

Calculs thermiques sur coffres de volets roulants et/ou de store vénitien extérieur dans le cadre d'un Avis Technique

Choix des variantes affichées dans l'Avis Technique Méthodologie de calcul

Ce document a été entériné par le Groupe Spécialisé n° 6 le 1^{er} mars 2017

Groupe Spécialisé n° 6

Composants de baies et vitrages



Commission chargée de formuler des Avis Techniques
et Documents Techniques d'Application

(arrêté du 21 mars 2012)

Secrétariat de la commission des Avis Techniques
CSTB, 84 avenue Jean Jaurès, Champs-sur-Marne, FR-77447 Marne-la-Vallée Cedex 2
Tél. : 01 64 68 82 82 - Internet : www.ccfat.fr

Établissement public au service de l'innovation dans le bâtiment, le CSTB, Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, exerce quatre activités clés : la recherche, l'expertise, l'évaluation, et la diffusion des connaissances, organisées pour répondre aux enjeux de la transition écologique et énergétique dans le monde de la construction. Son champ de compétences couvre les produits de construction, les bâtiments et leur intégration dans les quartiers et les villes.

Avec plus de 900 collaborateurs, ses filiales et ses réseaux de partenaires nationaux, européens et internationaux, le groupe CSTB est au service de l'ensemble des parties prenantes de la construction pour faire progresser la qualité et la sécurité des bâtiments.

Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit, des pages publiées dans le présent ouvrage, faite sans l'autorisation de l'éditeur ou du Centre Français d'Exploitation du droit de copie (3, rue Hautefeuille, 75006 Paris), est illicite et constitue une contrefaçon. Seules sont autorisées, d'une part, les reproductions strictement réservées à l'usage du copiste et non destinées à une utilisation collective et, d'autre part, les analyses et courtes citations justifiées par le caractère scientifique ou d'information de l'œuvre dans laquelle elles sont incorporées (Loi du 1^{er} juillet 1992 – art. L 122-4 et L 122-5 et Code Pénal art. 425).

© CSTB 2017

Calculs thermiques sur coffres de volets roulants et/ou de store vénitien extérieur dans le cadre d'un Avis Technique

Choix des variantes affichées dans l'Avis Technique
Méthodologie de calcul

SOMMAIRE

1. Objet du document.....	2
2. Lexique	2
3. Choix des configurations	2
3.1 Liste des configurations	2
3.2 Critères de choix des configurations.....	3
3.3 Récapitulatif des tableaux thermiques des Avis Techniques	4
4. Méthodologie de calcul.....	6
4.1 Textes de référence.....	6
4.2 Principe	6
4.3 Formules.....	6
4.4 Expression des résultats	8
4.5 Hypothèses de calcul.....	8

1. Objet du document

L'objet du présent document est de définir les configurations de calcul qui seront affichées dans les Avis Techniques de coffre de volet roulant.

Il présente également les méthodes et les hypothèses spécifiques aux calculs réalisés dans le cadre des Avis Techniques de coffres relevant du GS 6.

Le document s'applique aux coffres posés en France européenne.

Ce document ne vise pas les coffres de volet roulants posés avec une pente inférieure à 85°.

2. Lexique

Isolant linéaire : isolant positionné dans le coffre sur toute sa longueur. Cet isolant peut être en contact avec les joues du coffre.

Isolant thermo-acoustique : isolant garantissant à la fois des performances thermiques et acoustiques. Il est généralement constitué d'une partie en matériau isolant thermiquement (polystyrène expansé ou extrudé, mousse polyuréthane par exemple) et d'une partie en matériau de densité supérieure pour les aspects phoniques.

Système intégré : profilé de dormant incluant dans sa géométrie une tapée (dormant large) ou un profilé adaptateur avec le coffre et dont la largeur est supérieure à 60 mm.

ITI (Isolation Thermique Intérieure) : mode de construction où l'isolation se situe à l'intérieur du mur.

ITE (Isolation Thermique Extérieure) : mode de construction où l'isolation se situe à l'extérieur du mur.

