

## Rapport d'essai n° 014087

### Essai de RESISTANCE AU FEU d'un mur porteur en bottes de paille enduit en faces exposée et non exposée au feu.

**Date de l'essai :** 27/02/2019

**Demandeur :** **Ville de Rosny sous-bois**  
Hôtel de Ville  
20 rue Claude Pernès  
93 111 ROSNY-SOUS-BOIS

**Date :** 31/01/2020

Ce rapport d'essai comporte 62 pages dont 33 annexes. Sa reproduction n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Seuls les résultats portés dans les rapports d'essai signés font foi et sont utilisables par le client.



**Christophe TESSIER**  
Directeur  
Centre d'Essais au Feu



**Baptiste HAINAULT**  
Responsable Équipe Essais  
Centre d'Essais au Feu

## Sommaire

<b>1</b>	<b>Objet de l'essai .....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Textes de référence .....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Date de réception et de fabrication de l'objet soumis à l'essai .....</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>Description du corps d'épreuve .....</b>	<b>5</b>
4.1	Pailles .....	5
4.2	Pieux.....	5
4.3	Sangles et fixation .....	5
4.4	Enduit (FNE) .....	5
4.5	Enduit (FE).....	6
4.6	Mise en œuvre .....	7
<b>5</b>	<b>Modalités de l'essai .....</b>	<b>8</b>
<b>6</b>	<b>Mesures effectuées pendant l'essai de résistance au feu.....</b>	<b>9</b>
<b>7</b>	<b>Observations .....</b>	<b>12</b>
7.1	Avant essai .....	12
7.2	Pendant essai .....	12
7.3	Après essai .....	14
<b>8</b>	<b>Critères de performances.....</b>	<b>15</b>
<b>9</b>	<b>Domaine d'application directe des résultats d'essai .....</b>	<b>15</b>
	<b>Annexe 1 : Photo des bottes de paille .....</b>	<b>17</b>
	<b>Annexe 2 : Fiche technique du chêne .....</b>	<b>18</b>
	<b>Annexe 3 : Fiche technique des sangles « KEVLAR ».....</b>	<b>22</b>
	<b>Annexe 4 : Fiche technique du plâtre de renformi.....</b>	<b>24</b>
	<b>Annexe 5 : Plan de calepinage du mur.....</b>	<b>28</b>
	<b>Annexe 6 : Plan de configuration de l'essai .....</b>	<b>31</b>
	<b>Annexe 7 : Photos du montage du mur .....</b>	<b>32</b>
	<b>Annexe 8 : Fiche technique du bois .....</b>	<b>34</b>
	<b>Annexe 9 : Fiche technique de la laine de coton.....</b>	<b>38</b>

<b>Annexe 10 : Fiche technique de la plaque fermacell .....</b>	<b>39</b>
<b>Annexe 11 : Fiche technique des panneaux de bois aggloméré « OSB » .....</b>	<b>40</b>
<b>Annexe 12 : Fiche technique du treillis de renfort pour enduit.....</b>	<b>41</b>
<b>Annexe 13 : Courbes de suivi pondéral des échantillons .....</b>	<b>42</b>
<b>Annexe 14 : Positionnement des prises de température à l'intérieur du four .....</b>	<b>43</b>
<b>Annexe 15 : Courbe de la conduite thermique du four .....</b>	<b>44</b>
<b>Annexe 16 : Courbe de l'écart de la conduite thermique du four avec la courbe normalisée .....</b>	<b>45</b>
<b>Annexe 17 : Courbe du différentiel de pression interne du four par rapport à la pression atmosphérique ....</b>	<b>46</b>
<b>Annexe 18 : Plan de positionnement des prises de température en face non exposée au feu et des prises de mesure du gradient de température du mur .....</b>	<b>47</b>
<b>Annexe 19 : Courbes des relevés de température pour l'élévation de la température moyenne en face non exposée au feu du mur.....</b>	<b>48</b>
<b>Annexe 20 : Courbes des relevés de température pour l'élévation de la température maximale en face non exposée au feu du mur (en complément des courbes de l'élévation de la température moyenne) .....</b>	<b>49</b>
<b>Annexe 21 : Plan des grappes utilisées pour la mesure du gradient de température du mur .....</b>	<b>50</b>
<b>Annexe 22 : Courbes des relevés de température de la grappe 1 .....</b>	<b>51</b>
<b>Annexe 23 : Courbes des relevés de température de la grappe 2 .....</b>	<b>52</b>
<b>Annexe 24 : Courbes des relevés de température de la grappe 3 .....</b>	<b>53</b>
<b>Annexe 25 : Plan de positionnement des vérins, des pompes et des capteurs de déplacements verticaux ...</b>	<b>54</b>
<b>Annexe 26 : Plan de positionnement des capteurs de déplacements horizontaux .....</b>	<b>55</b>
<b>Annexe 27 : Courbes de l'effort appliqué sur le mur au pré-chargement.....</b>	<b>56</b>
<b>Annexe 28 : Courbes des relevés des déplacements verticaux au pré-chargement .....</b>	<b>57</b>
<b>Annexe 29 : Courbes de l'effort appliqué sur le mur le jour de l'essai .....</b>	<b>58</b>
<b>Annexe 30 : Courbes des relevés de déplacements verticaux.....</b>	<b>59</b>
<b>Annexe 31 : Courbes des relevés de déplacements horizontaux .....</b>	<b>60</b>
<b>Annexe 32 : Photo de la face exposée au feu du mur avant essai .....</b>	<b>61</b>
<b>Annexe 33 : Photo de la face non exposée au feu du mur avant essai .....</b>	<b>62</b>

## 1 OBJET DE L'ESSAI

---

Réalisation d'un essai de résistance au feu d'un mur porteur en paille enduit en faces exposée et non exposée au feu. Le but est d'évaluer les critères de capacité portante (R), d'étanchéité au feu (E) et d'isolation thermique (I) du mur soumis à un incendie selon la courbe température – temps normalisée de la norme NF EN 1363-1.

## 2 TEXTES DE REFERENCE

---

- Arrêté du 22 mars 2004 modifié ;
- Norme NF EN 1363-1 de mars 2013 ;
- Norme NF EN 1365-1 de décembre 2012.

## 3 DATE DE RECEPTION ET DE FABRICATION DE L'OBJET SOUMIS A L'ESSAI

---

ÉLÉMENT	DATE
Bottes de paille	Réception le 11/01/2019 PAILLE SERVICE – Ferme de Malvoisine (77 720 CHAMPEAUX)
Enduits	Réception le 11/01/2019
Mur	Montage du 13/06/2018 au 17/06/2018 au CERIB par le commanditaire. Enduction de la 1 <sup>ère</sup> couche en face non exposée au feu le 27/11/2018 Enduction de la 2 <sup>ème</sup> couche en face non exposée au feu et en face exposée au feu du 03/12/2018 au 07/12/2018

## 4 DESCRIPTION DU CORPS D'ÉPREUVE

---

### 4.1 Pailles

TYPE DE PAILLE	Paille de blé
DIMENSIONS DES BOTTES DE PAILLES	470 x 800 x 2000 mm <sup>3</sup> Certaines bottes ont été retaillées à la bonne longueur, en suivant les recommandations des « règles professionnelles de construction paille »
MASSE VOLUMIQUE	144 kg/m <sup>3</sup>
FICHE TECHNIQUE	Non communiquée par le commanditaire

Voir la photo des bottes de paille en annexe 1.

### 4.2 Pieux

Les pieux sont fabriqués en chêne Ø30 x 1300 mm.

Voir la fiche technique du chêne en annexe 2.

### 4.3 Sangles et fixation

Les sangles sont en Kevlar. À chaque extrémité de la sangle, un nœud de plein poing a été réalisé et une tresse en Kevlar passée en double a été utilisée pour lier les deux extrémités ensemble. La tresse a été nouée avec un nœud de plein poing à une extrémité et un tour mort et deux demi-clefs.

Voir la fiche technique des sangles « Kevlar » en annexe 3.

### 4.4 Enduit (FNE)

TYPE D'ENDUIT	Enduit extérieur chaux sable
ÉPAISSEUR	50 mm
UTILISATION	Projection sur la face non exposée au feu du mur
FICHE TECHNIQUE	Voir la fiche technique du plâtre de renformi en annexe 4.
COMPOSANTS ET DOSAGE	Chaux Saint Astier NHL 2 - Sable 0,4 <b>Gobetis</b> (1,5 cm) 83,4% sable et 16,6% chaux (en masse) <b>Corps d'enduit</b> – 3 cm 85,2% sable et 14,8% chaux (en masse) <b>Finition</b> – 0,5 cm 87,8% sable et 12,2% chaux (en masse)

## 4.5 Enduit (FE)

TYPE D'ENDUIT	Enduit intérieur terre plâtre
ÉPAISSEUR	50 mm
UTILISATION	Projection sur la face exposée au feu du mur
FICHE TECHNIQUE	Voir la fiche technique du plâtre de renformi en annexe 4.
COMPOSANTS ET DOSAGE	<b>Enduit terre plâtre</b> 50% plâtre Vieujot MGC100 (en masse) 50% enduit terre « Blanc Craie » par la briqueterie d'Allone (en masse)

## 4.6 Mise en œuvre

DESCRIPTION DU MONTAGE	<p>La lisse basse en bois massif, remplie de laine de coton, est mise en place sur la poutre inférieure du cadre d'essais. Cette lisse est revêtue par des panneaux de bois aggloméré « OSB » d'épaisseurs 15 mm et 22 mm. Les aiguilles de la première rangée sont mises en place dans la lisse basse en perçant les traverses avec un mèche de 30 mm. L'extrémité haute de chaque aiguille a préalablement été effilée. Les bottes de la première rangée sont mises en place en les enfilant dans les aiguilles. Les rangées suivantes sont décalées d'une demi-botte d'un rang sur l'autre et mises en place en enfonçant des aiguilles par-dessus au niveau des rangs 3,4 et 6. À chaque extrémité de rang, les bottes sont découpées de façon à s'adapter à la longueur de la baie du cadre d'essais. La cale d'épaisseur est mise en place sur les bottes de paille. Ensuite, la lisse haute est installée sur le dessus de la cale. Les dernières aiguilles sont insérées depuis la partie supérieure de la lisse haute en traversant cette dernière (perçages réalisés en amont). Deux plaques de FERMACELL d'épaisseur 13 mm, pour une épaisseur totale de 26 mm, sont vissées sur les flancs de la lisse haute. La poutre supérieure du cadre d'essais est mise en place au-dessus de la lisse. Cette poutre est guidée par des tiges dépassant des montants du cadre d'essais. Elle est ensuite calée pour ne pas appliquer de charge sur le mur. Les sangles Kevlar sont passées au travers de la lisse haute. Elles sont jointives et tendues au centre du mur.</p> <p>Le pré-chargement du mur a été effectué par 4 vérins hydrauliques et 4 capteurs d'effort. La contraction verticale du mur a été enregistrée par 4 capteurs de déplacement à fil au droit de chaque vérin. Le chargement a d'abord permis de positionner horizontalement la poutre en béton puis de comprimer le mur uniformément.</p> <p>Les sangles sont de nouveau tendues. Les enduits sont projetés sur les deux faces du mur.</p> <p>N.B : Les enduits sont renforcés par un treillis de renfort en fibre de verre.</p>
DIMENSIONS DU MUR	<p>Avant compression : 3 920 x 3 800 x 900 mm<sup>3</sup> (L x H x e)</p> <p>Après compression : 3 920 x 3 566 x 900 mm<sup>3</sup> (L x H x e)</p>
TYPE DE CADRE D'ESSAIS	Cadre en béton armé de masse volumique 2 500 kg/m <sup>3</sup> - Fabriqué par le CERIB
DIMENSIONS DU CADRE D'ESSAIS	4 000 x 3 566 x 1 000 mm <sup>3</sup> (L x H x e)
CONDITION D'ASSUJETTISSEMENT	2 bords libres verticaux
NATURE ET EPAISSEUR DES BORDS LIBRES	Laine minérale de masse volumique 96 kg/m <sup>3</sup> et d'épaisseur 40 mm

<b>MONTAGE DU MUR</b>	<p>Réalisé par le commanditaire.          Voir le plan de calepinage du mur en annexe 5.          Voir le plan de configuration de l'essai en annexe 6.          Voir les photos du montage du mur en annexe 7.          Voir la fiche technique du bois en annexe 8.          Voir la fiche technique de la laine de coton en annexe 9.          Voir la fiche technique de la plaque Fermacell en annexe 10.          Voir la fiche technique des panneaux de bois aggloméré « OSB » en annexe 11.          Voir la fiche technique du treillis de renfort pour enduit en annexe 12.</p>
-----------------------	--

## 5 MODALITES DE L'ESSAI

SUIVI PONDERAL							
DATE DE MONTAGE DU MUR	Du 13/06/2018 au 17/06/2018						
DATE DE L'ENDUCTION DU MUR	07 décembre 2018						
TYPE D'ECHANTILLONS	Le suivi pondéral est réalisé sur les deux enduits projetés sur le mur : <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ En face exposée au feu ;</li> <li>❖ En face non exposée au feu.</li> </ul>						
CONDITIONNEMENT DES ECHANTILLONS	Conformément à la norme NF EN 1363-1 : l'élément est entreposé dans une salle climatisée dont la consigne en température est fixée à 23°C et dont les évolutions thermique et hygrométrique sont mesurées et enregistrées.						
DATE DE LA PREMIERE PESEE	21/12/2018						
SUIVI PONDERAL DES ECHANTILLONS	Voir les courbes de suivi pondéral des deux échantillons en annexe 13.						
TENEUR EN EAU							
TYPE D'ECHANTILLONS	Les teneurs en eau ont été effectuées sur deux types d'échantillons : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Les enduits projetés en faces exposée et non exposée au feu ;</li> <li>- 2 bottes de paille.</li> </ul>						
METHODE DE MESURE	Les échantillons ont été placés en étuve à 105°C et pesés régulièrement jusqu'à obtenir une perte de masse inférieure à 0,1% entre deux pesées successives espacées de 24h.						
TENEUR MASSIQUE EN EAU DES ECHANTILLONS	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 33%; border: none;">Paille botte n°7 : 3,2 %</td> <td style="width: 33%; border: none;">Enduit projeté en face exposée au feu : 5,5 %</td> <td style="width: 33%; border: none;"></td> </tr> <tr> <td style="border: none;">Paille botte n°8 : 1,8 %</td> <td style="border: none;">Enduit projeté en face non exposée au feu : 0,8 %</td> <td style="border: none;"></td> </tr> </table>	Paille botte n°7 : 3,2 %	Enduit projeté en face exposée au feu : 5,5 %		Paille botte n°8 : 1,8 %	Enduit projeté en face non exposée au feu : 0,8 %	
Paille botte n°7 : 3,2 %	Enduit projeté en face exposée au feu : 5,5 %						
Paille botte n°8 : 1,8 %	Enduit projeté en face non exposée au feu : 0,8 %						

ACTION THERMIQUE	
TYPE D'INSTRUMENTATION	Pyromètres à plaque
ACTION THERMIQUE	L'action thermique suivie est celle de la courbe d'échauffement température – temps normalisée de la norme NF EN 1363-1 décrite par la fonction : $T = 345 \log_{10}(8t + 1) + 20$ Avec : T : la température en °C t : temps en minutes
CHARGEMENT MECANIQUE	
TYPE D'APPLICATION DE LA CHARGE	Charge appliquée par 4 vérins hydrauliques à pompes à mains
CALCUL DE LA CHARGE	Charge totale appliquée sur le mur (fournie par le commanditaire). Charge initiale de 3,4 T/ml soit 13 500 daN pour un mur de largeur 3 920 mm. La charge appliquée sur le mur n'est pas constante pendant l'essai.
SENS DU FEU	
Une seule face du mur est exposée au feu. Le mur est asymétrique.	

## 6 MESURES EFFECTUEES PENDANT L'ESSAI DE RESISTANCE AU FEU

PILOTAGE THERMIQUE DU FOUR	
INSTRUMENTATION	12 pyromètres à plaque situés à 100 mm ± 50 mm de la face exposée au feu de l'élément d'essai
POSITION	Voir le positionnement des prises de température à l'intérieur du four en annexe 14.
COURBES DE TEMPERATURE CORRESPONDANTES	Voir les courbes de la conduite thermique du four en annexe 15. Voir la courbe de l'écart de la conduite thermique du four avec la courbe normalisée en annexe 16.
REGULATION DE LA PRESSION DANS LE FOUR	
INSTRUMENTATION	Un capteur de pression
POSITION	600 mm du haut du mur

DIFFERENTIEL DE PRESSION	20 Pa en haut du mur donc 14,9 Pa à l'emplacement du capteur Voir la courbe du différentiel de pression interne du four par rapport à la pression atmosphérique en annexe 17.
<b>MESURE DES TEMPERATURES DE L'ÉLÉMENT D'ESSAI EN FACE NON EXPOSÉE AU FEU</b>	
INSTRUMENTATION DU MUR	12 thermocouples à pastille de type K placés sur l'enduit en face non exposée au feu de l'élément d'essai parmi lesquels : <ul style="list-style-type: none"> <li>- 5 thermocouples sont utilisés pour la mesure de la température moyenne :           <ul style="list-style-type: none"> <li>o 1 thermocouple situé au centre du mur</li> <li>o 4 thermocouples situés au milieu de chaque quart des diagonales</li> </ul> </li> <li>- 12 thermocouples (incluant les 5 thermocouples de la mesure de la température moyenne) sont utilisés pour la mesure de la température maximale.</li> </ul>
POSITION	Voir le plan de positionnement des prises de température en face non exposée au feu du mur en annexe 18.
ÉVOLUTION DES TEMPERATURES	Voir les courbes des relevés de température pour l'élévation de la température moyenne en face non exposée au feu en annexe 19. Voir les courbes des relevés de température pour l'élévation de la température maximale en face non exposée au feu en annexe 20.
<b>MESURE DU GRADIENT DE TEMPERATURE DANS LE MUR</b>	
INSTRUMENTATION DU MUR	3 grappes de 10 thermocouples sont utilisés pour la mesure du gradient de température dans le mur : <ul style="list-style-type: none"> <li>o Une grappe située au centre du mur</li> <li>o Deux grappes situées aux quarts d'une diagonale</li> </ul>
POSITION	Voir le plan de positionnement des prises de mesure du gradient de température en annexe 18. Voir le plan des grappes utilisées pour la mesure du gradient de température du mur en annexe 21.
ÉVOLUTION DES TEMPERATURES	Voir les courbes des relevés de gradient de température dans le mur en annexes 22, 23 et 24.

