

N° affaire : 23-101

Date : 20/05/2024

Réf.: DEB/R2EB-2024-076-RG/EH

N° SAP : 70094115

Calcul des coefficients de transmission thermiques des fixations ponctuelles pour le procédé FIX-FOURRURE en ITI

Version 1

Demandeur de l'étude :

I.N.G. FIXATIONS

ZI de Chassende

BP 90168

43005 LE PUY-EN-VELAY

Auteur¹

Approbateur

R. GAUTIER

G. GARNIER



¹. Tél. : 04 76 76 25 22

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

Ce rapport d'étude comporte 13 pages dont 2 pages d'annexes.

RAPPORT D'EXPERTISE

CONTENU

1. OBJECTIF DE L'ETUDE.....	3
2. DESCRIPTION SUCCINCTE DU PROCEDE	3
3. METHODOLOGIE.....	5
3.1. Principe	5
3.2. Règles de calcul.....	5
3.3. Hypothèses	5
3.3.1. Géométrie	5
3.3.2. Conductivité thermique des matériaux	6
3.3.3. Conditions aux limites	6
3.4. Formules	6
4. RESULTATS.....	9
4.1. Configuration de murs supports différents avec un isolant disposé en ITI de $\lambda = 0,04$ W/(m.K)	10
4.2. Configuration de murs supports différents avec un isolant disposé en ITI de $\lambda = 0,032$ W/(m.K)	10
ANNEXE 1 – DESCRIPTIF TECHNIQUE COMPLET	12
ANNEXE 2 – EXEMPLE D'IMAGES THERMIQUES.....	13

RAPPORT D'EXPERTISE

1. OBJECTIF DE L'ETUDE

L'objectif de l'étude est de calculer pour le compte de ING FIXATIONS les coefficients de transmission thermiques des fixations ponctuelles X en isolation thermique par l'intérieur pour le procédé FIX-FOURRURE dont la description détaillée sera faite ci-après. Il s'agit plus précisément de calculer les coefficients de transmission des ponts thermiques intégrés ainsi que le coefficient U_p de l'ensemble du système pour plusieurs murs supports, avec deux isolations en laine de verre de conductivité thermique différente.

Cette étude ne traite que de l'aspect thermique du procédé et ne préjuge en rien de son aptitude à l'emploi.

2. DESCRIPTION SUCCINCTE DU PROCEDE

Le système étudié est un système de fixation de fourrure verticale permettant de s'affranchir de la pose de fourrure horizontale.

Le système se met en œuvre de la façon suivante. Une vis FIX-FOURRURE est vissée de manière régulière dans le mur support intérieur après la pose d'une cheville au préalable. Un cavalier est installé sur la tête de vis, à une distance fixe du mur correspondant à l'épaisseur de l'isolant mise en place. La fourrure verticale est clipsée sur ces cavaliers. Une plaque de plâtre d'épaisseur 12,5 mm est fixée aux fourrures, laissant une lame d'air non ventilée de 25 mm entre la dernière couche isolant et la plaque de plâtre.

La Figure 1 ci-après fournie une illustration du principe général du procédé FIX-FOURRURE. Le complexe {vis – cavalier – fourrure verticale clipsée} est visible dans la Figure 2. Des éléments de description détaillée du procédé se trouve en Annexe 1.

RAPPORT D'EXPERTISE

Figure 1 : Illustration du procédé FIX-FOURRURE



Figure 2 : Illustration du complexe {vis – cavalier – fourrure verticale clipsée}



RAPPORT D'EXPERTISE

3. METHODOLOGIE

3.1. Principe

Le calcul est réalisé par modélisation numérique en tridimensionnel et consiste à évaluer les flux de chaleur transmis à travers le procédé de l'ambiance intérieure vers l'extérieur. Les coefficients de transmission thermique ensuite déduits sont U_c , $\psi_{fourrure_verticale}$ et $\chi_{fixation+cavalier}$ pour les différents murs supports et pour deux conductivités d'isolant différentes.

3.2. Règles de calcul

Toutes les simulations ont été effectuées conformément aux règles Th-Bât édition 2020.