Doublage : désigne dans ce document l'ensemble des éléments suivants : âme isolante + plaque de parement + plots de colle.

L_c : longueur projetée du coffre en mètre.

H_c : hauteur du coffre définie au paragraphe 4.5.2 en mètre.

Conductivité thermique déclarée : conductivité thermique d'un matériau ou produit pour le bâtiment déterminée selon les règles du marquage « CE ».

Conductivité thermique utile : conductivité thermique d'un matériau ou produit pour le bâtiment déterminée dans des conditions extérieures et intérieures spécifiques, qui peut être considérée comme caractéristique de la performance de ce matériau ou produit lorsqu'il est incorporé dans un élément de bâtiment.

Note : Dans ce document, lorsque le terme « conductivité thermique » est utilisé seul, il est à comprendre comme « conductivité thermique utile ».

3. Choix des configurations

3.1 Liste des configurations

Une configuration de calcul correspond à un choix de :

- une taille de coffre ;
- un type de pose ;
- la présence ou pas de renfort ;
- un type d'adaptateur ;
- un type d'isolant linéaire ;
- un type d'isolant de joue.

Pour les coffres pour demi-linteau, on rajoutera le choix de la conductivité thermique du doublage.

Pour chaque configuration, il sera renseigné les éléments suivants :

Tableau 1 – Éléments à renseigner pour les calculs thermiques

Titre	Élément renseigné
Type coffre	Taille de coffre ou désignation
Pose	Tunnel ou ITI/ITE + épaisseur doublage (mm)
Renfort	Oui = 1 / non = 0
Adaptateur	Matériau (PVC, aluminium) ou « sans adaptateur »
Isolant linéaire	Référence, matériau, masse volumique
Isolant joue	Référence, matériau, masse volumique
Conductivité thermique doublage	0,040 ou 0,035 ou 0,032 W/mK

Les options sont renseignées en annexe du tableau principal de l'Avis Technique.

Une configuration de calcul correspond donc à une ligne dans les tableaux de présentation ci-dessous (exemples).

Tableau coffre bloc-baie

Tableau 2 – Exemple d'affichage d'une configuration dans l'Avis Technique pour un coffre type bloc-baie

Type coffre	Taille 1
Pose	Tunnel
Renfort	Sans
Adaptateur	Aluminium
Isolant linéaire	XPS1 PSE 20 kg/m ²
Isolant joue	XPS2 PSE 20 kg/m ²
Transmission thermique	1,47 + (0,35/ L_c)

Tableau coffre pour demi-linteau

Tableau 3 – Exemple d’affichage d’une configuration dans l’Avis Technique pour un coffre type demi-linteau

Pose	Doublage 100 mm
Conductivité thermique doublage	0,040
Type coffre	Taille 1
Renfort	Sans
Adaptateur	Aluminium
Isolant linéaire	XPS1 PSE 20 kg/m ²
Transmission thermique	1,47

3.2 Critères de choix des configurations

Certaines configurations sont au choix du CSTB, d'autres au choix du demandeur. Le nombre total de configurations est fixé à 30 maximum. La répartition est la suivante :

- configurations au choix du CSTB : 22 ;
- configurations au choix du demandeur : 8 au maximum.

Les critères de choix du CSTB sont les suivants :

3.2.1 Choix du type de coffre

- Plus petit coffre permettant de faire des portes-fenêtres de 2,15 m de hauteur (diamètre géométrique intérieur supérieur à 170 mm). Un diamètre inférieur peut être accepté sur justifications.
- Choix de la planche intérieure : celle qui a l'épaisseur la moins importante.
- Le calcul se fait sans profilé complémentaire optionnel sur le coffre.

3.2.2 Choix de la pose

- Premier choix : pose en tunnel sans doublage. Elle inclue la pose en rénovation sur dormant existant.
- Deuxième choix : pose en applique (prévue pour des doublages de 100, 120, 140 et 160 mm).
- Dans le cas d'un ITE, le coffre sera posé par défaut en tunnel affleurant extérieur.