MESURE DES DEPLACEMENTS MECANIQUES	
INSTRUMENTATION	<p>- 3 capteurs de déplacement à câble : mesure des déplacements horizontaux pendant l'essai au feu.</p> <p>- 4 capteurs de déplacement à câble : mesure des déplacements verticaux au pré-chargement et pendant l'essai au feu.</p>
POSITION	<p>Voir le plan de positionnement des vérins, des pompes et des capteurs de déplacements verticaux en annexe 25.</p> <p>Voir le plan de positionnement des capteurs de déplacements horizontaux en annexe 26.</p>
ÉVOLUTION DES DEPLACEMENTS	<p>Voir les courbes des relevés de déplacements verticaux au pré-chargement en annexe 28.</p> <p>Voir les courbes des relevés de déplacements verticaux pendant essai en annexe 30.</p> <p>Voir les courbes des déplacements horizontaux pendant essai en annexe 31.</p>
MESURE DE L'APPLICATION DE LA CHARGE	
MOYENS DE MESURE	<p>La charge est appliquée par 4 vérins hydrauliques à pompes à main. 4 barres de précontraintes sont positionnées entre la poutre métallique de chargement et la cadre d'essais. Un vérin creux est positionné autour de chaque barre et relié à une pompe hydraulique permettant la mise sous pression du vérin. La barre est équipée d'un capteur de force étalonné permettant de connaître la valeur de la force appliquée sur la barre en temps réel. Le serrage de l'écrou à l'intérieur du vérin jusqu'à refus permet de maintenir la force appliquée sur la barre jusqu'au jour de l'essai.</p> <p>Compte-tenu de la spécificité du montage du mur, ce dernier a été chargé 3 mois avant l'essai à 135 kN et maintenu à cette charge jusqu'au jour de l'essai.</p> <p>L'intensité de la charge est enregistrée pendant toute la durée du chargement puis de l'essai.</p>
COURBES DE L'EFFORT APPLIQUE	<p>Voir les courbes de l'effort appliqué sur le mur au pré-chargement en annexe 27.</p> <p>Voir les courbes de l'effort appliqué sur le mur le jour de l'essai en annexe 29.</p>

## 7 OBSERVATIONS

### 7.1 Avant essai

Les paramètres suivants sont relevés au début de l'essai :

- Température du hall : 13 °C ;
- Température moyenne à l'intérieur du four : 15°C ;
- Température moyenne initiale sur la face non exposée du mur : 16 °C.
- 

Voir la photo de la face exposée au feu du mur avant essai en annexe 32.

Voir la photo de la face non exposée au feu du mur avant essai en annexe 33.

*N.B : le mur présente une fissure en face non exposée au feu depuis la fabrication (repère 1 – Figure 1).*

*N.B : Le mur a été chargé le 20 novembre 2018 soit 3 mois avant l'essai.*

### 7.2 Pendant essai

Temps (min)	Face non exposée au feu (Figure 1)	Face exposée au feu (Figure 2)
-3 mois	<i>Chargement mécanique à 135 kN</i>	
-3 mois	<i>Observation d'une fissure en repère 1</i>	RAS
0	<i>Départ thermique de l'essai</i>	
13	<i>Observation des fissures en repères 2, 3, 4 et 5</i>	RAS
16	RAS	<i>Chute d'une 1<sup>ère</sup> partie de l'enduit en repère A</i>
20	<i>Observation d'une fissure en repère 6</i> <i>Début de ressuage dans la partie basse à droite du mur en repère R</i>	RAS
40	<i>Observation d'une fissure en repère 7</i> <i>Fin du ressuage en repère R</i>	
65	RAS	<i>Début d'inflammation de la paille en repère A</i>
120		<i>Chute d'une 2<sup>ème</sup> partie de l'enduit en repère B</i>
122	<i>Fin de l'essai</i>	

Tableau 1: Observations relevées en faces exposée et non exposée au feu du mur au cours de l'essai

Nota : Le chargement mécanique n'est pas constant pendant l'essai :

- Au départ thermique : **135 kN** ;
- À 30 min : **124 kN** ;
- À 60 min : **100 kN** ;
- À 120 min : **73 kN**.

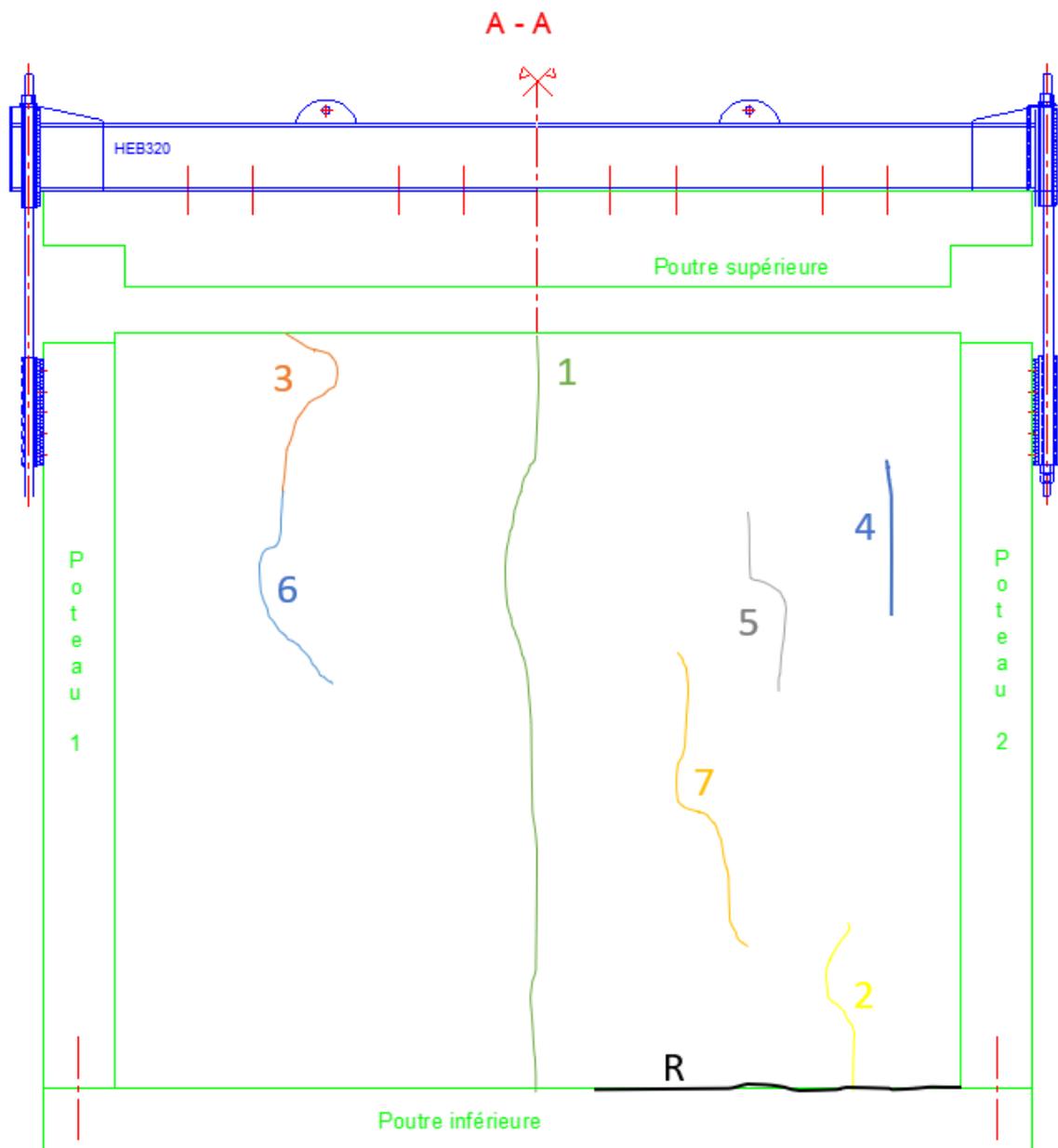


Figure 1 : Localisation des phénomènes observés en face non exposée au feu du mur (**sur enduit**) au cours de l'essai

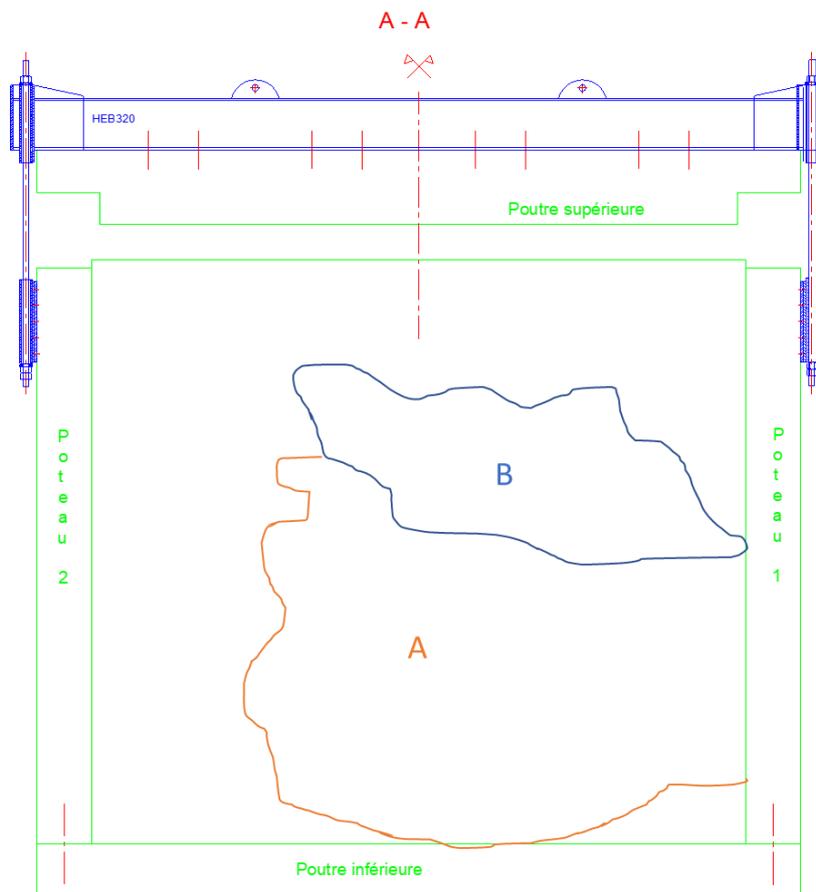


Figure 2: Localisation des phénomènes observés en face exposée au feu du mur au cours de l'essai

### 7.3 Après essai

Après la fin de l'essai, les bottes de paille continuent de se consumer.

## 8 CRITERES DE PERFORMANCES

CAPACITE PORTANTE (R)	
<b>Contraction verticale limite</b>	<b>122 minutes sans échec</b>
<b>Vitesse de contraction verticale</b> N.B : Lors de l'essai au feu, il a été constaté que la vitesse maximale atteinte est de 0,13 mm/min.	<b>122 minutes sans échec</b>
Notes : <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ La contraction verticale <math>C = \frac{h}{100} = \frac{3\,566}{100} \approx 36\text{ mm}</math></li> <li>➤ La vitesse de contraction verticale : <math>\frac{dC}{dt} = \frac{3h}{1000} = \frac{10\,698}{1000} \approx 11\text{ mm/min}</math></li> </ul> h est la hauteur initiale en mm de l'élément d'essai après avoir appliqué la charge	
ÉTANCHEITE AU FEU (E)	
<b>Inflammation soutenue</b>	<b>122 minutes sans échec</b>
<b>Inflammation du tampon de coton</b>	
<b>Pénétration et déplacement d'un calibre d'ouverture</b>	
ISOLATION THERMIQUE (I)	
<b>Durée de l'isolation thermique</b>	<b>122 minutes sans échec</b>

## 9 DOMAINE D'APPLICATION DIRECTE DES RESULTATS D'ESSAI

<p>Le domaine d'application directe des résultats d'essai est indiqué dans la norme NF EN 1365-1, paragraphe 13. Les résultats de l'essai au feu sont directement applicables aux constructions similaires lorsque l'une ou plusieurs des modifications ci-dessous ont été apportées et que la construction continue à être conforme aux règles de conception correspondante, du point de vue de sa rigidité et de sa stabilité.</p>	
DIMINUTION DE LA HAUTEUR	Hauteur du mur $\leq 3\,566\text{ mm}$
AUGMENTATION DE L'ÉPAISSEUR DU MUR	Épaisseur des bottes de paille $\geq 800\text{ mm}$
AUGMENTATION DE L'ÉPAISSEUR DES MATERIAUX CONSTITUTIFS	Épaisseur des bottes de paille $\geq 800\text{ mm}$ Épaisseur de l'enduit projeté en FE $\geq 50\text{ mm}$ Épaisseur de l'enduit projeté en FNE $\geq 50\text{ mm}$
DIMINUTION DE LA CHARGE APPLIQUEE	Charge uniformément répartie sur le mur $\leq 3,4\text{ T/ml}$
AUGMENTATION DE LA LARGEUR	Il est permis d'augmenter la largeur d'une construction identique.

**AVERTISSEMENT**

« Ce rapport d'essai atteste uniquement des caractéristiques de l'échantillon soumis aux essais et ne préjuge pas des caractéristiques de produits similaires. Il ne constitue donc pas une certification de produits au sens de l'article L115-27 du code de la consommation et de la loi du 4 août 2008 ».

« Le présent rapport donne des détails sur la méthode de construction, les conditions d'essai et les résultats obtenus lorsque l'élément de construction spécifique décrit ici a été soumis aux essais suivant le mode opératoire indiqué dans EN 1363-1 et, éventuellement, dans 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 ».

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

**ANNEXE 1 : PHOTO DES BOTTES DE PAILLE**



## ANNEXE 2 : FICHE TECHNIQUE DU CHENE

 <b>CIRAD</b>		<b>CHÊNE</b>		Page 1 sur 4	
<p>Famille : FAGACEAE (angiosperme)            Nom(s) scientifique(s) : <i>Quercus petraea</i>  <i>Quercus robur</i>            Restrictions commerciales : pas de restriction commerciale            Notes : Les CHÊNES sont les espèces feuillues dominantes d'Europe tempérée.</p>					
<b>DESCRIPTION DU BOIS</b>			<b>DESCRIPTION DE LA GRUME</b>		
<p>Couleur référence : brun clair            Aubier : bien distinct            Grain : moyen            Fil : droit            Contrefil : absent            Notes : Bois brun clair tirant sur le jaune paille, fonçant à la lumière. Le grain est "moyen" mais peut être "fin" ou "grossier" suivant la provenance. La maillure, blanc nacrée, est large et bien visible.</p>			<p>Diamètre : de 40 à 80 cm            Épaisseur de l'aubier : de 1 à 4 cm            Flottabilité : sans objet            Conservation en forêt : moyenne (traitement recommandé)</p>		
<b>PROPRIÉTÉS PHYSIQUES</b>			<b>PROPRIÉTÉS MÉCANIQUES ET ACOUSTIQUES</b>		
<p>Les propriétés indiquées concernent les bois arrivés à maturité. Ces propriétés peuvent varier de façon notable selon la provenance et les conditions de croissance des bois.</p>					
	<u>Moyenne</u>	<u>Écart-type</u>		<u>Moyenne</u>	<u>Écart-type</u>
Densité* :	0,74	0,05	Contrainte de rupture en compression* :	58 MPa	7 MPa
Dureté Monnin* :	4,2	0,8	Contrainte de rupture en flexion statique* :	105 MPa	15 MPa
Coeff. de retrait volumique :	0,44 %	0,05 %	Module d'élasticité longitudinal* :	13300 MPa	1750 MPa
Retrait tangentiel total (RT) :	9,7 %	0,9 %			
Retrait radial total (RR) :	4,5 %	0,5 %			
Ratio RT/RR :	2,2				
Pt de saturation des fibres :	31 %				
Stabilité en service : moyennement stable à peu stable					
Notes : Les CHÊNES à croissance lente ont une densité inférieure à celle des CHÊNES à croissance rapide.					
<b>DURABILITÉ NATURELLE ET IMPRÉGNABILITÉ DU BOIS</b>					
<p>Les résistances aux champignons et aux termites mentionnées correspondent à des utilisations sous climat tempéré. Sauf mention particulière relative à l'aubier, les caractéristiques de durabilité concernent le duramen des bois arrivés à maturité ; l'aubier doit toujours être considéré comme non durable vis-à-vis des agents de dégradation biologique du bois.</p>					
<p>Champignons : classe 2 - durable            Insectes de bois sec : classe D - durable (aubier distinct, risque limité à l'aubier)            Termites : classe M - moyennement durable            Imprégnabilité : classe 4 - non imprégnable            Classe d'emploi : classe 3 - hors contact du sol, à l'extérieur            Essence couvrant la classe 5 : non</p>					
<p>Notes : Cette essence est mentionnée dans la norme NF EN 350-2 (juillet 1994).            La durabilité est liée à la présence de tanins solubles dans l'eau. Elle diminue avec le lessivage des tanins en cas d'exposition sévère.            La durée de performance peut être modifiée par la situation en service (telle que décrite par la norme NF EN 335-1 de janvier 2007).</p>					
<b>NÉCESSITÉ D'UN TRAITEMENT DE PRÉSERVATION</b>					
<p>Contre les attaques d'insectes de bois sec : ce bois ne nécessite pas de traitement de préservation            En cas d'humidification temporaire : ce bois ne nécessite pas de traitement de préservation            En cas d'humidification permanente : ce bois nécessite un traitement de préservation adapté</p>					

## SÉCHAGE

## TABLE DE SÉCHAGE SUGGÉRÉE

	Humidité bois (%)	Température (°C)		Humidité air (%)
		sèche	humide	
Vitesse de séchage : lente	Vert	42	41	94
Risque de déformation : élevé	50	48	43	74
Risque de cémentation : non	30	54	46	63
Risque de gerces : élevé	20	60	51	62
Risque de effondrement : oui	15	60	51	62

Notes : Doit être séché prudemment et lentement.



*Cette table de séchage est donnée à titre indicatif pour des épaisseurs inférieures ou égales à 38 mm. Elle est à valider par une mise en application dans le respect des règles de l'art. Pour des épaisseurs comprises entre 38 et 75 mm, l'humidité relative de l'air serait à augmenter de 5% à chaque étape. Pour des épaisseurs supérieures à 75 mm, l'augmentation serait de 10%.*

## SCIAGE ET USINAGE

Effet désaffûtant : normal  
 Denture pour le sciage : denture stellite  
 Outils d'usinage : au carbure de tungstène  
 Aptitude au déroulage : bonne  
 Aptitude au tranchage : bonne

Notes : Tranchage après étuvage.

## ASSEMBLAGE

Clouage vissage : bonne tenue, avant-trous nécessaires  
 Collage : correct

Notes : Le collage demande du soin : le bois est dense, légèrement acide et riche en tanins. Corrosion des clous ou vis en présence d'humidité.

## CLASSEMENTS COMMERCIAUX

Classement d'aspect des produits sciés : Selon la norme NF EN 975-1 (Avril 2009)  
 Classements possibles pour les plots : Q-BA, Q-B1, Q-B2, Q-B3  
 Classements possibles pour les plateaux sélectionnés : Q-SA, Q-S1, Q-S2, Q-S3  
 Classements possibles pour les frises et avivés sans aubier : Q-FA, Q-F1a, Q-F1b, Q-F2, Q-F3 (pour les frises et les avivés, les suffixes X ou XX indiquent la présence et l'importance d'aubier sain)  
 Classements possibles pour les pièces équerries : Q-PA, Q-P1, Q-P2

Classement visuel de structure : Bois présentant commercialement un marquage CE avec le classement de structure possible D18, D24 ou D30 dans le cadre de la norme NF EN 14081 (mai 2006).

## RÉACTION AU FEU

Classement conventionnel français : Épaisseur > 14 mm : M3 (moyennement inflammable)  
 Épaisseur < 14 mm : M4 (facilement inflammable)

Classement selon euroclasses : D s2 d0

Ce classement par défaut concerne les bois massifs répondant aux exigences de la norme NF EN 14081-1 annexe C (mai 2006), utilisés en paroi verticale : bois de structure, classés, de densité moyenne minimale 0,35 et d'épaisseur minimale 22 mm.