3.3. Hypothèses

3.3.1. Géométrie

Les vis de fixation sont ici ramenées à des tiges à sections carrées, de sections égales aux sections réelles. La densité du système reste invariante dans l'étude avec un entraxe verticale à 0,4 m et un entraxe horizontal à 0,6 m.

Dans cette étude, les trois longueurs de vis de fixation étudiées sont rassemblées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 1 : Géométrie des vis de fixations et épaisseurs d'isolant associé

Longueur totale de vis [mm]	150	200	250
Epaisseur d'isolant associé [mm]	80	130	180

La composition des quatre murs supports est de :

- 160 mm d'épaisseur de béton ;
- 200 mm de briques creuses ;
- 200 mm de maçonnerie type parpaing ;
- 200 mm de briques pleines.

RAPPORT D'EXPERTISE

3.3.2. Conductivité thermique des matériaux

Tableau 2 : Conductivités thermiques des matériaux

Matériaux	Conductivités thermiques W/(m.K)	Sources
Acier galvanisé	50	Règles Th-Bât fascicule matériaux + paroi opaque
PVC	0,17	
Plaques de plâtre	0,25	
Béton	2	
Maçonnerie isolante type A (ex : brique creuses)	0,25	
Maçonnerie isolante type B (ex : brique pleines)	0,4	
Maçonnerie courante (ex : parpaing)	0,7	
Lame d'air non ventilée 25 mm	$\lambda^{(1)}$	EN ISO 6946
Isolant 1	0,04	ING FIXATIONS
Isolant 2	0,032	
¹ Conductivité thermique équivalente		

3.3.3. Conditions aux limites

Tableau 3 : Conditions aux limites

Conditions aux limites	Température d'ambiance (°C)	Coefficient d'échange superficiel (W/(m².K))
Ambiance intérieure	20	7,7
Ambiances extérieure	0	25

3.4. Formules

Le calcul du coefficient de transmission surfacique global d'une paroi U_p , tenant compte des ponts thermiques intégrés, se fait de la façon suivante :

$$U_p = U_c + \frac{\sum \Psi_i \cdot L_i + \sum \chi_i \cdot N_{bi}}{A_p} \quad \text{W/(m}^2\text{.K)}$$

Avec

N_{bi} nombre de points singuliers

RAPPORT D'EXPERTISE

Cette relation peut aussi s'écrire sous la forme suivante :

$$U_p = U_c + \Delta U \quad \text{W/(m}^2\cdot\text{K)}$$

Dans le cas du système étudié, la formule générale se décline de la manière suivante en fonction des différents ponts thermiques présents dans le système :

$$U_p = U_c + \frac{\Psi_{fourrure}}{E_{fourrure}} + \frac{\chi_{fixation-cavalier}}{E_{vertical} \cdot E_{hor}}$$

Avec

U_c le coefficient de transmission surfacique en partie courante calculé à partir de la formule suivante :

$$U_c = \frac{1}{0,17 + \sum R_{couches}} \quad \text{W/(m}^2\cdot\text{K)}$$

Avec

$\sum R_{couches}$ la somme des résistances thermiques des couches homogènes de matériaux en partie courante du système en $\text{m}^2\cdot\text{K/W}$,

$E_{fourrure}$ l'entraxe des fourrures dans la paroi complète, exprimé en m

$E_{vertical}$ l'entraxe vertical des vis de fixation dans la paroi complète, exprimé en m

$E_{fourrure}$ l'entraxe horizontal des vis de fixation dans la paroi complète, exprimé en m

Le coefficient de transmission du pont thermique intégré linéique $\Psi_{fourrure}$ se calcule à partir de la formule suivante :

$$\Psi_{fourrure} = \frac{\Phi_3 - \Phi_5}{\Delta T \cdot L_{fourrure}} \quad \text{W/(m}\cdot\text{K)}$$

Où

Φ_3 est le flux traversant le modèle avec une fourrure horizontale uniquement, exprimé en W,

Φ_5 est le flux traversant le modèle sans ponts thermiques, exprimé en W,

$L_{fourrure}$ est la longueur de la fourrure dans le modèle, exprimé en m.