3.2.3 Choix du renfort

La configuration de renforcement choisie est celle qui est prévue dans le dossier pour une longueur de coffre maximale avec les critères suivants :

- flèche horizontale < 1/150 avec 15 mm maximum sous 800 Pa ;
- flèche verticale < 2 mm ;
- dormant associé ayant une inertie inférieure ou égale à 3 cm⁴ en Ix et Iy (équivalent acier).

Si plusieurs renforts répondent à ce critère, le choix est fait par ordre de priorité selon les critères suivants :

- 1 : renfort avec Ix le plus faible (sens des efforts au vent) ;
- 2 : renfort avec Iy le plus élevé.

Remarque : Les éléments 3D tels que les vis, les pattes de renforcement (berceaux,...) seront négligés dans les calculs thermiques.

3.2.4 Choix de l'adaptateur

Par défaut, les calculs sont faits avec un adaptateur PVC ou sans adaptateur.

Si le système prévoit des adaptateurs aluminium, deux calculs complémentaires seront faits avec l'adaptateur jugé le plus défavorable.

3.2.5 Choix de l'isolant linéaire

Deux isolants sont choisis par le CSTB : 1 isolant thermique (choix 1) et 1 isolant thermo-acoustique (choix 2).

Si plusieurs isolants répondent à ce critère, les choix 1 et 2 seront faits par ordre de priorité selon les critères ci-dessous :

1 : isolant avec la section la plus faible ;

2 : isolant avec la conductivité thermique la plus forte.

Remarques : Certains cas particuliers nécessiteront une adaptation de la méthode. Le choix de la configuration la plus utilisée sera alors privilégié. En outre, un échantillon pourra être demandé.

La conductivité thermique utile de l'isolant linéaire utilisée pour les calculs thermiques sera précisée dans l'Avis Technique.

3.2.6 Choix de l'isolant des joues

Idem 3.2.5

Note : L'isolant utilisé sera celui correspondant au côté opposé à la manœuvre.

3.2.7 Options

Il y a possibilité de prendre en compte certaines spécificités du système sur proposition du demandeur et après validation de la pertinence faite par le CSTB (exemple : lame finale occultante, store vénitien extérieur, moustiquaire, ...).

Ces options ne sont pas intégrées dans les tableaux thermiques mais dans le texte de la partie Avis. Elles ont pour objectif de montrer l'incidence minimale et maximale sur la valeur U_c du coffre. La comparaison se fera sur deux cas :

Tableau 4 – Comparaison entre deux options d'un système

Type coffre	Choix § 3.2.1	Choix § 3.2.1
Pose	Tunnel	Tunnel
Renfort	Sans	Avec
Adaptateur	Choix § 2.2.4	Choix § 2.2.4
Isolant linéaire	Isolant thermique Choix § 3.2.5	Isolant thermique Choix § 3.2.5
Isolant joue	Non	Non
Transmission thermique	U_{c1}	U_{c1}

Pour l'option « lame finale occultante », les remarques suivantes seront précisées dans les Avis Techniques concernés :

- la présence d'une lame finale occultante n'est pas compatible avec la mise en place d'une entrée d'air sur le coffre ;
- les valeurs de U_c ou U_p avec cette option ne sont valables qu'avec une fermeture de classe 5 selon la NF EN 13125.

Proposition de phrase pour l'encadré qui figurera sur les Avis Techniques :

(*) : Ces calculs ne sont valables qu'avec des fermetures de classe 5 selon la NF EN 13125. Ces systèmes ne permettent pas d'assurer l'arrivée d'air nécessaire à la ventilation par des orifices disposés dans le coffre ou la menuiserie. Ces systèmes ne peuvent être mis en œuvre que dans des bâtiments équipés de système de ventilation de type double flux ou lorsque les entrées d'air sont mises en œuvre dans les murs.

Pour les options store vénitien extérieur et moustiquaire, les calculs complémentaires seront systématiquement faits, compte tenu de la largeur de passage du tablier plus importante qu'un tablier standard de volet roulant.

