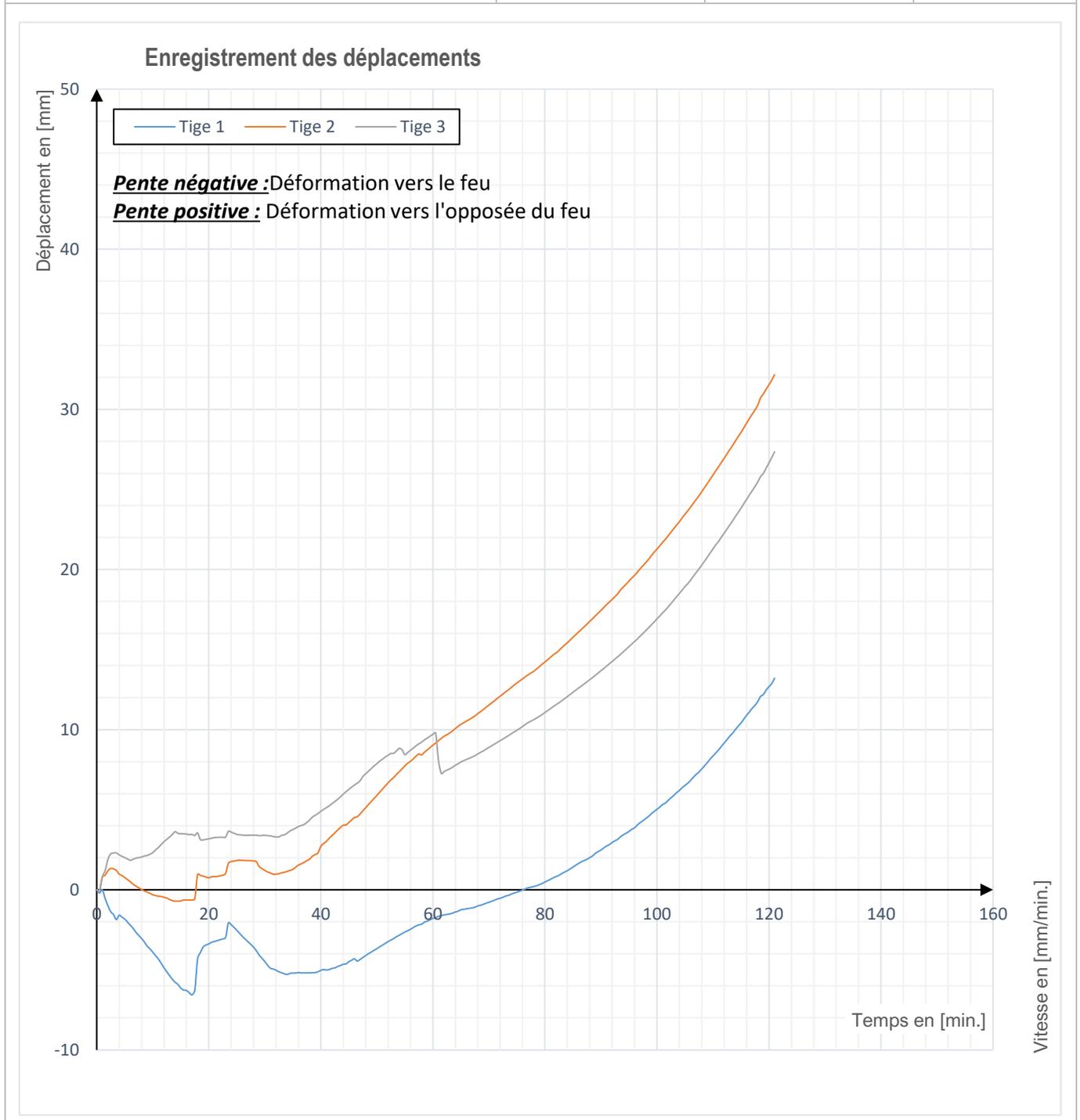
Critères limites	Formules	Valeur limite	Critère satisfait
➤ Contraction verticale	$C_{lim} = \frac{h}{100}$	30 [mm]	OUI
➤ Vitesse limite de contraction verticale	$V_{lim} = \frac{3h}{1000}$	9 [mm/min]	OUI