## UTILISATIONS

Menuiserie extérieure  
 Ebénisterie (meuble de luxe)  
 Charpente lourde  
 Tonnellerie-cuverie  
 Traverses  
 Sièges  
 Articles tournés

Menuiserie intérieure  
 Parquet  
 Escaliers (à l'intérieur)  
 Moulure  
 Travaux hydrauliques (en eau douce)  
 Placage tranché  
 Tableterie

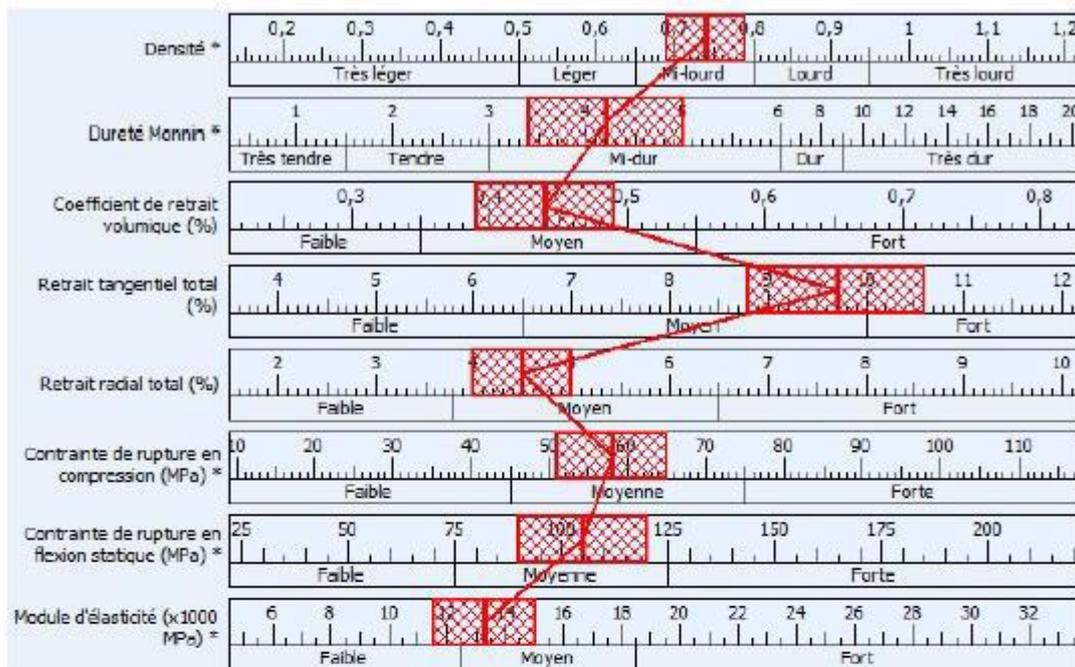
Notes : Les tanins constituent un risque de coulures sur les bois mal séchés ou mis en oeuvre en milieu exposé en l'absence de protection ou de finition.



*Cette liste présente les principales utilisations connues, à valider par une mise en oeuvre dans le respect des règles de l'art.  
 Remarque importante : certaines utilisations sont mentionnées à titre d'information (utilisations traditionnelles, régionales ou anciennes).*

## PRINCIPALES APPELLATIONS

<u>Pays</u>	<u>Appellation</u>	<u>Pays</u>	<u>Appellation</u>
Allemagne (bois tempérés)	EICHE	Espagne (bois tempérés)	ROBLE
France (bois tempérés)	CHÊNE	France (bois tempérés)	CHÊNE BLANC EUROPEEN
Italie (bois tempérés)	QUERCIA	Royaume-Uni (bois tempérés)	OAK



ANNEXE 3 : FICHE TECHNIQUE DES SANGLES « KEVLAR »



# ALL BLACK



Câble textile de haute performance, la **ALL BLACK** est réalisée essentiellement à base de fibres Technora® noires. La fibre Technora® confère à ce cordage des qualités exceptionnelles de ténacité, de stabilité sous charge, et une très bonne tenue à la température.

De construction 12 fuseaux tressés la **ALL BLACK** est parfaitement équilibrée, anti giratoire et facile à épisser. Une imprégnation polyuréthane complète le processus de fabrication et améliore la tenue à l'abrasion des fibres textiles. La **ALL BLACK** est recommandée pour toute application statique, sous tension permanente, mais aussi sur treuils, en câble de manœuvre.

Une version 12 x 12 (dite tresse de tresse) est réalisable pour permettre la création de très grandes longueurs. Nous consulter le cas échéant.

### Avantages et spécificités

- Résistance à la température élevée, ininflammable.
- Stabilité sous charge, allongement minimal.
- Haute résistance à la rupture.
- Facile à épisser, réparation aisée.
- Anti giratoire.
- Légèreté et maniabilité.
- Très sécurisant, ne fouette pas en cas de rupture.

### Applications

- Usages divers dans le domaine du théâtre, cinéma, événementiel.
- Haubanage, tirage, tyrolienne.
- Câble de treuils.

### Caractéristiques

ø mm	2	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20
Poids au mètre/gr	5	7	11	17	19	37	55	83	111	156	200	240
R/R* / Kg	600	1000	1500	2100	2700	4600	7100	10200	14500	20200	26000	30000

\* Résistances rupture obtenues sur boucles épissées.

- Densité : 1,39 (fibre Technora®)
- Décomposition à la chaleur : 500°C - approximativement
- Allongement rupture : 4 à 5%
- Résistance abrasion : bonne
- Résistance UV : moyenne
- Stabilité: totale



**L'EXPERT EN CORDAGES TECHNIQUES**

[www.cousin-trestec.com](http://www.cousin-trestec.com)  
[contact@cousin-trestec.com](mailto:contact@cousin-trestec.com)

## SANGLE REFERENCE 9001 en 25 mm

### Sangle Kevlar/Polyester

Chaîne	fond :	1670 kevlar
	Pigure :	1100 Polyester
Trame		1670 Kevlar
Liage		système 3
Armure		Double face
Largeur:		25 mm +/- 1 mm
Résistance		>1500 DaN
Poids g/m :		
Duitage		5.55 duites au cm +/- 1

## ANNEXE 4 : FICHE TECHNIQUE DU PLATRE DE RENFORMI



Stucs sur mesure



## Fiche technique Plâtres de renformi (PG et MG)

**La gamme PG/MG** sont des plâtres de renformi des murs destinés à recevoir une finition en plâtre ou en plâtre & chaux, y compris en façades extérieures.  
**PGC/MGC** sont en plus fortement chaulés. **PG/MG F** sont en plus fibrés.

### **Définition et composition**

La gamme PG/MG sont des plâtres de dégrossissage/renformi (i.e. dressage / dégrossissage) des murs, intérieurs ou extérieurs. Ils ne sont pas destinés à rester tels que, mais à recevoir une couche de finition, en particulier en plâtre ou en plâtre & chaux.

Elle comprend tout d'abord les PG, sans sable ; puis les MG, avec sable.

Elle comprend ensuite des versions plus fortement chaulées, respectivement PGC et MGC.

Elle comprend en outre des versions fibrés (fibres PP), respectivement PG xxx F et MG xxx F.

Enfin, elle existe en différents temps de prise, à savoir "30", "100" et "150" mn (temps de début prise moyen, en conditions laboratoire).

Par exemple MGC 100 est un renformi avec sable, fortement chaulé à 1h30 de temps de prise.

### **Usage**

Les PG/MG/PGC/MGC sont destinés à la réfection des murs intérieurs et extérieurs du bâti ancien hourdés ou montés en plâtre et finis en Enduit de Montmorency. Ces murs peuvent être homogènes ou composites (briques, pans de bois, moellons hourdés au mortier de sablon ou de chaux, plâtras, pierre de gypse, ...).

On l'utilise également sur murs neufs maçonnées et en éco-construction (ballots de paille, bétons de chanvre, paille projetée, etc ...). Dans ce cas, on utilise plutôt la série PGC/MGC.

### **Avantages**

Les PG/..., par leurs propriétés mécaniques et leur porosité, sont parfaitement adaptés au dégrossissage des façades anciennes montées en mortiers faibles et/ou poreux (plâtre, chaux aérienne, mortiers de sablon, argile, etc ...) et dans le cas où ils doivent recevoir une finition en Enduit de Montmorency.

Ils sont aussi recommandés pour tous les murs à structure poreuse (bâti ancien, bâti paille, bétons de chanvre, structure bois, etc ...).

L'absence de retrait lors de la prise rend la mise en œuvre très sûre et particulièrement adaptée aux supports à faible résistance mécanique (paille, chènevotte, béton cellulaire, pour les enduits sur latis métalliques...).

Plâtres de renformi – Fiche Technique (p. 1/4)



Stucs sur mesure



Ces enduits ou mortiers de plâtre se prêtent bien aux mouvements toujours possibles du gros-œuvre. De plus, même dans les cas où ses mouvements provoquent des fissures, la grande porosité des PG/... les empêchent de devenir infiltrantes.

Par ailleurs, les fibres contenues dans les PG/... F contribuent à sa résistance à la fissuration.

Enfin, la forte alcalinité des versions PGC et MGC les dédit spécialement aux supports organiques craignant l'eau, en particulier lors de la mise en œuvre, tels que la paille ou le chanvre.

### **Gamme**

Les PG sont sans sable. Les MG contiennent un agrégat propre et sec, permettant une finition grattée. Les PGC et MGC sont fortement chaulés.

Les PG/MG/PGC/MGC 30 sont à usage manuel (gâchage au malaxeur). Rapide, il est surtout employé pour les remaillages et remplissages, et les renformis réalisés à la main.

Les PG/MG/PGC/MGC 100 sont projetables en machine (mais peuvent être gâchés à la main), ce qui facilite considérablement sa mise en œuvre. La diminution de la pénibilité des travaux va de paire avec l'accroissement de la qualité, y compris en usage manuel.

Les PG/MG/PGC/MGC 150 sont également projetables en machine, et plus particulièrement pour les machines de type machine à mortier, à double cuve. Il est en revanche déconseillé en usage manuel.

### **Précautions de conception**

Elles sont essentiellement liées aux sujétions de la finition prévue.

Concernant les Enduits et Mortiers de Montmorency, se reporter à la fiche technique « Enduit de Montmorency ».

Les maçonneries à enduire doivent être à l'abri des intrusions d'eau indésirables, en particulier par capillarité.

Par ailleurs, il convient de protéger le renformi non encore recouvert par la finition des ruissellements localisés dus aux conditions temporaires de chantiers : rejaillissements sur les échafaudages, descentes d'eaux pluviales, toitures et zingueries défectueuses, démontées ou non achevées, etc...

### **Travaux préparatoires**

Dans tous les cas, il est indispensable d'effectuer un piochage de l'ancien enduit sur l'épaisseur nécessaire, un traitement des pathologies du support, puis un dépoussiérage. De plus, tous les éléments non adhérents au support ou de qualité insuffisante doivent être supprimés. Les purges sont faites à bords francs et droits, de manière à ce que l'épaisseur du PG/MG ne soit jamais inférieure à 1 cm.

Le support doit être propre, exempt de suie, bistre ou efflorescences.

Les parties très profondément piochées doivent, avant l'enduction, faire l'objet d'un remaillage de

Plâtres de renformi – Fiche Technique (p. 2/4)



Stucs sur mesure



«remplissage» avec des matériaux identiques à ceux d'origine.

Tous les éléments en bois ne restant pas apparents doivent être grillagés avant l'enduction, de même que toutes les hétérogénéités du support (grillage et pointes galvanisés).

Sur les bois, les mortiers de chènevotte, la paille, il est conseillé d'ajouter le PG/MG de chaux aérienne (ou grasse, c'est à dire non hydraulique ; le marquage normalisé des sacs est CL90) ou d'utiliser PGC/MGC. On peut aussi utiliser de l'Enduit de Montmorency.

### **Mise en oeuvre**

La mise en oeuvre des PG/... relève des règles de l'art et du respect de notre cahier des charges.

**En raison de la présence de chaux dans le produit, il est impératif de porter des gants et des lunettes de protection.**

Les PG/... ne doit pas être appliqué en dessous de + 5°C, ni sur support gelé ou en cours de dégel.

Par temps chaud, il est nécessaire d'assurer sa protection contre l'action directe du soleil durant les travaux et les premiers temps de séchage (7 jours).

Ne pas appliquer par temps très chaud ni en plein soleil.

L'application doit se faire en un nombre minimum de couches : on procède en couches successives pouvant aller jusqu'à 4 cm chacune, avec finition coupée de chacune.

L'épaisseur minimale de la couche de PG/... est de 1 cm : il ne saurait être question de réaliser des ragréages avec un PG/... ; les bords de reprises doivent être à bords francs, sans biseau.

Il doit former une pâte tenant en charge sur au moins 3 cm d'épaisseur : le taux de gâchage est alors de 12 à 13 litres d'eau par sac.

Les PG/MG/PGC/MGC 30 et 30 F se gâchent manuellement à l'aide d'un malaxeur à turbine dans une auge en caoutchouc.

Les P PG/MG/PGC/MGC 100 et 100 F peuvent se gâcher manuellement à l'aide d'un malaxeur à turbine dans une auge en caoutchouc. Ils peuvent aussi être projetés en machine adaptée (type machine à plâtre).

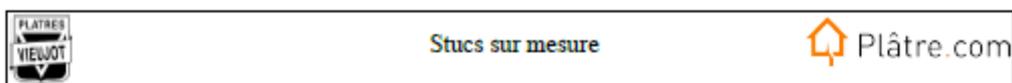
Les PG/MG/PGC/MGC 150 et 150 F se gâchent uniquement en machine à projeter. Dans le cas de machine à double cuve, on veillera à nettoyer les parois de 2 cuves entre chaque gâchée. De façon générale, le passage en machine à double cuve ne se peut se faire sans précautions et une solide expérience du produit.

Le temps pour dresser le PG/... 30 est de 1/2 heure environ. La finition s'effectue ensuite durant la 1/2 heure qui suit la prise.

Le temps pour dresser le PG/... 100 est de 2 heures environ. La finition s'effectue ensuite durant les 3 heures qui suivent la prise.

Le temps pour dresser le PG/... 150 est de 2 heures et 1/2 environ. La finition s'effectue ensuite durant les 3 heures qui suivent la prise.

Dans tous les cas, les PG reçoivent leur finition à la berthelée tranchante (c'est à dire le côté sans dents, bien affûté) ou la lame de scie et les MG reçoivent sa finition au gratton de ravalement, à la



taloche à clou, ou à la lame. Dans tous les cas, pour une bonne accroche, cette finition se fait une fois la prise faite et doit réaliser un “épluchage” de la totalité de la surface (cette opération doit créer un copeau et non pas se faire tant que le produit est encore mou).

Ils peuvent recevoir une finition en Enduit de Montmorency ou plâtre dès le lendemain de leur mise en œuvre. Dans le cas particulier des pans de bois ou des matériaux craignant l'eau, un allongement de ce délai jusqu'à complet séchage est recommandé. Dans ce cas, il convient de réhumidifier le renformi avant la mise en œuvre de la finition.

### **Consommation**

PG et PGC : environ 10 kg/m<sup>2</sup> par cm d'épaisseur.

MG et MGC: environ 12,5 kg/m<sup>2</sup> par cm d'épaisseur.

### **Conditionnement**

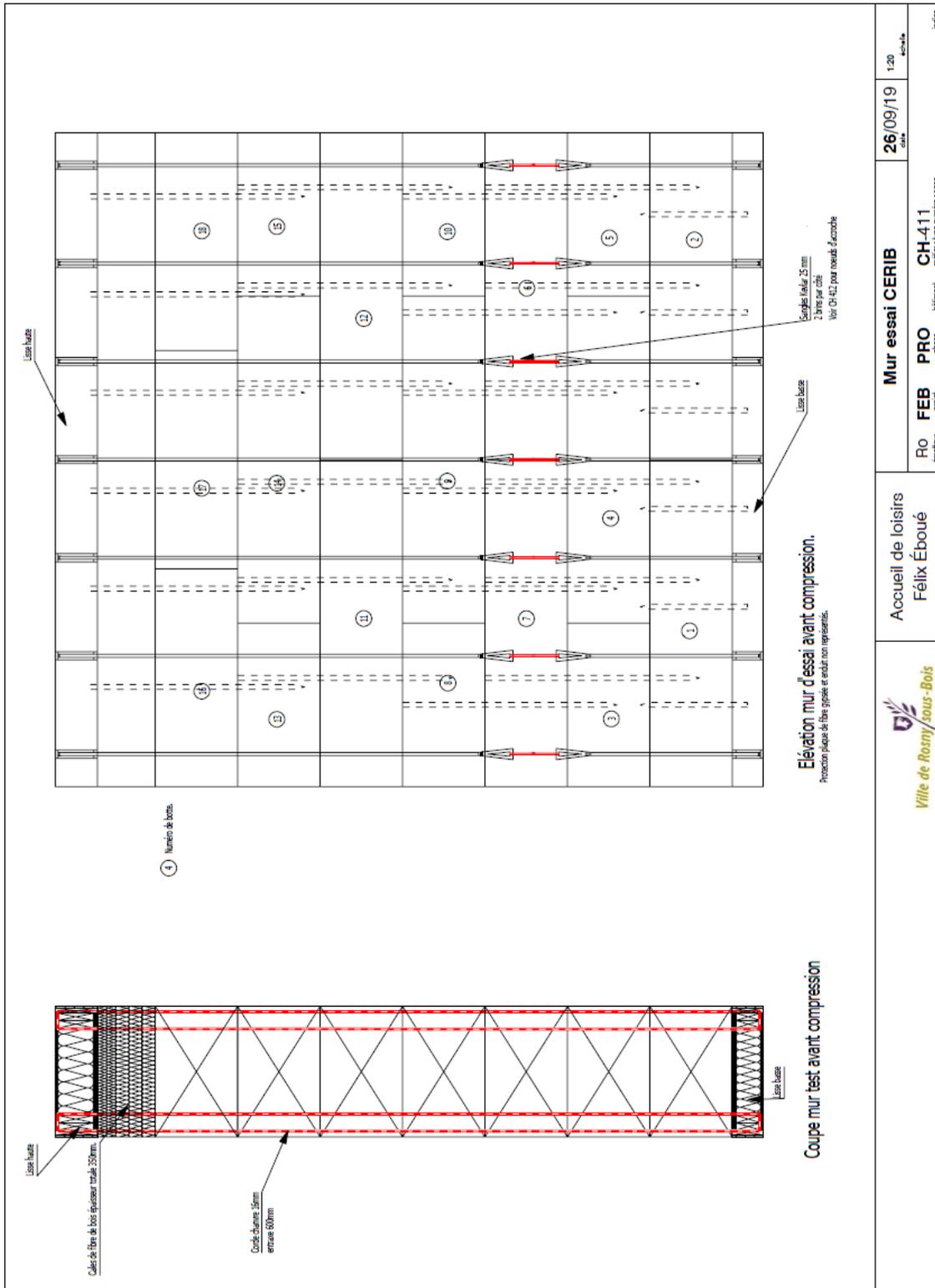
En sacs papier doublés PE sur palettes banderolées.