3.3 Récapitulatif des tableaux thermiques des Avis Techniques

3.3.1 Configurations CSTB et demandeur pour bloc-baie

Tableau 5 – Exemple de tableau thermique affiché dans un Avis Technique de coffre bloc-baie

Type coffre	Pose	Renfort	Adaptateur	Isolant linéaire	Isolant joue	Transmission thermique
Taille x	Tunnel	0	Sans	Thermique	0	$U_c = xx+xx/L$
Taille x	Tunnel	0	Sans	Thermique	1	$U_c = xx+xx/L$
Taille x	Tunnel	1	Sans	Thermique	0	$U_c = xx+xx/L$
Taille x	Tunnel	1	Sans	Thermique	1	$U_c = xx+xx/L$
Taille x	Tunnel	0	Sans	Thermo-acoustique	0	$U_c = xx+xx/L$
Taille x	Tunnel	0	Sans	Thermo-acoustique	1	$U_c = xx+xx/L$
Taille x	Tunnel	1	Sans	Thermo-acoustique	0	$U_c = xx+xx/L$
Taille x	Tunnel	1	Sans	Thermo-acoustique	1	$U_c = xx+xx/L$
Taille x	Tunnel	0	Métallique	Thermique	0	$U_c = xx+xx/L$
Taille x	Tunnel	1	Métallique	Thermique	0	$U_c = xx+xx/L$
Taille x	ITI 100 mm	0	Sans (*)	Thermique	1	$U_p = xx+xx/L$
Taille x	ITI 100 mm	1	Sans (*)	Thermique	1	$U_p = xx+xx/L$
Taille x	ITI 120 mm	0	Sans (*)	Thermique	1	$U_p = xx+xx/L$
Taille x	ITI 120 mm	1	Sans (*)	Thermique	1	$U_p = xx+xx/L$
Taille x	ITI 140 mm	0	Sans (*)	Thermique	1	$U_p = xx+xx/L$
Taille x	ITI 140 mm	1	Sans (*)	Thermique	1	$U_p = xx+xx/L$
Taille x	ITI 160 mm	0	Sans (*)	Thermique	1	$U_p = xx+xx/L$
Taille x	ITI 160 mm	1	Sans (*)	Thermique	1	$U_p = xx+xx/L$
Taille x	ITE 140 mm	0	Sans	Thermique	0	$U_p = xx+xx/L$
Taille x	ITE 140 mm	0	Sans	Thermique	1	$U_p = xx+xx/L$
Taille x	ITE 140 mm	1	Sans	Thermique	0	$U_p = xx+xx/L$
Taille x	ITE 140 mm	1	Sans	Thermique	1	$U_p = xx+xx/L$
**	**	**	**	**	**	$U_p = xx+xx/L$
**	**	**	**	**	**	$U_p = xx+xx/L$
**	**	**	**	**	**	$U_p = xx+xx/L$
**	**	**	**	**	**	$U_p = xx+xx/L$
**	**	**	**	**	**	$U_p = xx+xx/L$
**	**	**	**	**	**	$U_p = xx+xx/L$
**	**	**	**	**	**	$U_p = xx+xx/L$
**	**	**	**	**	**	$U_p = xx+xx/L$
**	**	**	**	**	**	$U_p = xx+xx/L$

(*) : Sauf si adaptateur métallique nécessaire.

(**) : Choix du demandeur.

Les termes U_c et U_p sont définis au paragraphe 4.3.1.