Rapport d'essais n° DSSF24-32676

Annexe : Evolution du cintrage du mur

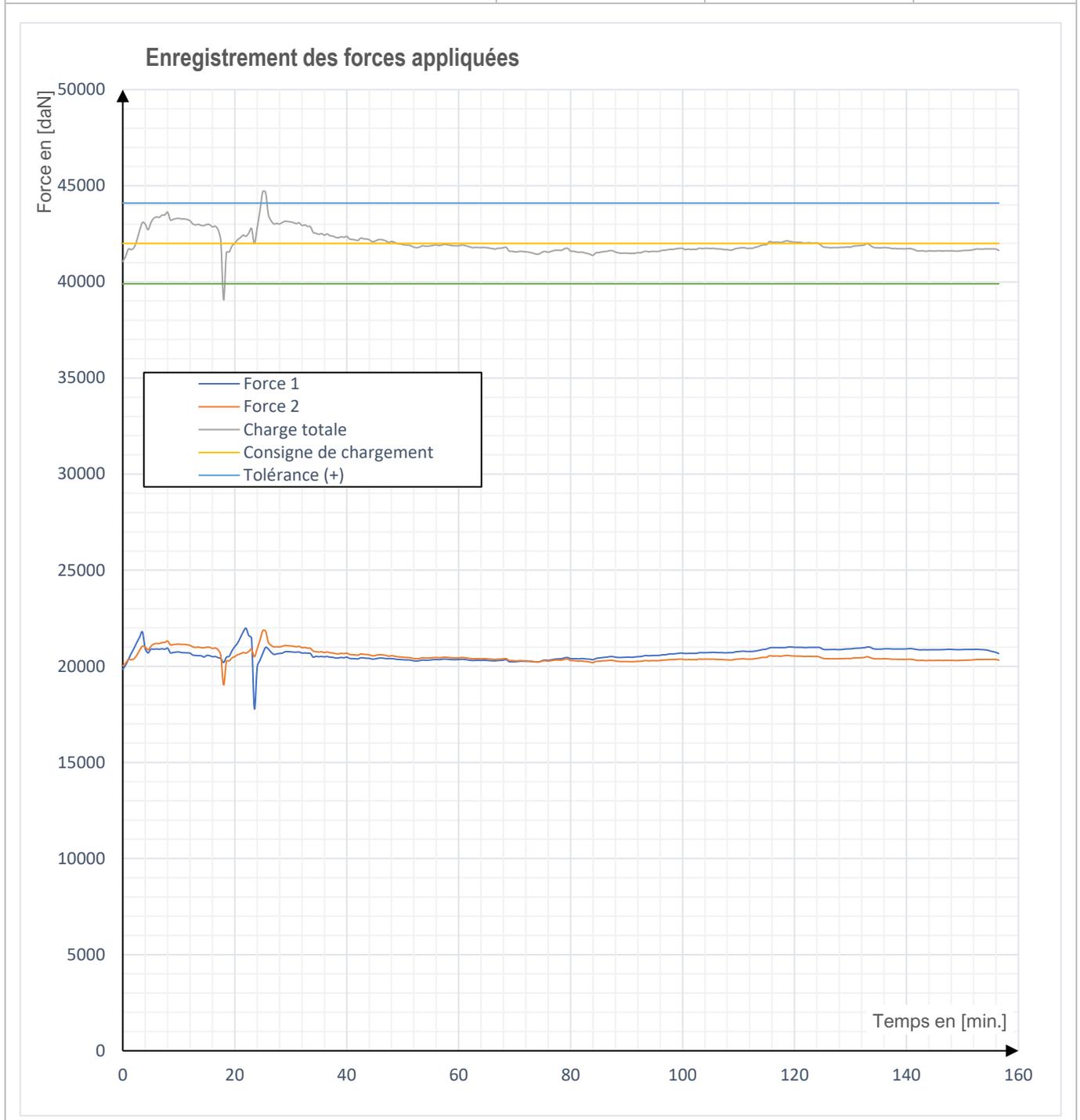
Critères limites	Formules	Valeur limite	Critère satisfait
-	-	-	-
-	-	-	-