$\chi_{fixation-cavalier}$ le pont thermique intégré due à la présence du système {vis de fixation-cavalier}, exprimé en W/K.

RAPPORT D'EXPERTISE

Le coefficient de transmission du pont thermique intégré ponctuel $\chi_{\text{fixation-cavalier}}$ se calcule à partir de la formule suivante :

$$\chi_{\text{fixation-cavalier}} = \frac{\Phi_1 - \Phi_2}{\Delta T} \quad \text{W/K}$$

Où

ϕ_1 est le flux total traversant le modèle complet, finitions comprises, exprimé en W.

ϕ_2 est le flux total traversant le modèle complet, finitions comprises, sans les fixations-cavalier, exprimé en W.

La résistance thermique intrinsèque du mur coffrant s'obtient de la manière suivante :

$$R_{th} = \frac{1}{U_{p_mur_support}} - R_{se} - R_{si} - R_{mur}$$

Avec :

R_{se} la résistance superficielle extérieure, exprimée en $m^2.K/W$

R_{si} la résistance superficielle intérieure, exprimée en $m^2.K/W$

R_{mur} la résistance thermique intrinsèque de la couche de mur seule, exprimée en $m^2.K/W$

$U_{p_mur_coffrant}$ le coefficient de transmission thermique surfacique de la configuration de mur sans les finitions intérieures et extérieures, exprimée en $W/m^2.K$

RAPPORT D'EXPERTISE

4. RESULTATS

Les résultats ci-dessous ont été obtenus à partir des hypothèses du paragraphe III.3 et ils ne sont valables que pour ces hypothèses.

Les coefficients Ψ_{fourrure} et $X_{\text{fixation-cavalier}}$ ont été calculés numériquement avec la configuration du mur support en béton de 16 cm d'épaisseur et en brique creuse de 20 cm d'épaisseur. En considérant le cas du mur le plus défavorable thermiquement, les coefficients trouvés dans ce cas ont par la suite servi pour le calcul des coefficients de transmission thermique U_p des configurations de mur support : béton, brique pleine et parpaing.

Les résultats obtenus permettent donc d'englober d'autre configuration avec des murs supports de R_{th} différentes :

- Si $R_{\text{mur_support}} \leq R_{\text{béton}} = 0,08 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$, possibilité d'utiliser les résultats de la configuration mur béton.
- Si $R_{\text{béton}} < R_{\text{mur_support}} \leq R_{\text{brique_creuse}} = 1 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$, possibilité d'utiliser les résultats de la configuration mur brique creuse.

Les valeurs fournies dans les tableaux ci-après ne sont valables que dans les limites générales indiquées ci-après :

- Entraxe vertical des fixations-cavalier $\geq 400 \text{ mm}$
- Entraxe horizontal des fixations-cavalier $\geq 600 \text{ mm}$
- Epaisseur de la couche de béton $\geq 0,16 \text{ m}$
- Epaisseur de la couche de maçonnerie (brique creuse, brique pleine, parpaing) $\geq 0,2 \text{ m}$
- Conductivité thermique du béton $\leq 2 \text{ W}/(\text{m.K})$
- Conductivité thermique de la brique creuse $\leq 0,2 \text{ W}/(\text{m.K})$
- Conductivité thermique de l'isolant 1 $\leq 0,04 \text{ W}/(\text{m.K})$
- Conductivité thermique de l'isolant 2 $\leq 0,032 \text{ W}/(\text{m.K})$

Les résultats présentés ci-après concernent le système décrit plus haut. Dans le tableau sont présentés l'ensemble des résultats obtenus par simulation numérique en utilisant les formules du paragraphes III.4.