3.3.2 Configurations CSTB et demandeur pour coffre pour demi-linteau

Tableau 6 – Exemple de tableau thermique affiché dans un Avis Technique de coffre demi-linteau

Pose	Conductivité thermique doublage	Type coffre	Renfort	Adaptateur	Isolant linéaire	Transmission thermique
ITI 100 mm	0,032	Taille x	0	Sans (*)	Thermique	$U_p = xx$
ITI 100 mm	0,040	Taille x	0	Sans (*)	Thermique	$U_p = xx$
ITI 100 mm	0,032	Taille x	1	Sans (*)	Thermique	$U_p = xx$
ITI 100 mm	0,040	Taille x	1	Sans (*)	Thermique	$U_p = xx$
ITI 120 mm	0,032	Taille x	0	Sans (*)	Thermique	$U_p = xx$
ITI 120 mm	0,040	Taille x	0	Sans (*)	Thermique	$U_p = xx$
ITI 120 mm	0,032	Taille x	1	Sans (*)	Thermique	$U_p = xx$
ITI 120 mm	0,040	Taille x	1	Sans (*)	Thermique	$U_p = xx$
ITI 140 mm	0,032	Taille x	0	Sans (*)	Thermique	$U_p = xx$
ITI 140 mm	0,040	Taille x	0	Sans (*)	Thermique	$U_p = xx$
ITI 140 mm	0,032	Taille x	1	Sans (*)	Thermique	$U_p = xx$
ITI 140 mm	0,040	Taille x	1	Sans (*)	Thermique	$U_p = xx$
ITI 160 mm	0,032	Taille x	0	Sans (*)	Thermique	$U_p = xx$
ITI 160 mm	0,040	Taille x	0	Sans (*)	Thermique	$U_p = xx$
ITI 160 mm	0,032	Taille x	1	Sans (*)	Thermique	$U_p = xx$
ITI 160 mm	0,040	Taille x	1	Sans (*)	Thermique	$U_p = xx$
ITI 100 mm	0,032	Taille x	0	Sans (*)	Thermo-acoustique	$U_p = xx$
ITI 100 mm	0,040	Taille x	0	Sans (*)	Thermo-acoustique	$U_p = xx$
ITI 100 mm	0,032	Taille x	1	Sans (*)	Thermo-acoustique	$U_p = xx$
ITI 100 mm	0,040	Taille x	1	Sans (*)	Thermo-acoustique	$U_p = xx$
ITI 120 mm	0,032	Taille x	0	Métallique	Thermique	$U_p = xx$
ITI 120 mm	0,032	Taille x	1	Métallique	Thermique	$U_p = xx$
**	**	**	**	**	**	$U_p = xx$
**	**	**	**	**	**	$U_p = xx$
**	**	**	**	**	**	$U_p = xx$
**	**	**	**	**	**	$U_p = xx$
**	**	**	**	**	**	$U_p = xx$
**	**	**	**	**	**	$U_p = xx$
**	**	**	**	**	**	$U_p = xx$
**	**	**	**	**	**	$U_p = xx$

(*) : Sauf si adaptateur métallique nécessaire.

(**) : Choix du demandeur.

Les termes U_c et U_p sont définis au paragraphe 4.3.1.

4. Méthodologie de calcul

4.1 Textes de référence

- NF EN ISO 10077-1 : Performance thermique des fenêtres, portes et fermetures – Calcul du coefficient de transmission thermique – Partie 1 : généralités ;
- NF EN ISO 10077-2 : Performance thermique des fenêtres, portes et fermetures – Calcul du coefficient de transmission thermique – Partie 1 : méthode numérique pour les encadrements ;
- NF EN 13125 : Fermetures pour baies équipées de fenêtres, stores intérieurs et extérieurs – Résistance thermique additionnelle – Attribution d'une classe de perméabilité à l'air à un produit ;
- NF EN ISO 10211 : Ponts thermiques dans les bâtiments – Flux thermiques et températures superficielles – Calculs détaillés ;
- Note CSTB EC02 « Conductivités thermiques des compositions matières pour profilés d'étanchéité » du 6 avril 2016 ;
- Règles Th-Bât.

4.2 Principe

La performance thermique d'un coffre de volet roulant ou d'une paroi intégrant un coffre de volet roulant s'exprime à travers un coefficient de transmission thermique linéique c'est-à-dire un flux thermique en régime stationnaire par unité de longueur, pour une différence de température de un kelvin entre les milieux situés de part et d'autre du système.

La détermination des caractéristiques thermiques des composants d'enveloppe repose sur le calcul par différences finies d'un flux de chaleur transmis à travers un modèle géométrique 2D.