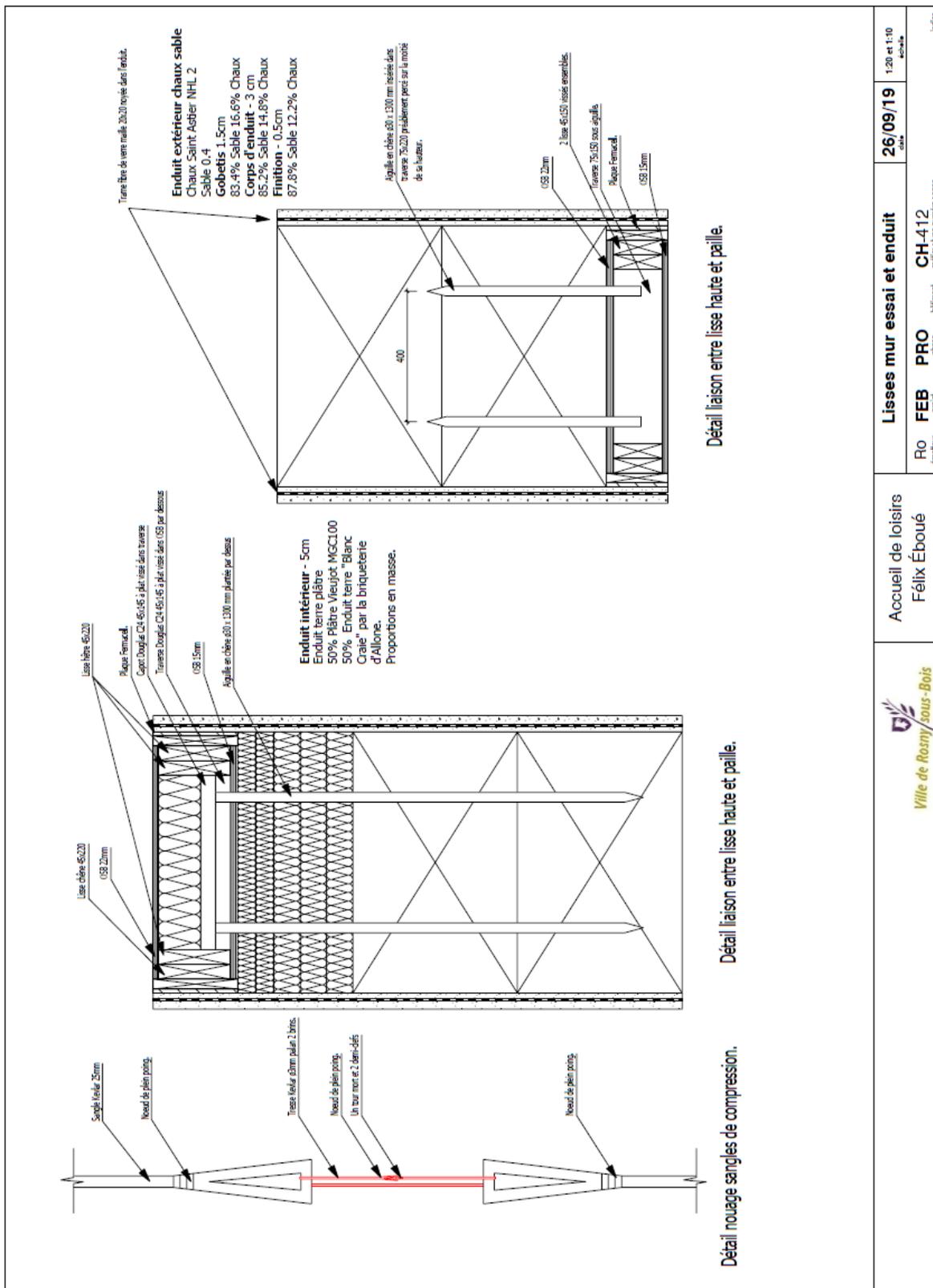
Avec ou sans sable, fibré ou non, prise “30”, “100” ou “150” mn.

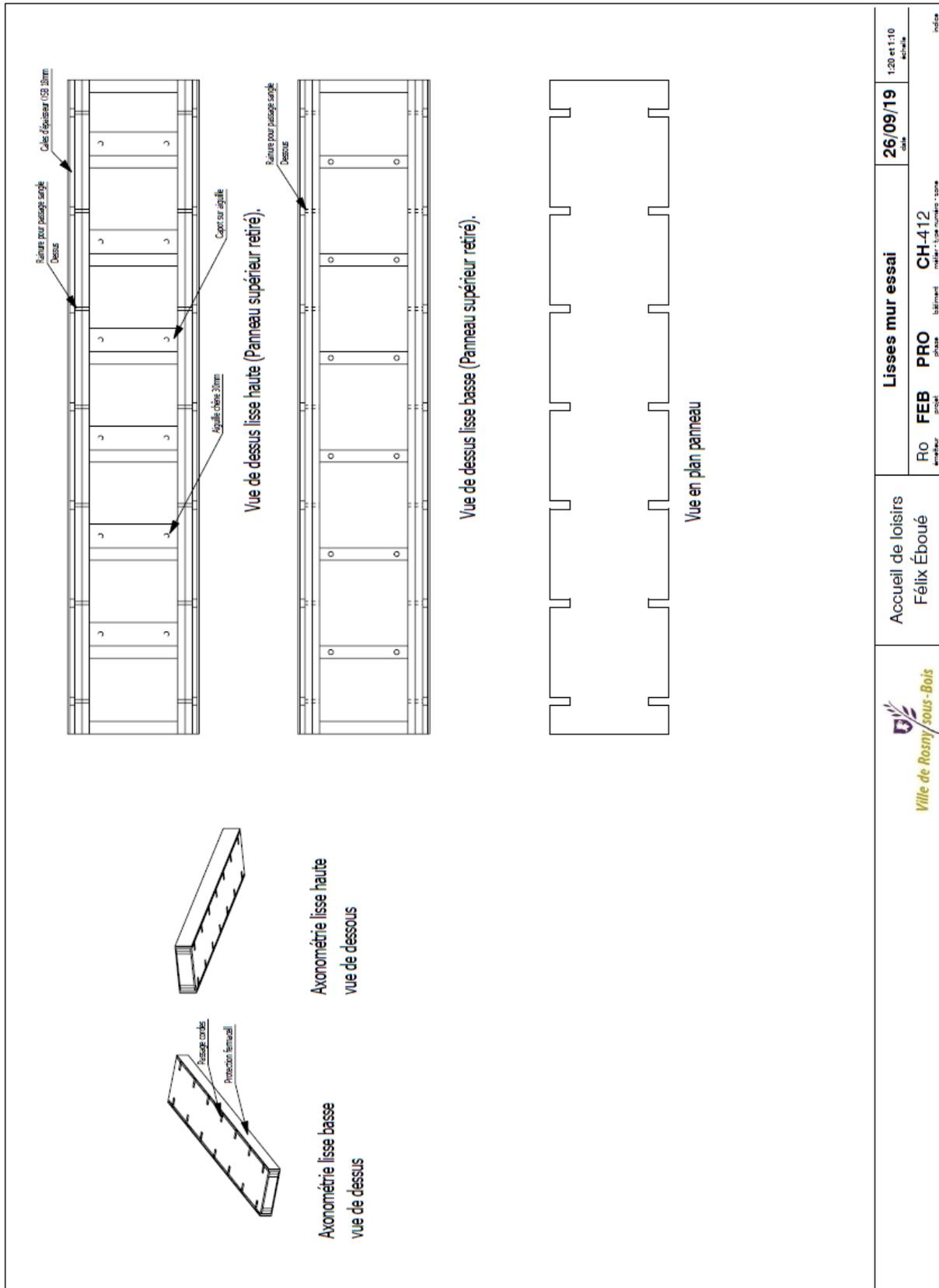
### **Conservation**

6 mois à l'abri de l'humidité, dans un local sec et sain, en sac d'origine non ouvert.

ANNEXE 5 : PLAN DE CALEPINAGE DU MUR

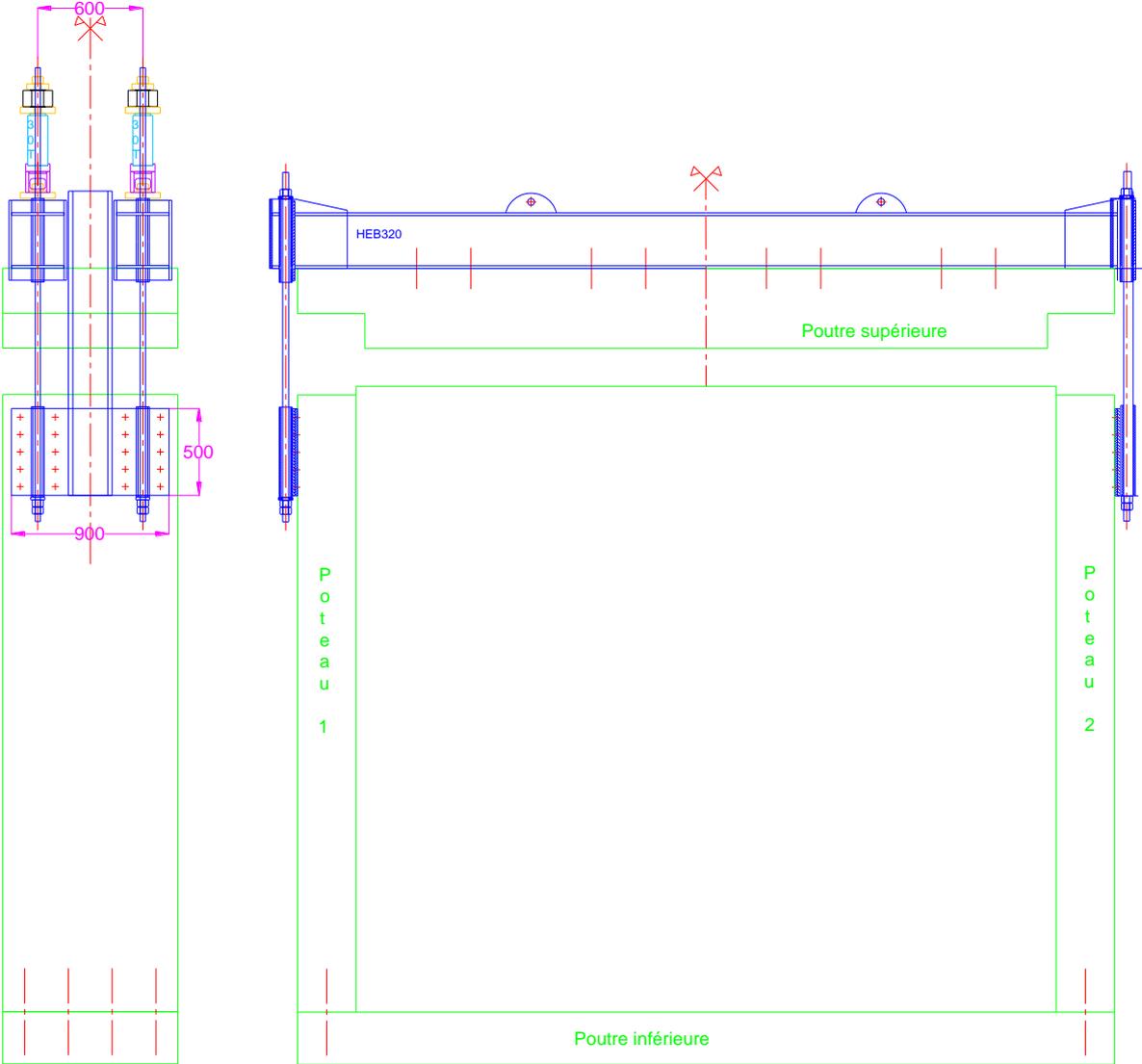






 <p>Ville de Rosny-sous-Bois</p>	<p>Accueil de loisirs Félix Éboué</p>	<p><b>Lisses mur essai</b></p>	<p>26/09/19</p>	<p>1:20 et 1:10</p>
	<p>Ro <b>FEB</b> PRO maître d'ouvrage phase bâtiment</p>	<p>CH-412 maître d'œuvre - spsm</p>	<p>DATE</p>	<p>ÉCHELLE</p>

ANNEXE 6 : PLAN DE CONFIGURATION DE L'ESSAI



ANNEXE 7 : PHOTOS DU MONTAGE DU MUR



½ Mur monté dans le cadre d'essais



Mur monté dans le cadre d'essais



Enduction de la face non exposée au feu du mur

## ANNEXE 8 : FICHE TECHNIQUE DU BOIS

**HÊTRE**

Page 1/4

Famille : FAGACEAE (angiosperme)

Nom(s) scientifique(s) : Fagus sylvatica

Restrictions commerciales : pas de restriction commerciale

Notes : Essence d'Europe occidentale tempérée, présente jusqu'au 60e parallèle nord et jusqu'à 1500 m d'altitude.

**DESCRIPTION DU BOIS**

Couleur référence : brun clair  
 Aubier : non distinct  
 Grain : fin  
 Fil : droit  
 Contrefil : absent

Notes : Bois brun clair, allant du blanc crème au rose pâle, avec parfois des zones rougeâtres vers le coeur. Fine mailure caractéristique. Fil parfois ondulé.

**DESCRIPTION DE LA GRUME**

Diamètre : de 40 à 90 cm  
 Épaisseur de l'aubier :  
 Flottabilité : sans objet  
 Conservation en forêt : faible (doit être traité)

**PROPRIÉTÉS PHYSIQUES**

Les propriétés indiquées concernent les bois arrivés à maturité. Ces propriétés peuvent varier de façon notable selon la provenance et les conditions de croissance des bois.

	Moyenne	Écart-type		Moyenne	Écart-type
Densité*	0,71	0,03	Contrainte de rupture en compression*	57 MPa	6 MPa
Dureté monnin*	4,2	0,9	Contrainte de rupture en flexion statique*	111 MPa	9 MPa
Coeff. de retrait volumique	0,54 %	0,04 %	Module d'élasticité longitudinal*	15300 MPa	1050 MPa
Retrait tangentiel total (RT)	11,6 %	1,2 %			
Retrait radial total (RR)	5,7 %	0,9 %			
Ratio RT/RR	2,0				
Pt de saturation des fibres	32 %				
Stabilité en service	peu stable				

(\* : à 12% d'humidité, avec 1 MPa = 1 N/mm<sup>2</sup>)**DURABILITÉ NATURELLE ET IMPRÉGNABILITÉ DU BOIS**

Les résistances aux champignons et aux termites mentionnées correspondent à des utilisations sous climat tempéré. Sauf mention particulière relative à l'aubier, les caractéristiques de durabilité concernent le duramen des bois arrivés à maturité ; l'aubier doit toujours être considéré comme non durable vis-à-vis des agents de dégradation biologique du bois.

Champignons : classe 5 - non durable

Insectes de bois sec : duramen durable mais aubier peu distinct

Termites : classe 5 - sensible

Imprégnabilité : classe 1 - imprégnable

Classe d'emploi : classe 2 - à l'intérieur ou sous abri (risque d'humidification)

Essence couvrant la classe 5 : Non

Notes : Le bois à coeur rouge est non imprégnable.

**NÉCESSITÉ D'UN TRAITEMENT DE PRÉSERVATION**

Contre les attaques d'insectes de bois sec : ce bois nécessite un traitement de préservation adapté

En cas d'humidification temporaire : ce bois nécessite un traitement de préservation adapté

En cas d'humidification permanente : l'utilisation de ce bois n'est pas conseillée

## HÊTRE

Page 2/4

### SÉCHAGE

Vitesse de séchage : lente  
 Risque de déformation : élevé  
 Risque de cémentation : oui  
 Risque de gerces : élevé  
 Risque de collapse : oui

Table de séchage suggérée : 2

Humidité bois (%)	Température (°C)		Humidité air (%)
	sèche	humide	
Vert	50	47	84
40	50	45	75
30	55	47	67
20	70	55	47
15	75	58	44

Table donnée à titre indicatif pour des épaisseurs inférieures ou égales à 38 mm.  
 Elle est à valider par une mise en application dans le respect des règles de l'art.  
 Pour des épaisseurs comprises entre 38 et 75 mm, l'humidité relative de l'air serait à augmenter de 5% à chaque étape.  
 Pour des épaisseurs supérieures à 75 mm, l'augmentation serait de 10%.

### SCIAGE ET USINAGE

Effet désaffûtant : normal  
 Denture pour le sciage : denture stellitée  
 Outils d'usinage : au carbure de tungstène  
 Aptitude au déroulage : bonne  
 Aptitude au tranchage : bonne

Notes : La présence fréquente de contraintes de croissance dans les grumes peut rendre le sciage délicat. Le bois de HÊTRE présente une bonne aptitude au cintrage.

### ASSEMBLAGE

Clouage vissage : bonne tenue, avant-trous nécessaires  
 Collage : correct

### CLASSEMENTS COMMERCIAUX

Classement d'aspect des produits sciés : Selon la norme NF EN 975-1 (Avril 2009)  
 Classements possibles pour les plots : F-BA, F-B1, F-B2, F-B3  
 Classements possibles pour les plateaux sélectionnés : F-SA, F-S1, F-S2, F-S3  
 Classements possibles pour les frises et avivés: F-F1, F-F2, F-F3  
 Classements possibles pour les prédébîts : F-DA, F-D1, F-D2  
 L'ajout de la lettre R à la fin de l'appellation indique la présence de cœur rouge.

### RÉACTION AU FEU

Classement conventionnel français : Épaisseur > 14 mm : M.3 (moyennement inflammable)  
 Épaisseur < 14 mm : M.4 (facilement inflammable)

Classement selon euroclasses : D s2 d0

Ce classement par défaut concerne les bois massifs répondant aux exigences de la norme NF EN 14081-1 annexe C (mai 2006), utilisés en paroi verticale. A savoir bois de structure, classé, de densité moyenne minimale 0,35 et d'épaisseur minimale 22 mm.

### UTILISATIONS

Meuble courant ou éléments  
 Moulure  
 Articles cintrés  
 Menuiserie intérieure  
 Parquet

Face ou contreface de contreplaqué  
 Articles tournés  
 Sièges  
 Emballage-caisserie  
 Tableterie

Notes : Le bois de HÊTRE se teinte facilement.

---

# HÊTRE

---

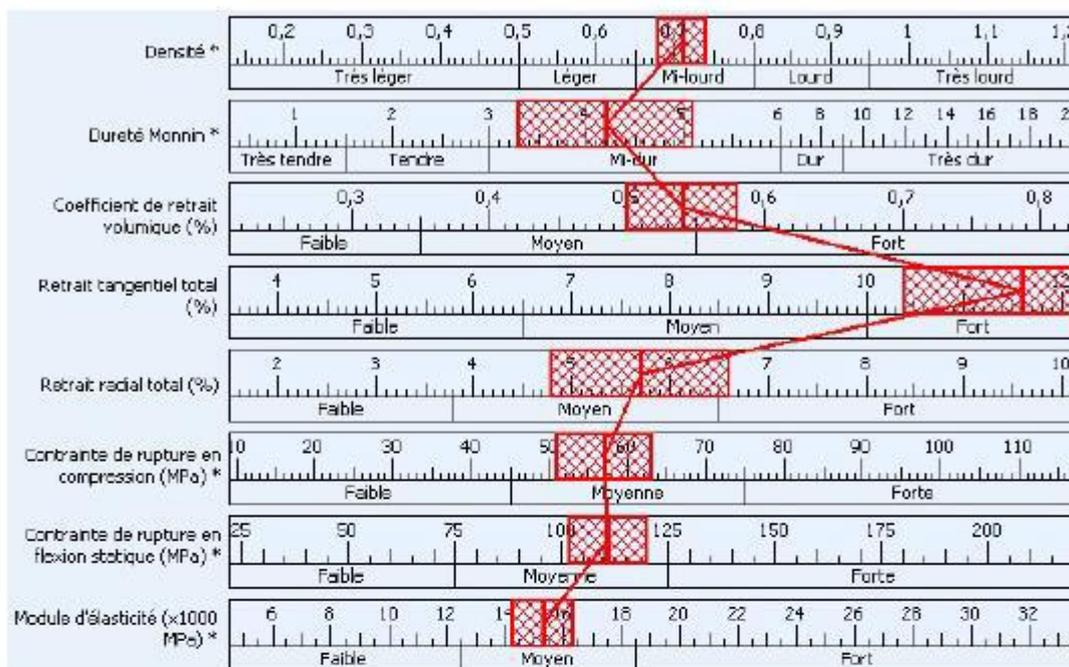
Page 3/4

## PRINCIPALES APPELLATIONS

---

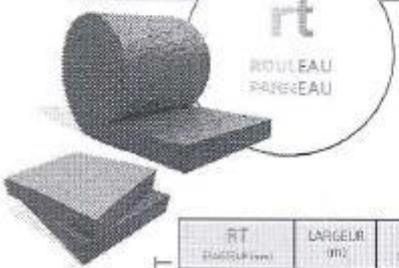
<u>Pays</u>	<u>Appellation</u>	<u>Pays</u>	<u>Appellation</u>
Allemagne (bois tempérés)	BUCHE	Espagne (bois tempérés)	HAYA
France (bois tempérés)	HÊTRE	Italie (bois tempérés)	FAGGIO
Royaume-Uni (bois tempérés)	BEECH		

# HÊTRE



ANNEXE 9 : FICHE TECHNIQUE DE LA LAINE DE COTON

Fiche technique produit



> **L'OPTIMISATION THERMO-ACOUSTIQUE**  
 Meisse® RT est préconisé pour une isolation en murs, sous-toitures et planchers. Il vous apportera une rapidité et un confort de pose sans précédents ! Rouleau ou panneau : à vous de choisir !