RAPPORT D'EXPERTISE

4.1. Configuration de murs supports différents avec un isolant disposé en ITI de $\lambda = 0,04$ W/(m.K)

Tableaux 4 : Ponts thermiques intégrés et valeur U_p pour une paroi complète sans finitions intérieures et extérieures

Mur support	Longueur vis mm	Ep. Isolant $\lambda 0,04$ mm	U_c W/(m ² .K)	Ψ_{fourrure} W/(m.K)	$\chi_{\text{fixation-cavalier}}$ W/K	U_p W/(m ² .K)
160 mm Béton	150	80	0,41	0,0006	0,009	0,44
	200	130	0,27	0,0002	0,007	0,29
	250	180	0,20	0,0001	0,006	0,22
200 mm Brique creuse	150	80	0,30	0,0003	0,004	0,31
	200	130	0,22	0,0002	0,004	0,23
	250	180	0,17	0,0001	0,004	0,18
200 mm Parpaing	150	80	0,38	0,0006	0,009	0,41
	200	130	0,26	0,0002	0,007	0,28
	250	180	0,19	0,0001	0,006	0,21
200 mm Brique pleine	150	80	0,35	0,0006	0,009	0,38
	200	130	0,24	0,0002	0,007	0,26
	250	180	0,19	0,0001	0,006	0,20

4.2. Configuration de murs supports différents avec un isolant disposé en ITI de $\lambda = 0,032$ W/(m.K)

Tableaux 5 : Ponts thermiques intégrés et valeur U_p pour une paroi complète sans finitions intérieures et extérieures

Mur support	Longueur vis mm	Ep. Isolant $\lambda 0,032$ mm	U_c W/(m ² .K)	Ψ_{fourrure} W/(m.K)	$\chi_{\text{fixation-cavalier}}$ W/K	U_p W/(m ² .K)
160 mm Béton	150	80	0,34	0,0004	0,009	0,37
	200	130	0,22	0,0002	0,007	0,24
	250	180	0,16	0,0001	0,006	0,18
200 mm Brique creuse	150	80	0,26	0,0002	0,004	0,27
	200	130	0,18	0,0001	0,004	0,20
	250	180	0,14	0,0001	0,004	0,16
200 mm Parpaing	150	80	0,32	0,0004	0,009	0,34
	200	130	0,21	0,0002	0,007	0,23
	250	180	0,16	0,0001	0,006	0,18
200 mm Brique pleine	150	80	0,30	0,0004	0,009	0,32
	200	130	0,20	0,0002	0,007	0,22
	250	180	0,15	0,0001	0,006	0,17

RAPPORT D'EXPERTISE

ANNEXES

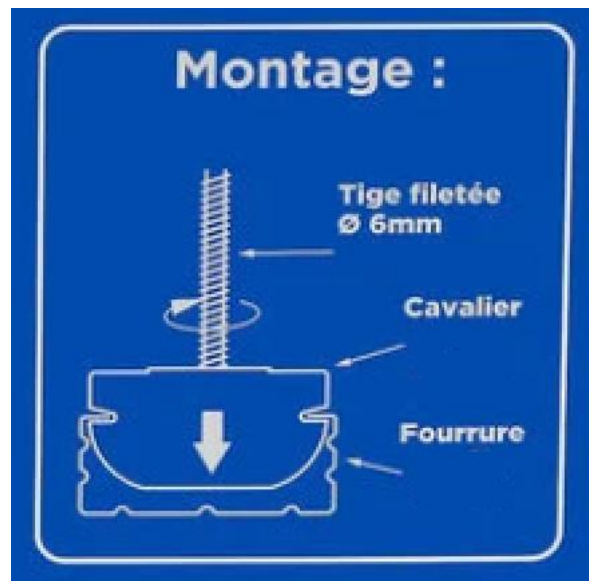
RAPPORT D'EXPERTISE

ANNEXE 1 – DESCRIPTIF TECHNIQUE COMPLET

Figure 3 : Illustration de la vis FIX FOURRURE



Figure 4 : Principe du montage du cavalier clipsé sur une fourrure verticale



RAPPORT D'EXPERTISE

ANNEXE 2 – EXEMPLE D'IMAGES THERMIQUES

Figure 5 - Pont thermique intégré dû à l'effet du système FIX FOURRURE sur un mur support en brique creuse avec l'isolant de conductivité thermique 0,04 W/m.K