Rapport d'essais n° DSSF24-32676

Annexe : Evolution de l'application de la charge mécanique (Mur porteur)

Critères limites	Formules	Valeur limite	Critère satisfait
-	-	-	-
-	-	-	-



Rapport d'essais n° DSSF24-32676

Annexes : Photographies prises pendant l'essai.



face exposée

Vue d'ensemble avant mise en œuvre sur le four

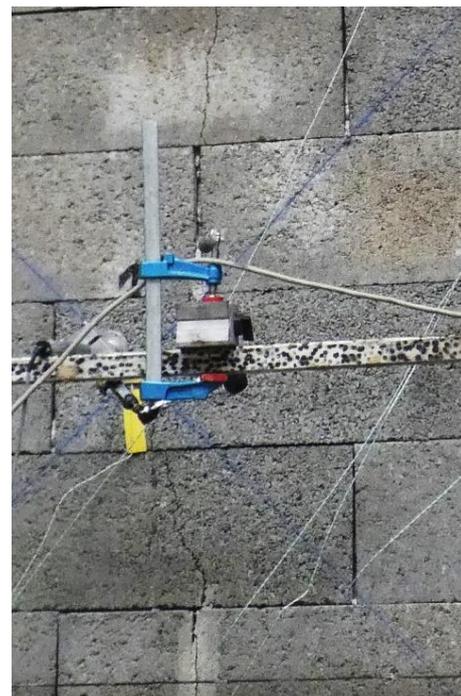


face non exposée

Vue d'ensemble au démarrage de l'essai



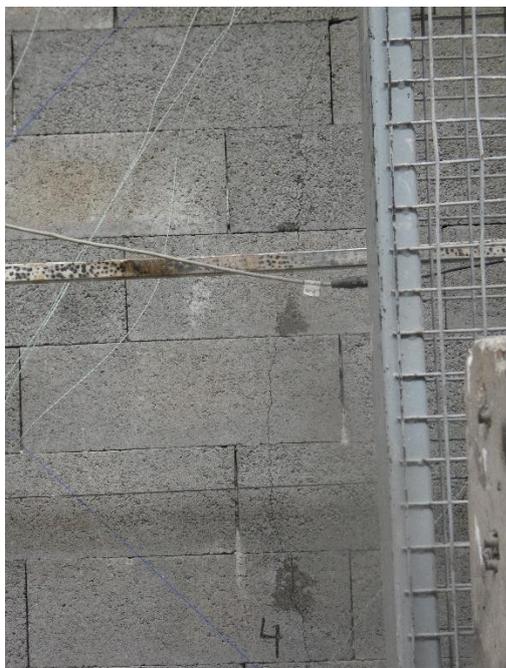
Vue de la face non exposée à t = 15 min



Détail de la fissure repérée à t = 15 minutes

Rapport d'essais n° DSSF24-32676

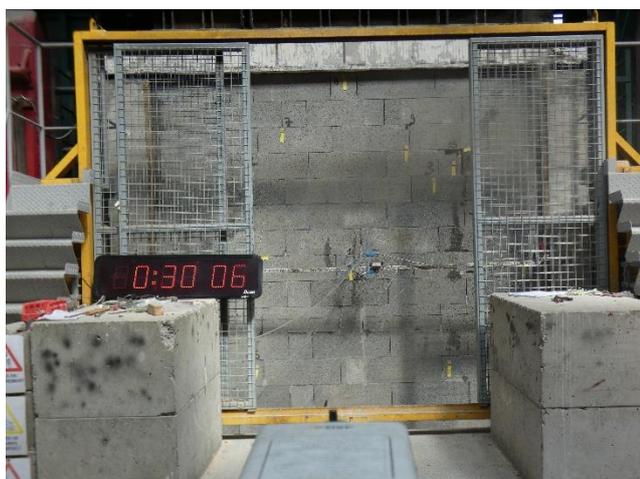
Annexes : Photographies après l'essai.