PRODUIT	RT (épaisseur en mm)	LARGEUR (m)	Valeur R spécifiée
	50	0,6	R=1,25
	80		R=2,05
	100		R=2,55
	120		R=3,05
	145		R=3,70
	200		R=5,10

Autres largeurs sur demande. (1) Uniquement en panneau

COMPOSITION
<b>85% coton recyclé</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 15% liant polyester</li> <li>• Traitement à cœur avec des adjuvants : ignifuges, anti-fongiques et anti-bactériens (1%)</li> </ul>

PERFORMANCES	Caractéristique
Thermique	Conductivité thermique : $\lambda = 0,039 \text{ W/mK}$
	Chaleur spécifique : $C_p = 1600 \text{ J/kg.K}$ (cf norme EN 12941)
	Déphasage : 6 à 8h*
Comportement à l'eau	Capacité d'absorption d'eau (NF EN 1609) : $W_p = 7,04 \text{ kg/m}^3$
	Humidification partielle (norme ACEREM) : $\Delta = 0\text{mm}$ (soit aucune variation d'épaisseur constatée)
Mécanique	Densité : $20 \text{ kg/m}^3$
	Résistance traction parallèle (NF EN 1607) : $F_{max} = 704 \text{ N/m}^2$
	Résistance traction longitudinale (NF EN 1608) : $F_{max} = 7,1 \text{ kN/m}^2$
Biologique	Reprise d'épaisseur après compression : 100%
	Résistance fongique (EN ISO 846 - Condition) : <b>Classe 0 (Inerte)</b> (le milieu n'est pas propice au développement de moisissures)
Feu	Produit seul : <b>Euroclasse E</b>

Tests réalisés par des laboratoires indépendants et accrédités selon les normes en vigueur  
 \*Calcul basé sur une épaisseur de 100 mm

**LE RELAIS**

présente

**Mëtisse®**  
 L'isolation durable

## ANNEXE 10 : FICHE TECHNIQUE DE LA PLAQUE FERMACELL

### Description du produit

Plaque Fermacell murs, cloisons et plafonds de 12.5mm avec bords droits (voir plaques Fermacell avec bords amincis), composée de fibres de cellulose. Surface plane, lisse et neutre, très rigide et résistante aux charges. Classée résistante au feu M0, applicable en locaux humides, perméable à la vapeur d'eau et affaiblissant phonique.

Leur masse volumique est comprise entre 1000 kg/m<sup>3</sup> et 1200 kg/m<sup>3</sup> et leur gamme d'épaisseurs s'étend de 10 mm à 18 mm.

Les panneaux Fermacell s'utilisent au mur ou en cloison.

Finitions sur plaques fermacell avec peinture (ratissage conseillé), papiers peints, enduits, carrelage sans sous-couche d'impression.

### Caractéristiques techniques, dimensions

- Épaisseur : 12.5mm pour cloison avec entraxe de 60cm.
- Dimensions : 1.50m x 1m ou 2.5m x 1.2m,
- Dimensions sur commande : 2.60m x 1.20, 2.8m x 1.2m et 3m x 1.2m et aussi avec bords amincis (vente par palette entière).
- Équerrage : ± 2 mm/m

Masse volumique	1150 +/- 50kg /m <sup>3</sup>
Résistance à la flexion	5,8 N/mm <sup>2</sup>
Module d'élasticité	3200 N/mm <sup>2</sup> +/- 500
Cohésion	> 0,15 N/mm <sup>2</sup>
Conductibilité thermique	0,32 W/m.K
Perméance vapeur d'eau	10 12,5 15 18
(g/m <sup>2</sup> , h, mm, Hg) :	0,73 0,56 0,51 0,43
Epaisseur (mm) / Perméance	
Facteur de résistance de diffusion à la vapeur d'eau :	$\mu = 13$
valeur Sd FERMACELL épaisseur 12,5mm =	0,13mm
Valeur du PCS	1305 KJ/kg
Tenue à la chaleur	50°C (en continue)
Tenue à l'humidité	Variation dimensionnelle après 24h d'immersion : 2%
Résistance à l'arrachement	500N sur FERMACELL 12,5mm



## ANNEXE 12 : FICHE TECHNIQUE DU TREILLIS DE RENFORT POUR ENDUIT

**G 96****VERTEX****Treillis de renfort en fibre de verre**Fiche technique**Description générale**

Les treillis de renfort Vertex® sont réalisés à partir de fibres de verre enduites avec une enduction souple pour faciliter sa mise en œuvre. Cette enduction souple garantit une excellente tenue aux alcalins présents dans les mortiers utilisés pour réaliser les chapes. Les treillis en verre, grâce à leur résistance mécanique élevée et leur excellente stabilité dimensionnelle, sont utilisés comme solution anti fissuration en alternative aux rouleaux métalliques. L'utilisation des treillis Vertex® a été testée pour des chapes liquides et traditionnelles.

**Caractéristiques techniques**

Caractéristiques	Unités	G 96	
		Chaine	Trame
Taille des mailles	mm / valeur indicative	25	25
Largeur standard (1)	cm / valeur individuelle	100	
Longueur standard du rouleau (1)	m / valeur individuelle	50	
Épaisseur totale	mm / valeur indicative	1,0	
Masse surfacique de verre	g/m <sup>2</sup> / valeur indicative	96	
Masse surfacique totale	g/m <sup>2</sup> valeur individuelle	130	
Type d'enduction	Alcali-résistant - stabilisateur du tissage sans émoullent		
Résistance initiale en traction	kN.m <sup>-1</sup> / valeur minimale	25	20

(1) D'autres dimensions sont disponibles sur demande

**Informations complémentaires**

- **Contrôle qualité :**  
Les modalités du contrôle sont définies par la procédure interne 0326
- **Conditionnement:**  
Les rouleaux sont emballés et placés verticalement dans une palette box perdue. L'emballage est défini par le fabricant ou convenu avec le client.
- **Conditions de stockage:**  
Stocker les rouleaux emballés dans un lieu sec entre -10 et +50°C

**Propriétés**

- Réduit la fissuration des chapes lors de la prise (séchage)
- Application type : chape traditionnelle et liquide



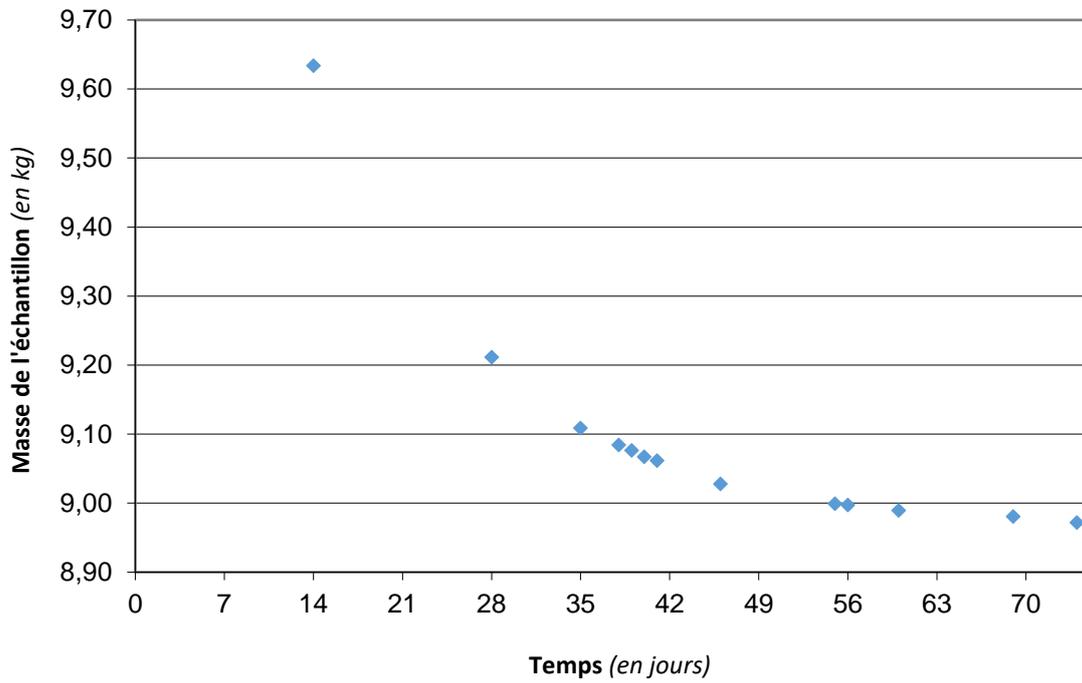
Édité par:  
**ADFORS Construction Products Europe**

Saint-Gobain ADFORS France  
Espace Industriel Nord  
85 Rue André Durouchez  
BP 30004  
80081 Amiens Cedex 2 France  
Tel: + 33 (0) 3 22 54 27 27  
Fax: + 33 (0) 3 22 54 27 39  
www.adfors.com

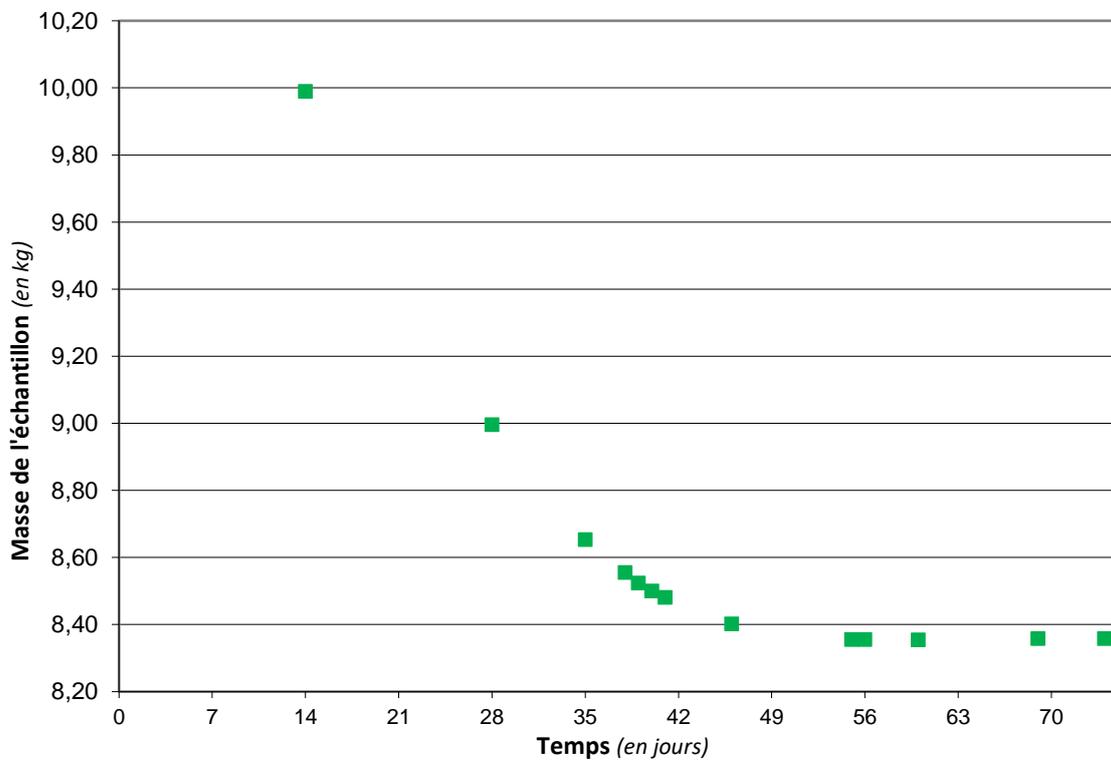
**ADFORS Construction Products Europe se réserve le droit d'apporter tout changement sur les informations présentes dans ce document sans avertissement préalable.**

Fiche technique N° 02  
Dernière mise-à-jour: 17/04/2013

**ANNEXE 13 : COURBES DE SUIVI PONDERAL DES ECHANTILLONS**

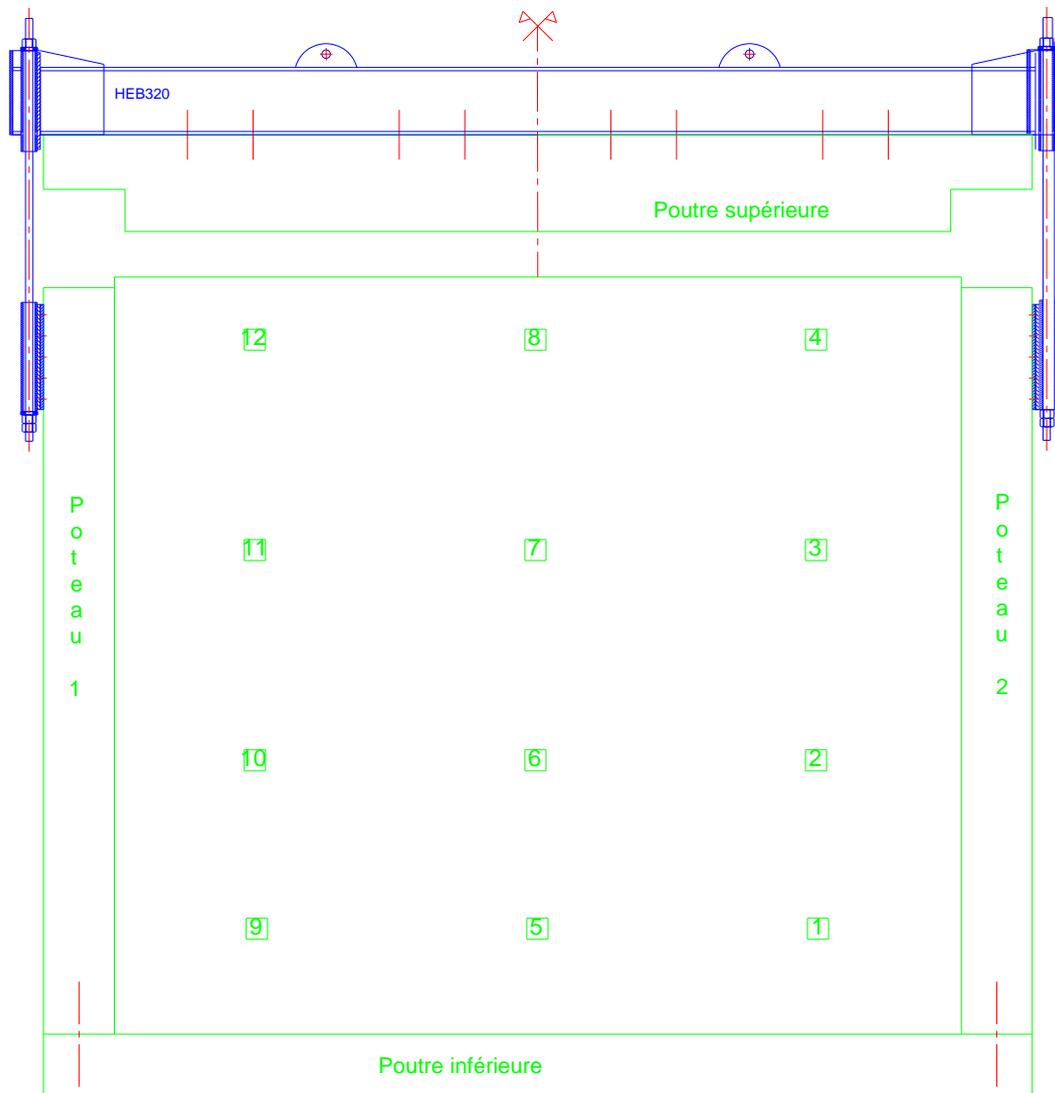


Suivi pondéral de l'enduit projeté en face non exposée au feu du mur



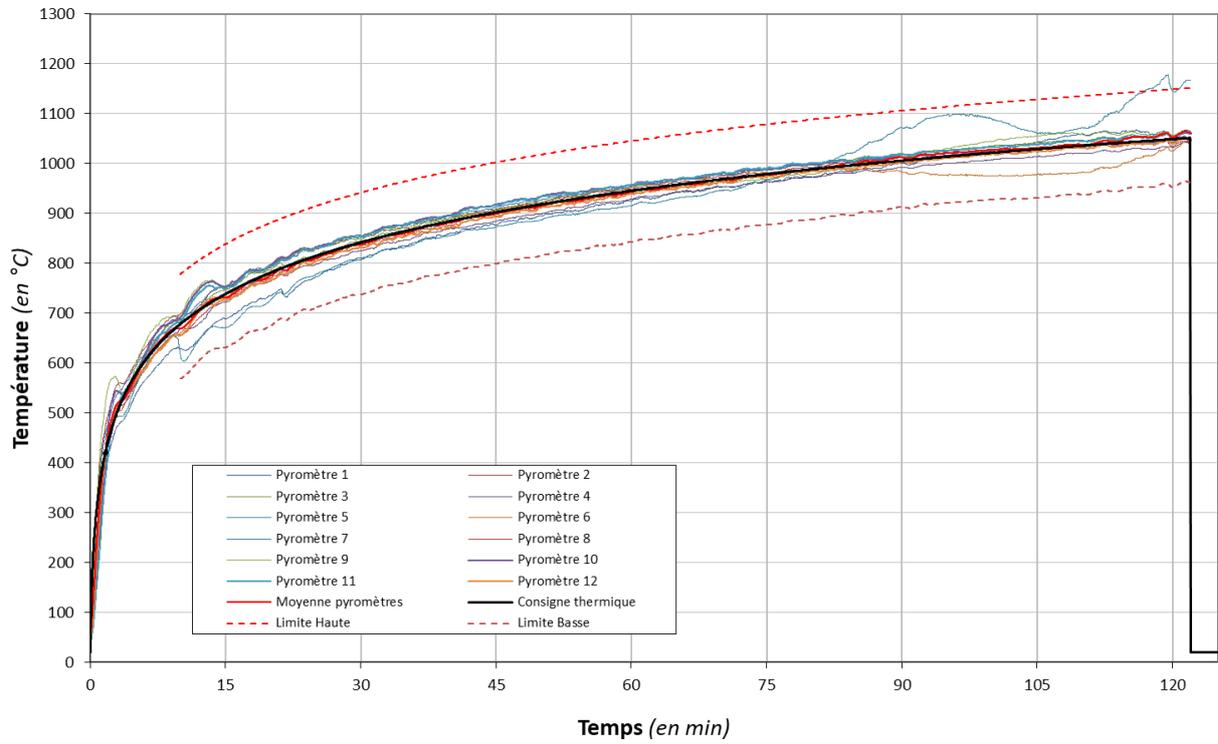
Suivi pondéral de l'enduit projeté en face exposée au feu du mur

### ANNEXE 14 : POSITIONNEMENT DES PRISES DE TEMPERATURE A L'INTERIEUR DU FOUR

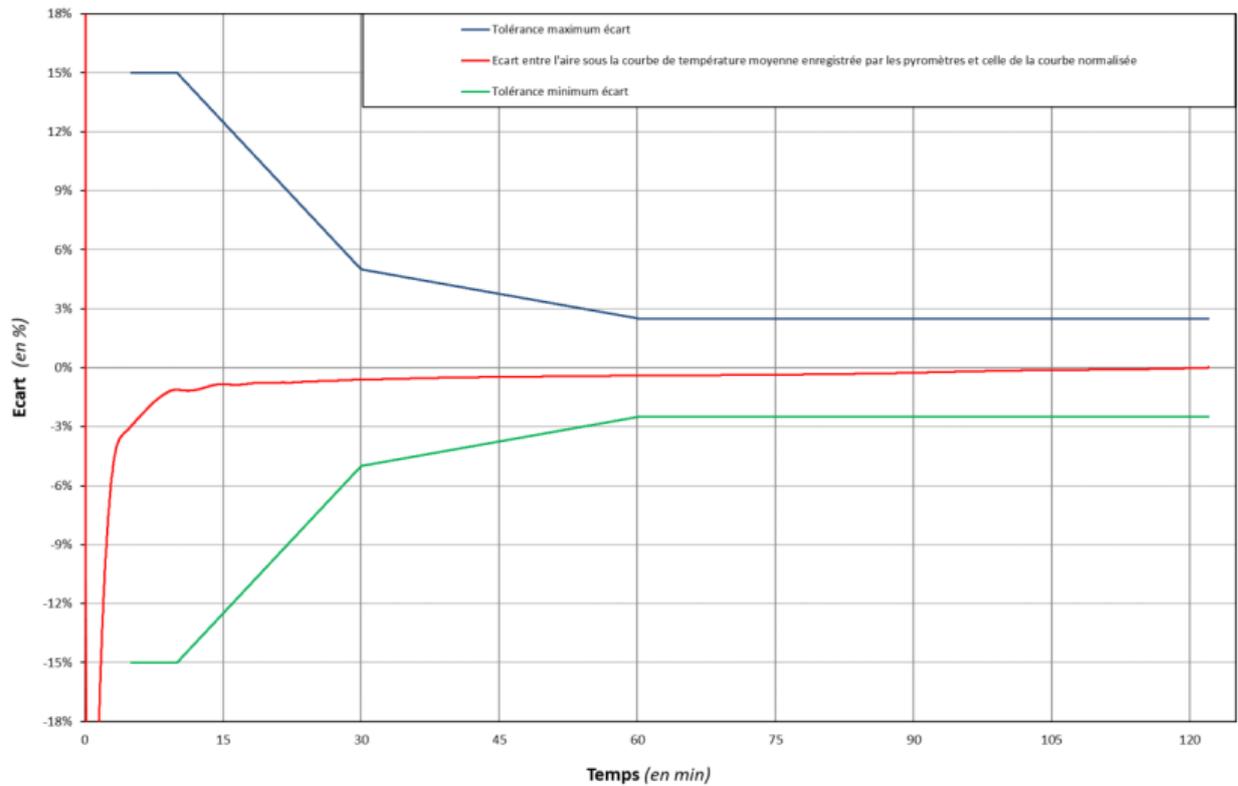


1 à 12 : température du four par pyromètres à plaque placés à 100 mm ± 50 mm de la face exposée

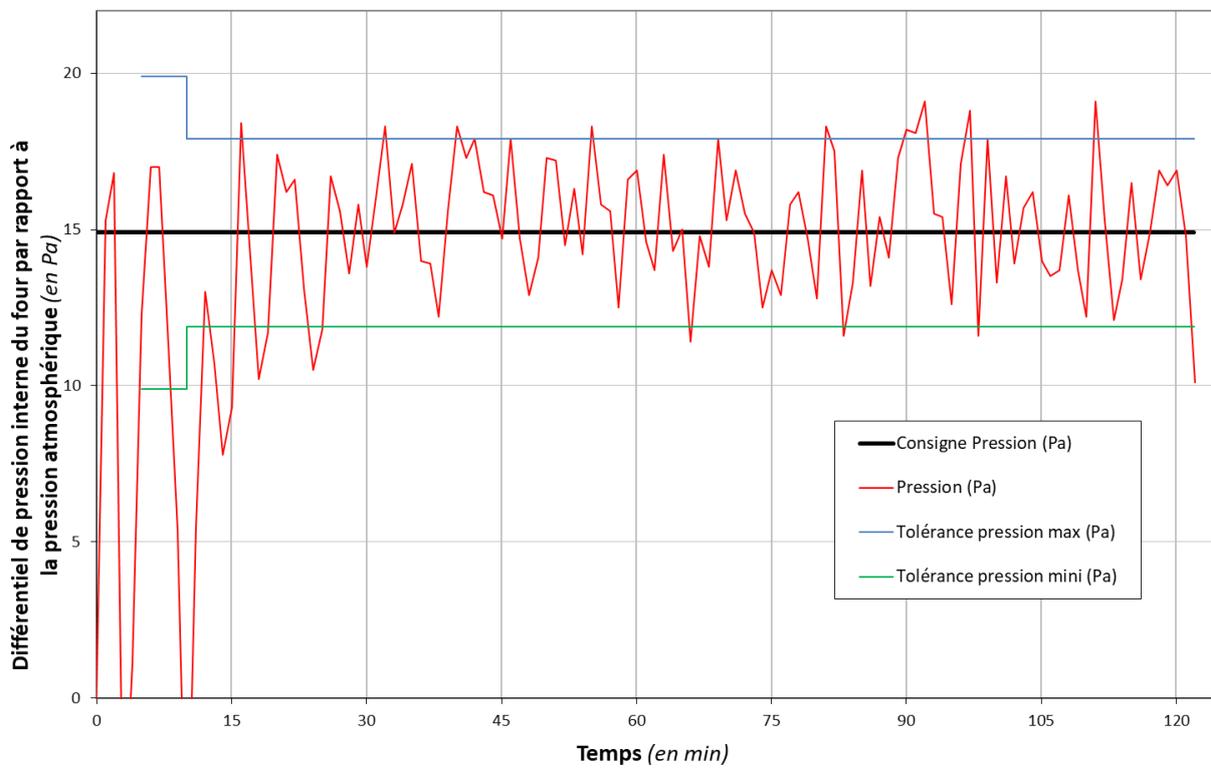
ANNEXE 15 : COURBE DE LA CONDUITE THERMIQUE DU FOUR



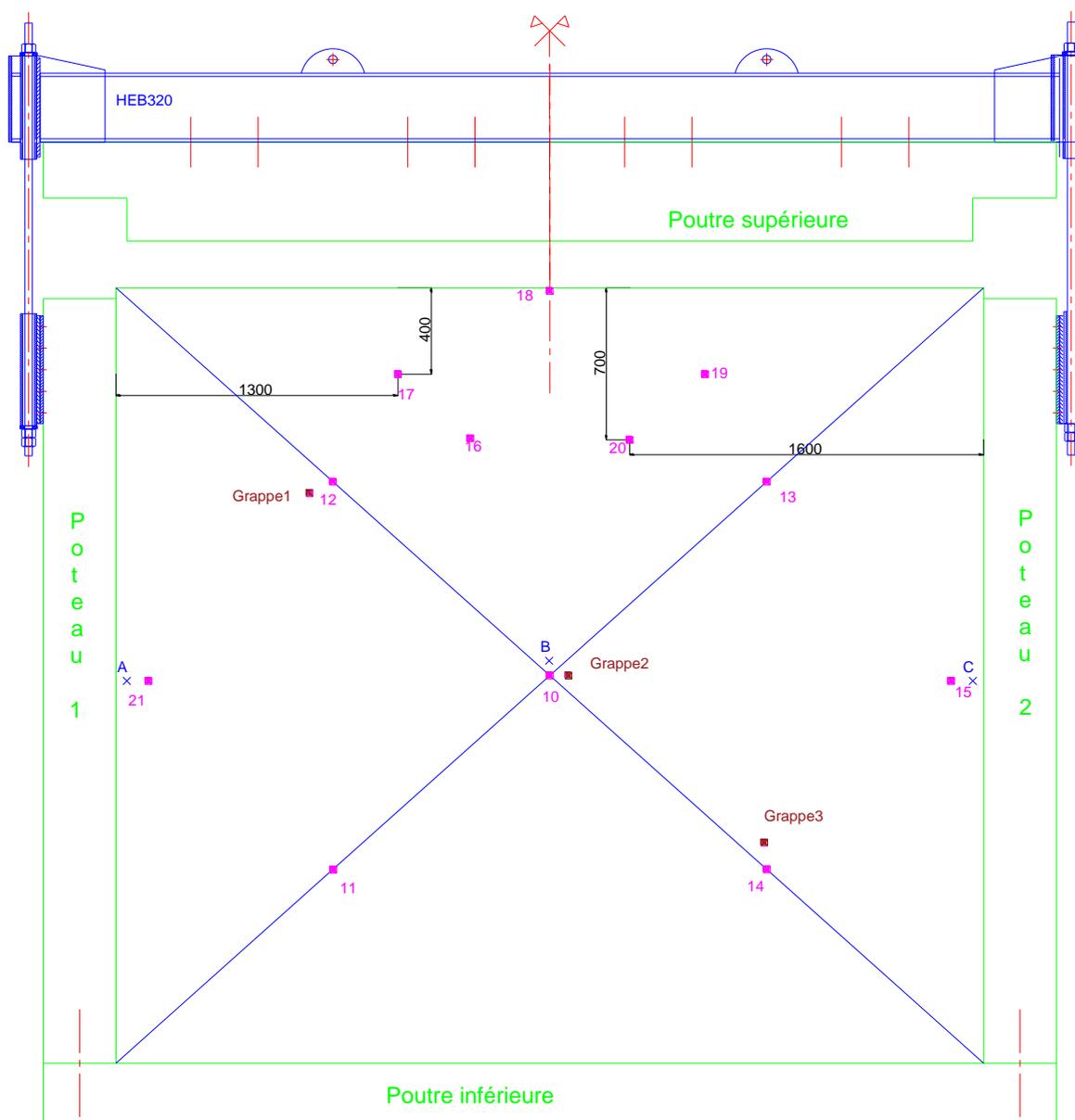
**ANNEXE 16 : COURBE DE L'ECART DE LA CONDUITE THERMIQUE DU FOUR AVEC LA COURBE NORMALISEE**



### ANNEXE 17 : COURBE DU DIFFERENTIEL DE PRESSION INTERNE DU FOUR PAR RAPPORT A LA PRESSION ATMOSPHERIQUE



### ANNEXE 18 : PLAN DE POSITIONNEMENT DES PRISES DE TEMPERATURE EN FACE NON EXPOSEE AU FEU ET DES PRISES DE MESURE DU GRADIENT DE TEMPERATURE DU MUR

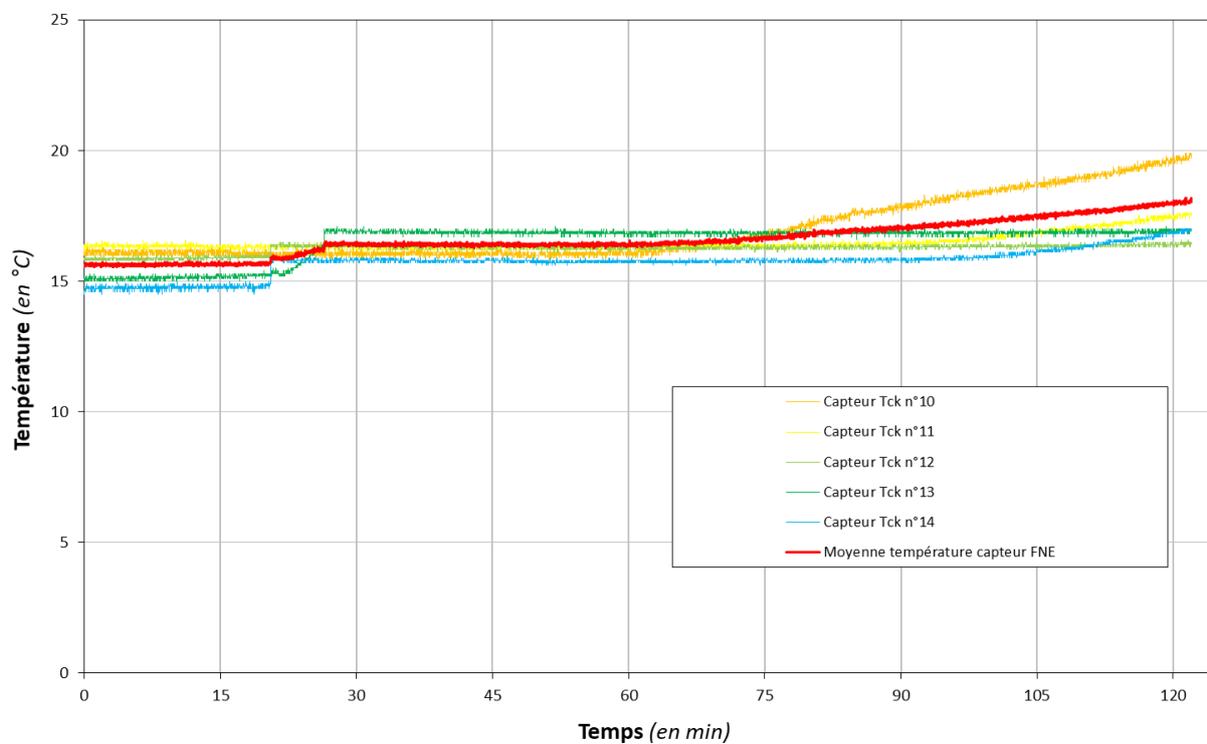


**10 à 14** : Position des thermocouples utilisés pour la mesure de l'élévation de la température moyenne en face non exposée au feu

**10 à 21** : Position des thermocouples utilisés pour la mesure de l'élévation de la température maximale en face non exposée au feu

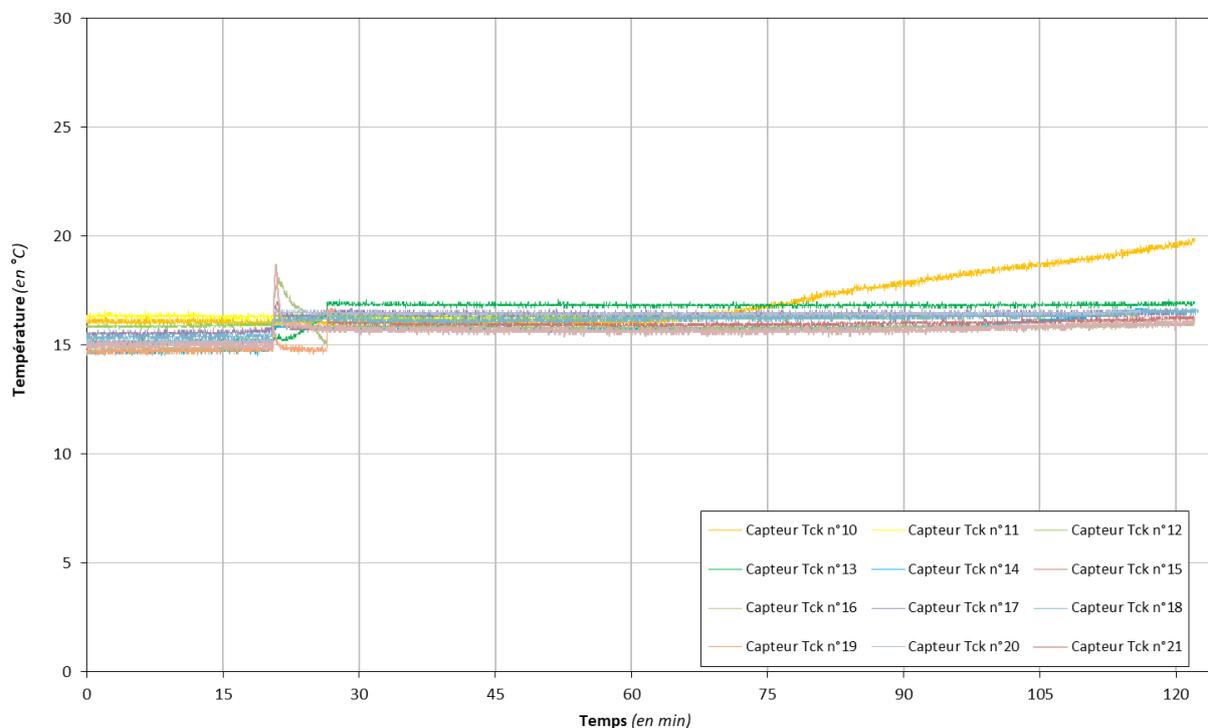
**Grappe 1, 2 et 3** : Position des grappes de 10 thermocouples utilisés pour la mesure du gradient de température du mur

**ANNEXE 19 : COURBES DES RELEVES DE TEMPERATURE POUR L'ELEVATION DE LA TEMPERATURE MOYENNE EN FACE NON EXPOSEE AU FEU DU MUR**



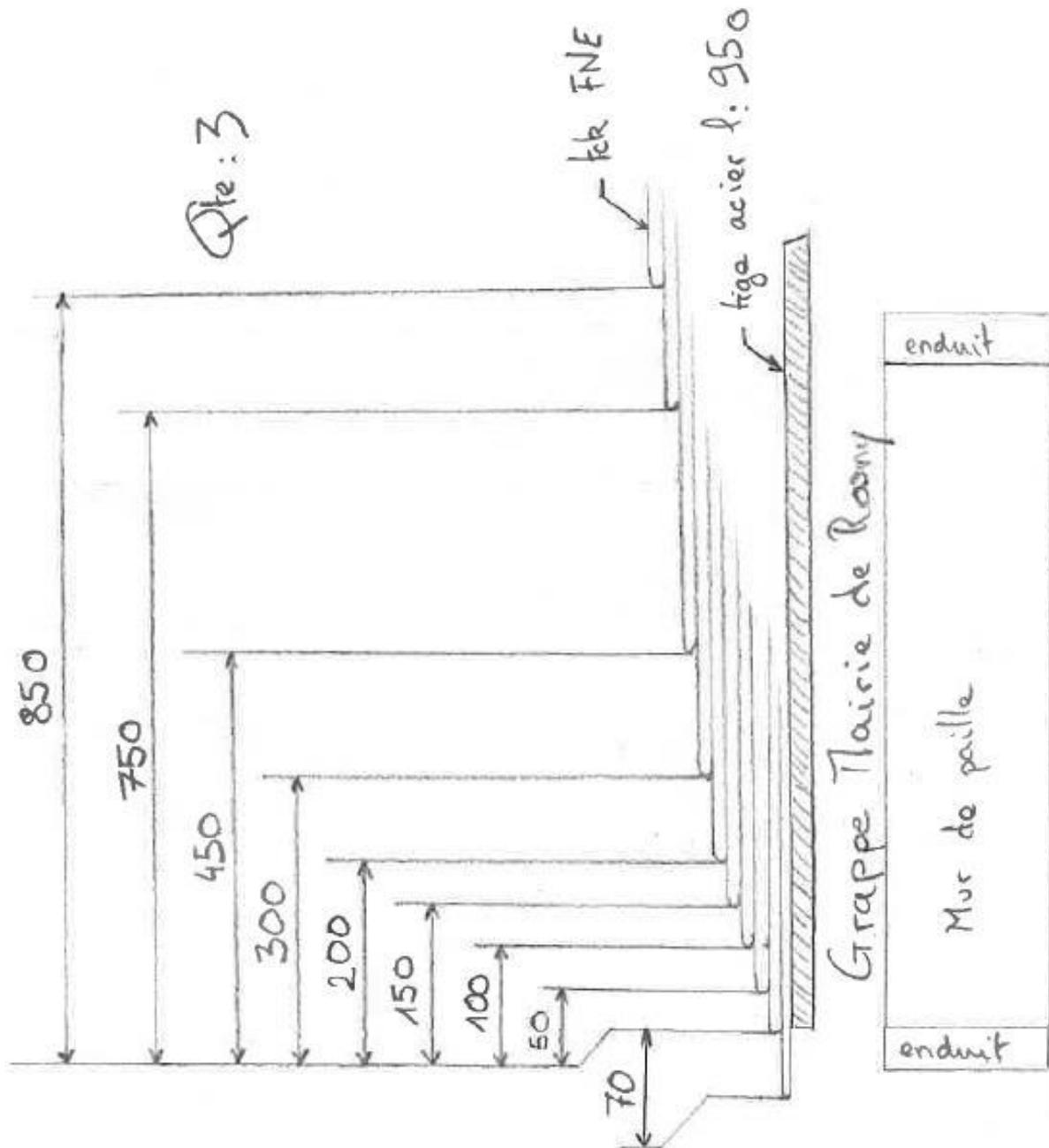
N.B : Les thermocouples n°12 et n°14 sont HS de la 20<sup>ème</sup> minute à la 26<sup>ème</sup> minute.