Vue des tâches repérées à t = 18 minutes



Vue du désordre repéré à t = 23 minutes



Vue de la face non exposée à t = 30 minutes



Détail de la chute du voile des blocs à t = 30 minutes

Rapport d'essais n° DSSF24-32676

Annexes : Photographies pendant l'essai.



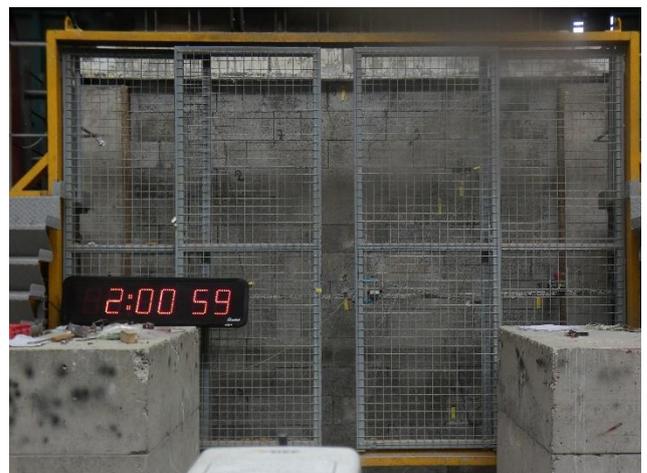
Vue de la face non exposée à t = 45 minutes



Vue de la face non exposée à t = 60 minutes



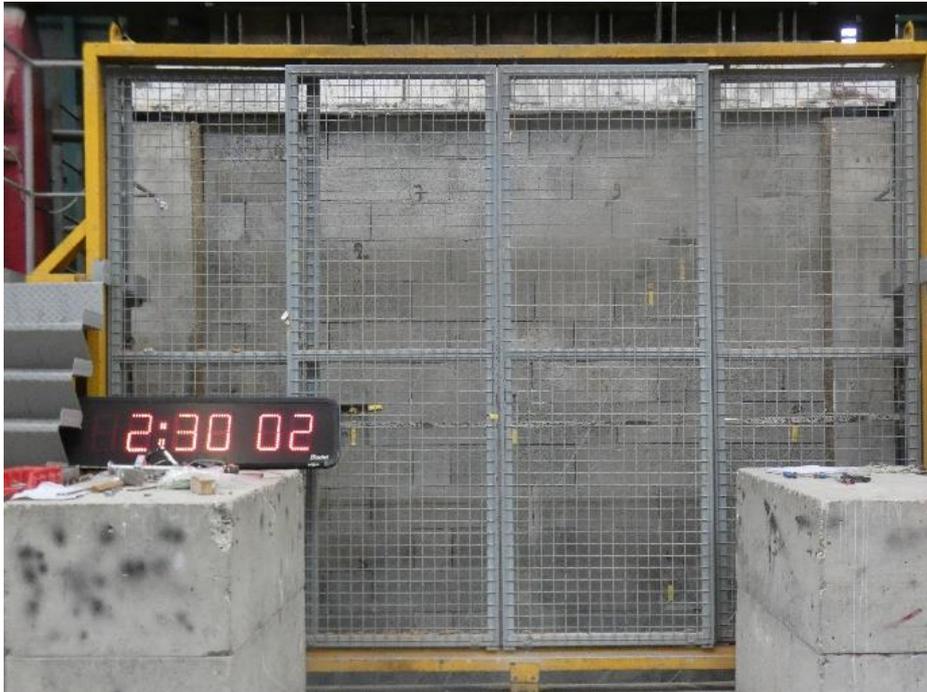
Vue de la face non exposée à t = 90 minutes



Vue de la face non exposée à t = 120 minutes

Rapport d'essais n° DSSF24-32676

Annexes : Photographies pendant l'essai.



Vue de la face non exposée à $t = 150$ minutes



Vue d'ensemble du mur après rupture en phase de refroidissement.

Fin du rapport d'essais