**ANNEXE 20 : COURBES DES RELEVES DE TEMPERATURE POUR L'ELEVATION DE LA TEMPERATURE MAXIMALE EN FACE NON EXPOSEE AU FEU DU MUR (EN COMPLEMENT DES COURBES DE L'ELEVATION DE LA TEMPERATURE MOYENNE)**

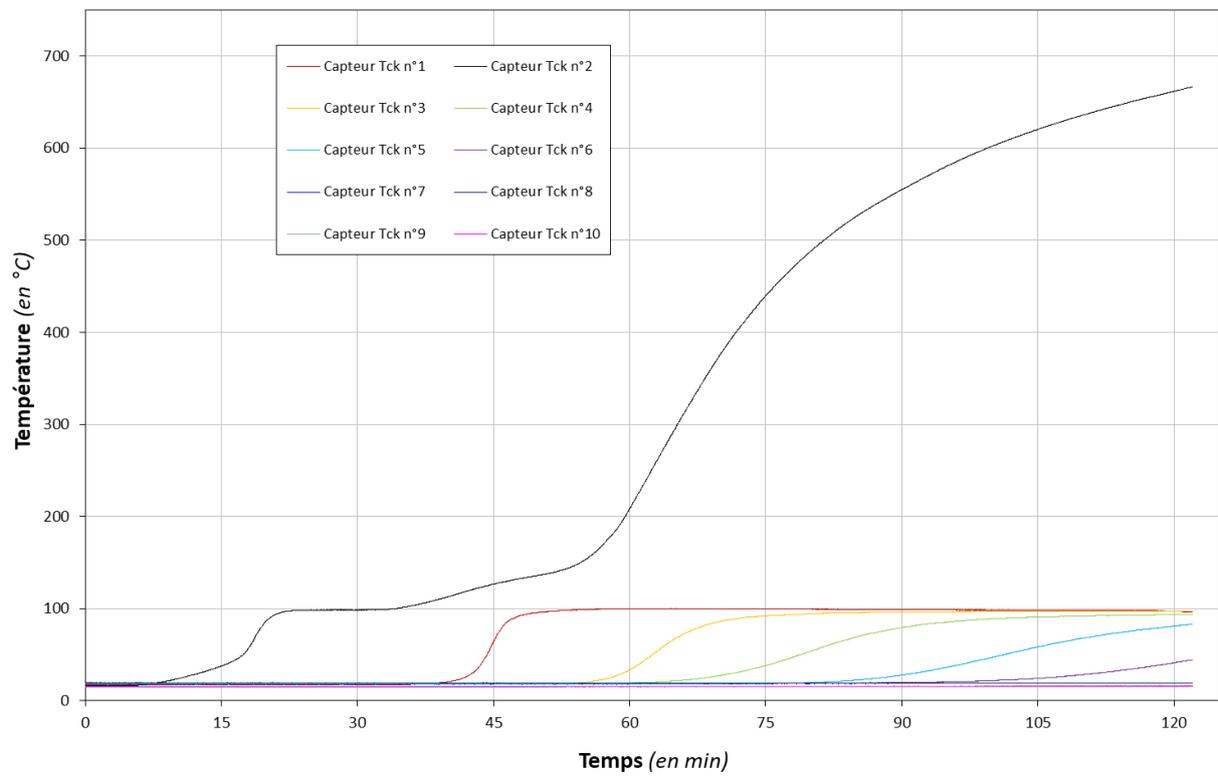


N.B : Les thermocouples n°12, 14 et 17 sont HS de la 20<sup>ème</sup> à la 26<sup>ème</sup> minute.

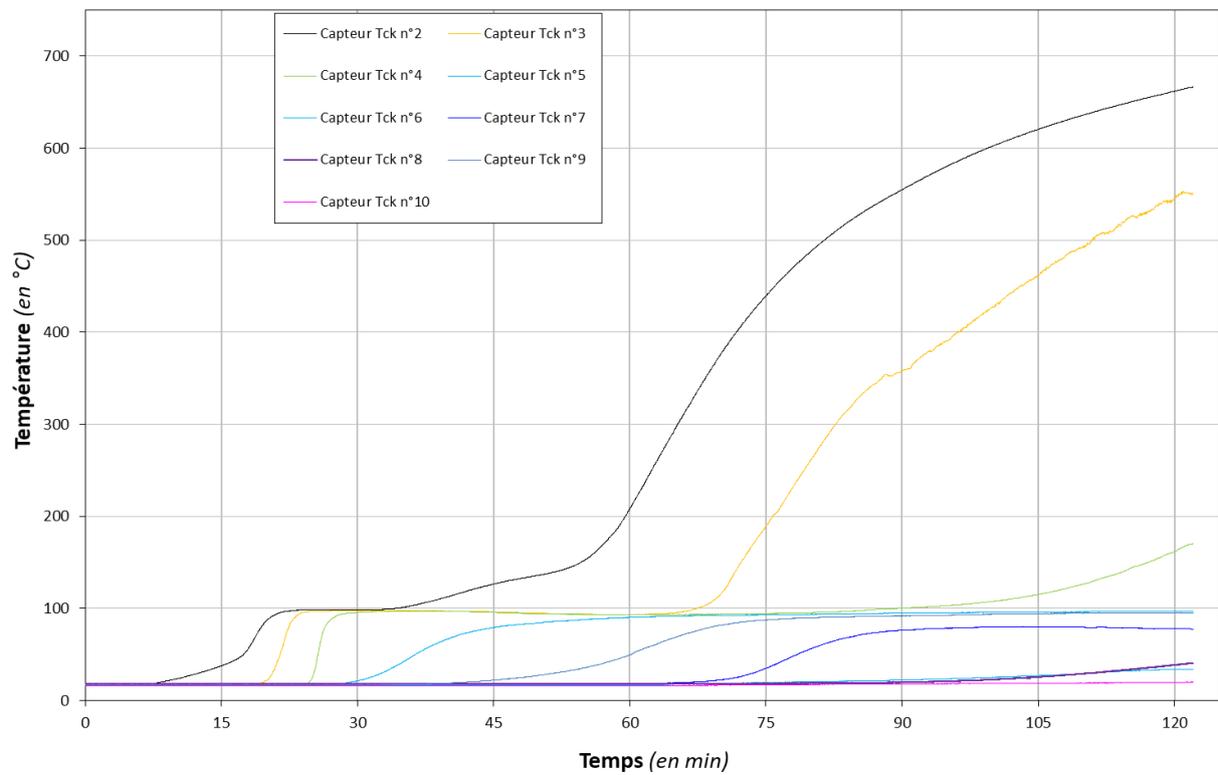
ANNEXE 21 : PLAN DES GRAPPES UTILISEES POUR LA MESURE DU GRADIENT DE TEMPERATURE DU MUR



ANNEXE 22 : COURBES DES RELEVÉS DE TEMPERATURE DE LA GRAPPE 1

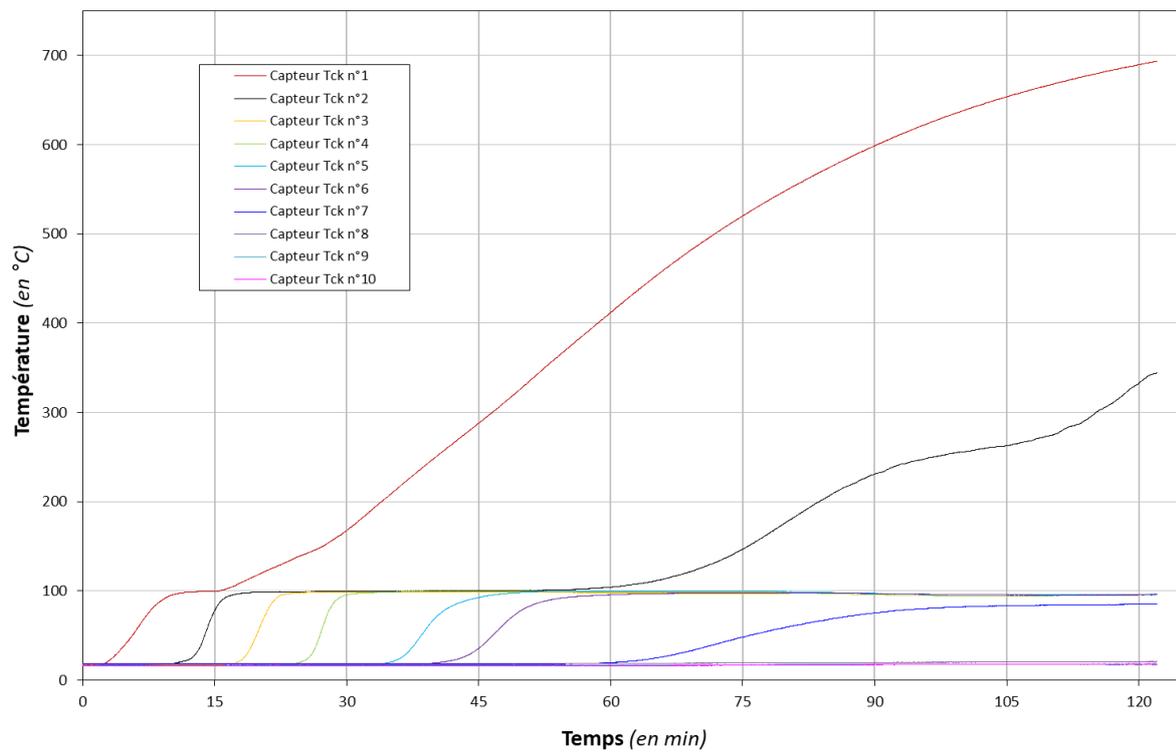


**ANNEXE 23 : COURBES DES RELEVES DE TEMPERATURE DE LA GRAPPE 2**

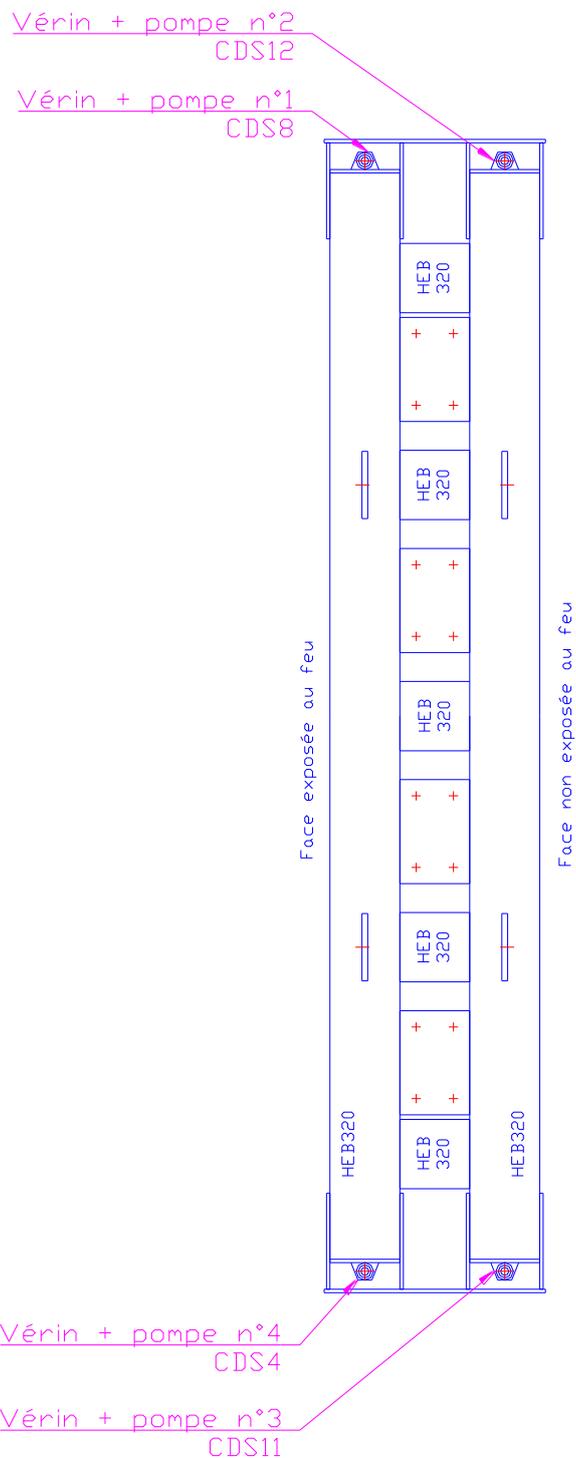


N.B : Le thermocouple n°1 est HS dès le début de l'essai.

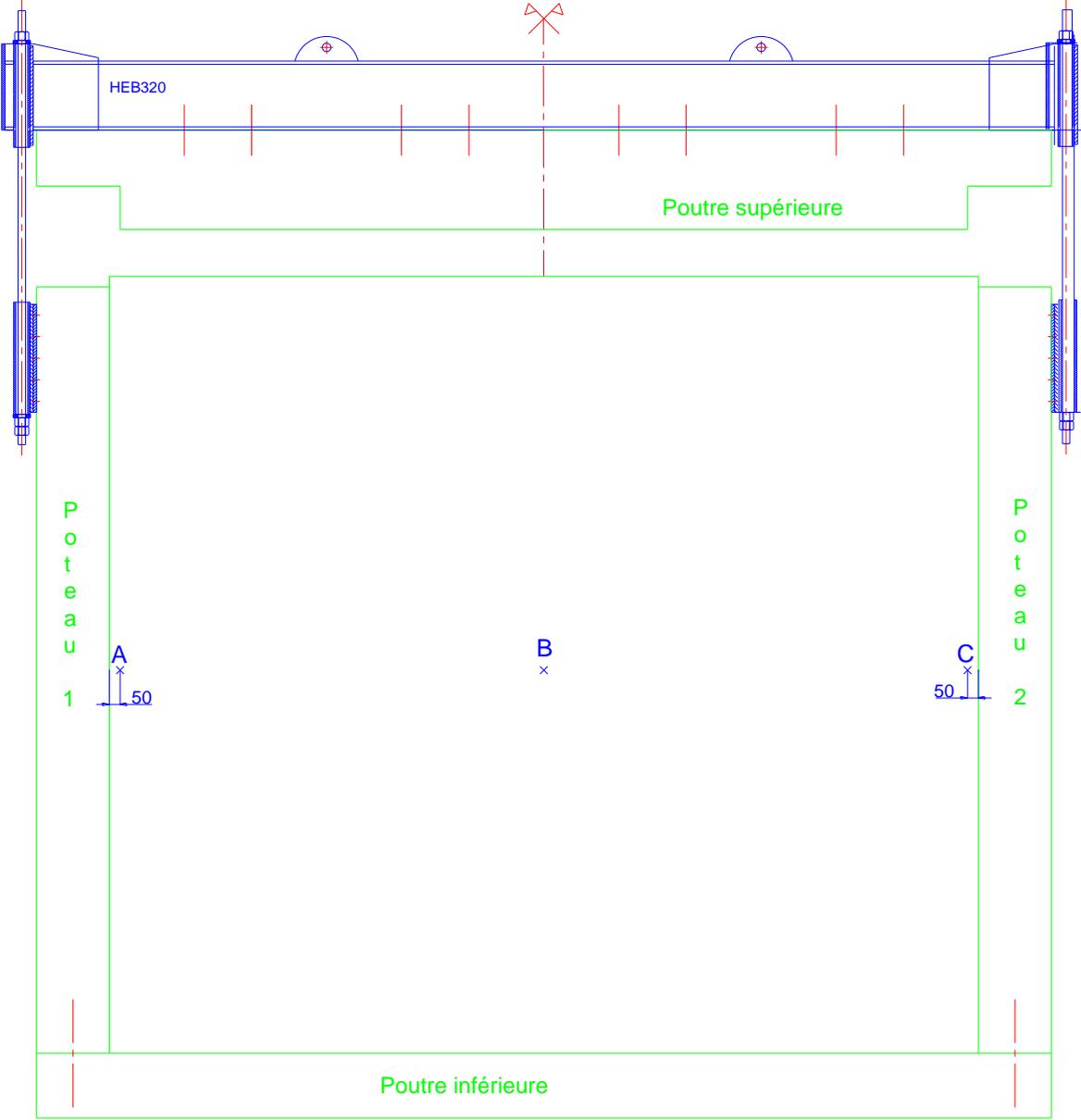
### ANNEXE 24 : COURBES DES RELEVES DE TEMPERATURE DE LA GRAPPE 3



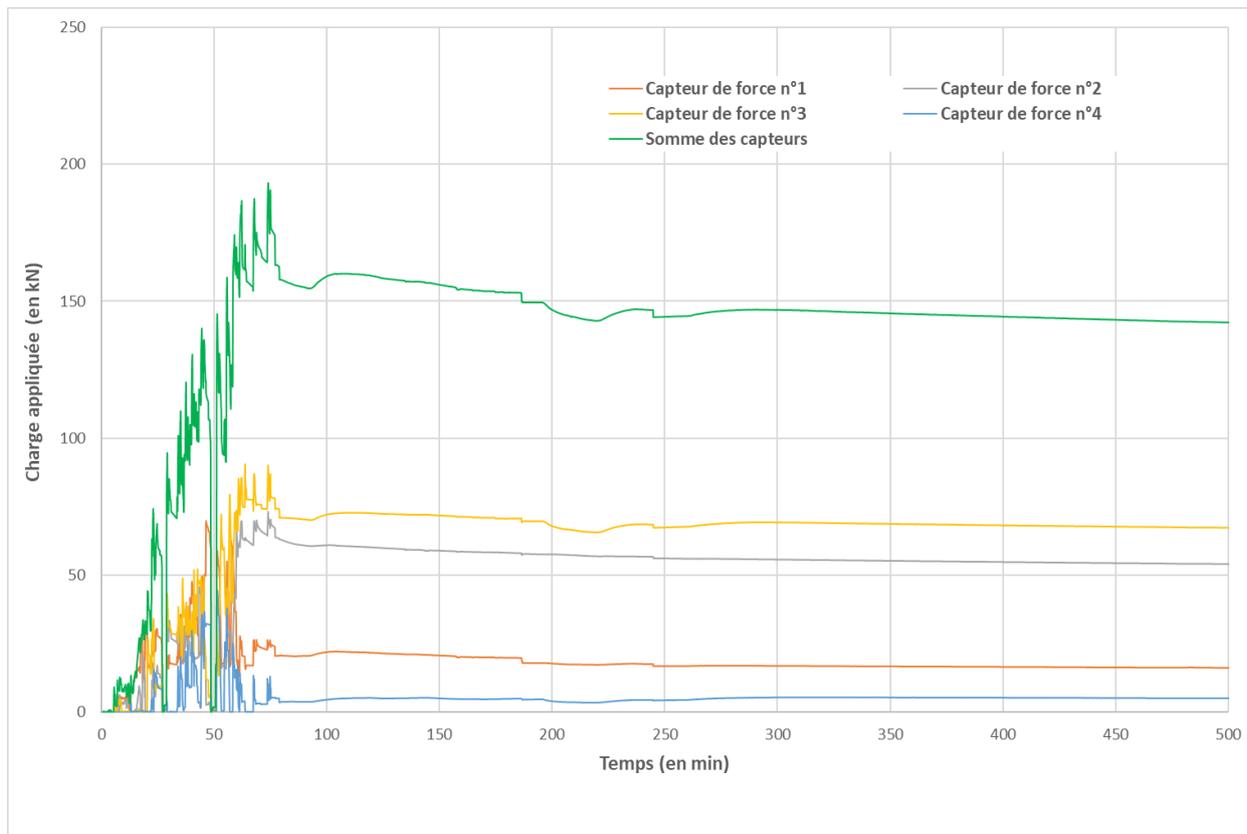
ANNEXE 25 : PLAN DE POSITIONNEMENT DES VERINS, DES POMPES ET DES CAPTEURS DE DEPLACEMENTS VERTICAUX



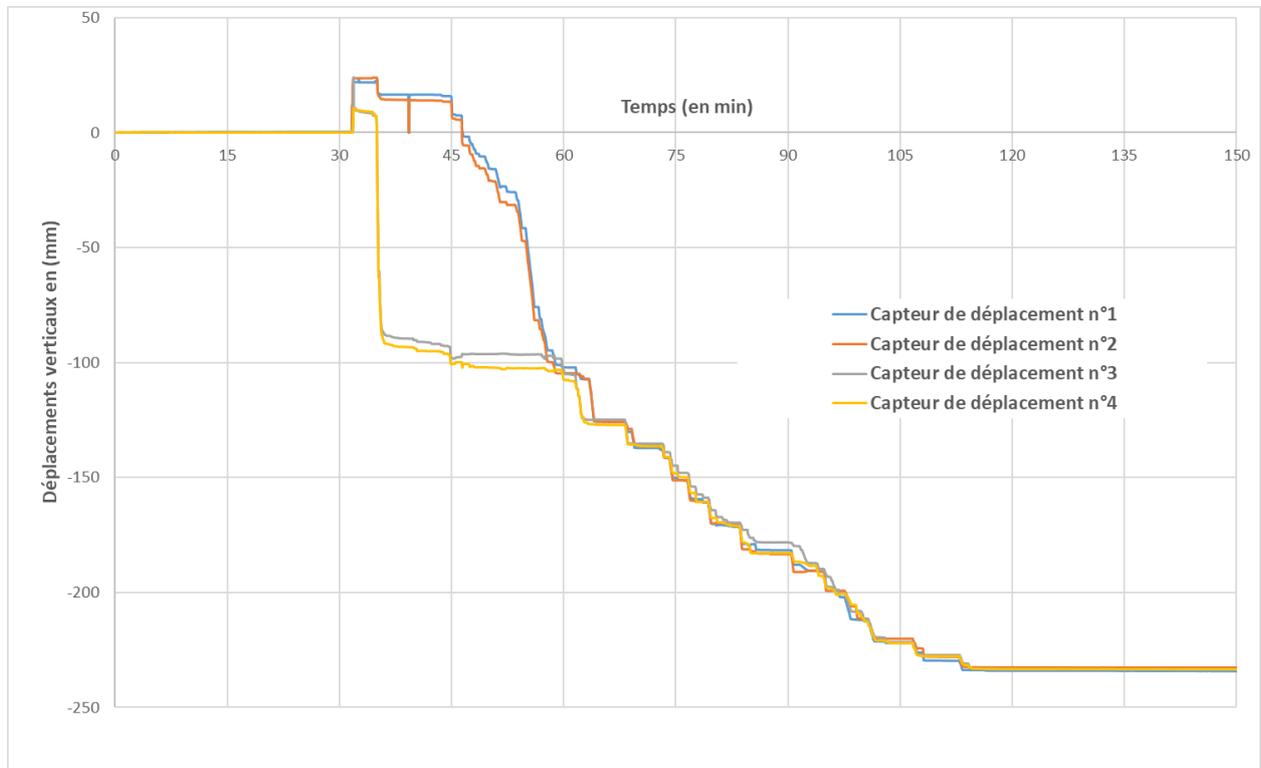
ANNEXE 26 : PLAN DE POSITIONNEMENT DES CAPTEURS DE DEPLACEMENTS HORIZONTAUX



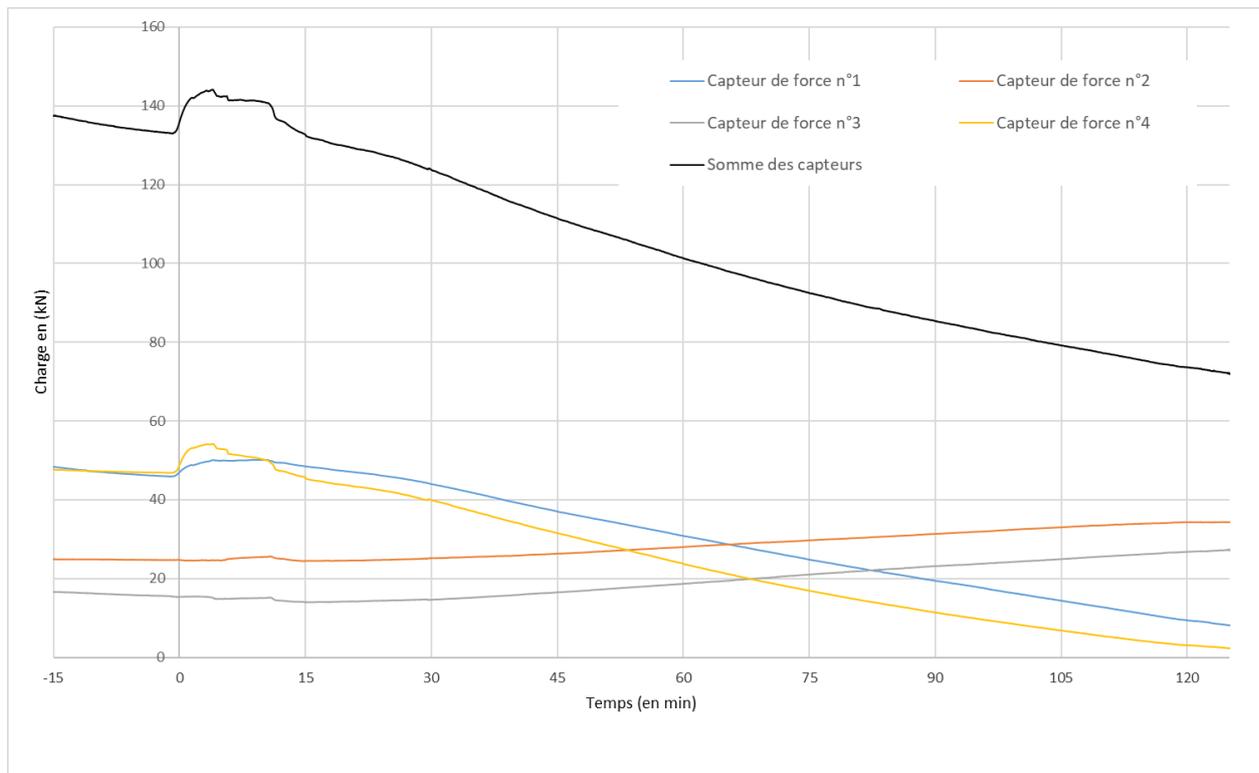
### ANNEXE 27 : COURBES DE L'EFFORT APPLIQUE SUR LE MUR AU PRE-CHARGEMENT



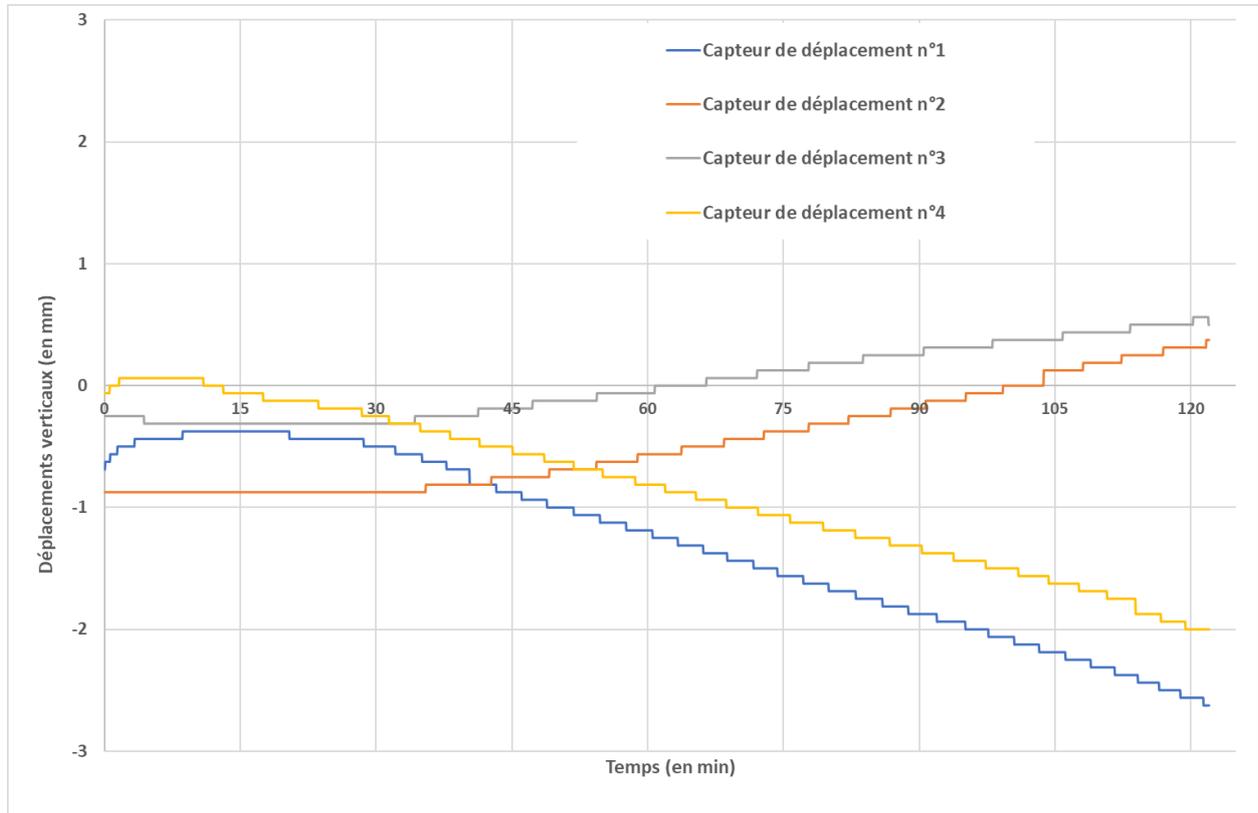
### ANNEXE 28 : COURBES DES RELEVÉS DES DEPLACEMENTS VERTICAUX AU PRE-CHARGEMENT



### ANNEXE 29 : COURBES DE L'EFFORT APPLIQUE SUR LE MUR LE JOUR DE L'ESSAI

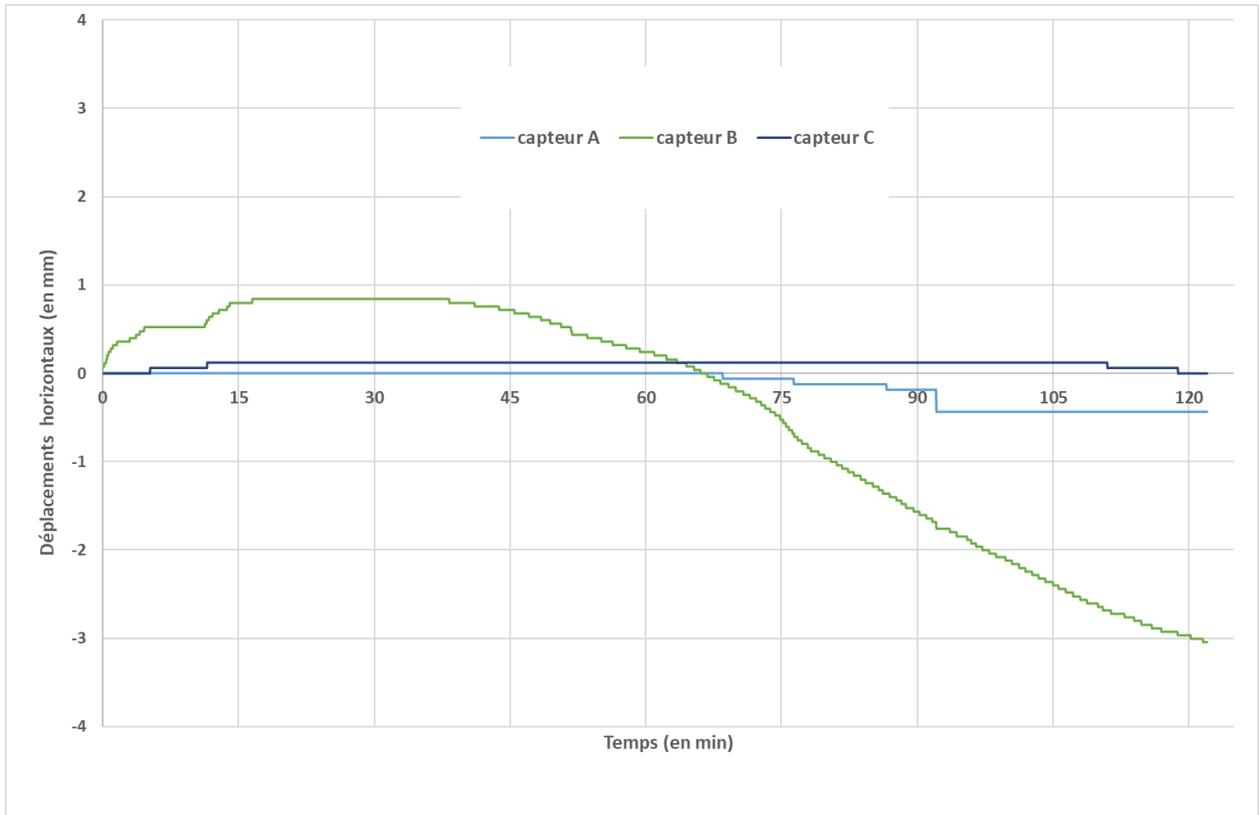


**ANNEXE 30 : COURBES DES RELEVÉS DE DEPLACEMENTS VERTICAUX**



*NB : Une valeur positive correspond à une dilatation du mur.*

**ANNEXE 31 : COURBES DES RELEVES DE DEPLACEMENTS HORIZONTAUX**

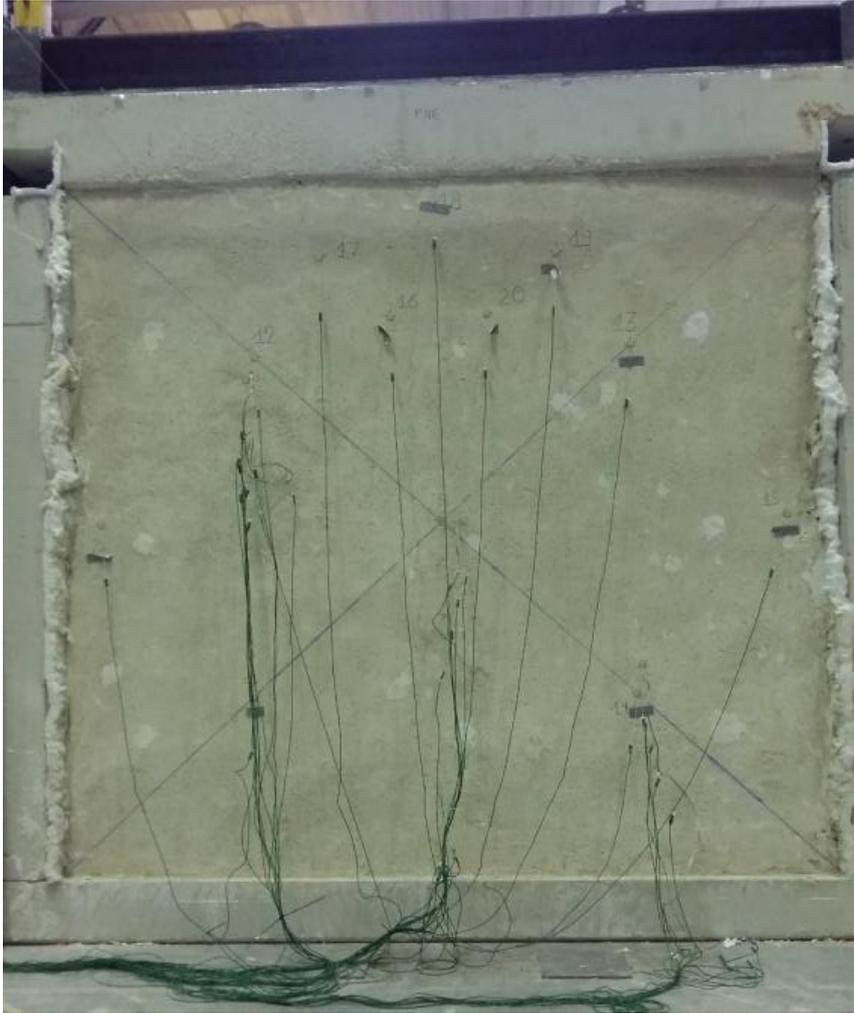


*NB : Une valeur positive correspond à un déplacement vers l'intérieur du four.*

**ANNEXE 32 : PHOTO DE LA FACE EXPOSEE AU FEU DU MUR AVANT ESSAI**



ANNEXE 33 : PHOTO DE LA FACE NON EXPOSEE AU FEU DU MUR AVANT ESSAI



**Objet :** Autorisation de publication et de diffusion

La commune de Rosny sous Bois, représentée par Monsieur Claude Capillon en qualité de Maire,  
propriétaire du rapport d'essai de test de résistance au feu n°014087 réalisé le 31/01/2020 par le CERIB, et dans le cadre du projet PPERP : *développement et caractérisation d'un type de mur en paille porteuse pour les bâtiments de type ERP*,  
autorise, pour une période indéterminée, à l'échelle régionale, nationale et européenne :

- Le Réseau Français de la Construction Paille (RFCP) à publier et diffuser auprès d'un large public les résultats et le procès verbal de ce rapport.
- Tout maître d'ouvrage et maître d'oeuvre à utiliser les résultats d'essais pour leurs propres projets.

Fait à Montargis, le 26 juin 2020

Pour la commune de Rosny sous Bois  
**Monsieur Claude Capillon,**  
Maire

Pour le Réseau Français de la Construction Paille  
**Monsieur Benoit Rougelot,**  
Président