Remarque : Les éléments 3D tels que les vis, les pattes de renforcement (berceaux,...) seront négligés dans les calculs thermiques.

4.3 Formules

Les formules et méthodes présentées ci-dessous sont à utiliser pour tous les calculs affichés dans un Avis Technique.

Remarques : La performance thermique d'un coffre sous dalle ou sous linteau s'exprime à travers un coefficient de transmission surfacique U_c .

Dans le cas d'un coffre derrière linteau associé ou non à une isolation par l'intérieur ou l'extérieur, la performance thermique s'exprime à l'échelle de la paroi intégrant le coffre à travers un coefficient de transmission surfacique U_p .

Note : Sous réserve d'une étude de validation sur le système concerné, une approche simplifiée peut être utilisée (par exemple à partir des résistances thermiques de chaque élément pris séparément) pour la détermination des coefficients U_p des coffres en demi-linteau ou derrière linteau. Cette approche simplifiée ne pourra être adoptée que pour les études hors Avis Technique.

4.3.1 Coefficient de transmission surfacique moyen d'un coffre de volet roulant

4.3.1.1 Coffre sous dalle ou sous linteau, en contact direct avec les ambiances intérieure et extérieure du bâtiment

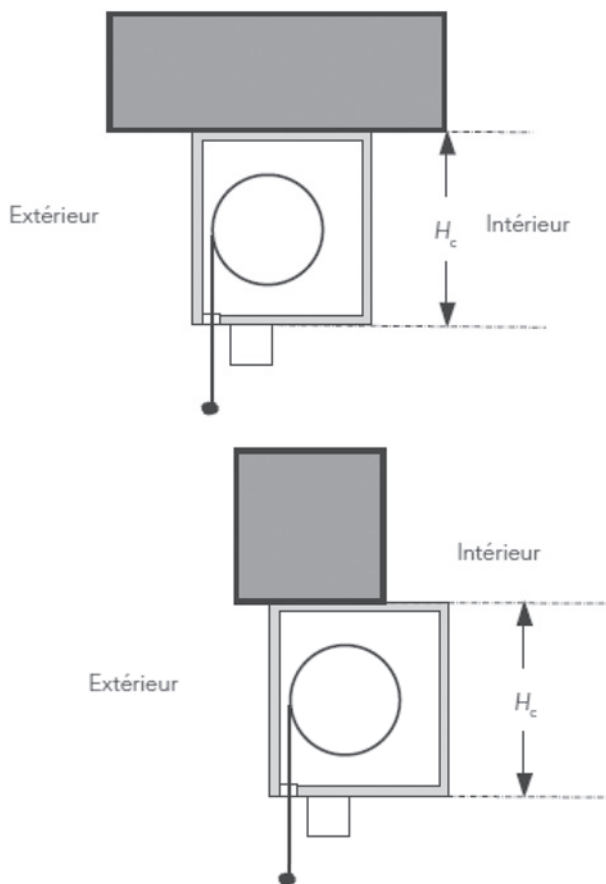


Figure 1 – Coffre sous dalle ou sous linteau

a. Le coefficient surfacique moyen du coffre sous dalle ou sous linteau U_c se calcule d'après la formule suivante :

$$U_c = U_{c1} + U_e \times \frac{2 \times A_e}{A_c} \quad \text{W/(m}^2\text{.K)}$$

Avec :

U_c : coefficient surfacique moyen du coffre, en W/(m².K) ;

U_{c1} : coefficient surfacique moyen en partie courante du coffre, en W/(m².K) ;

U_e : coefficient surfacique des embouts du coffre, en W/(m².K) ;

A_e : aire de l'embout du coffre en contact direct avec l'ambiance intérieure, en m² ;

A_c : aire projetée du coffre, en m² ($= H_c \times L_c$).

4.3.1.2 Coffre derrière linteau associé ou pas à une isolation complémentaire par l'intérieur ou par l'extérieur à la paroi ou coffre sous linteau associé à une isolation complémentaire

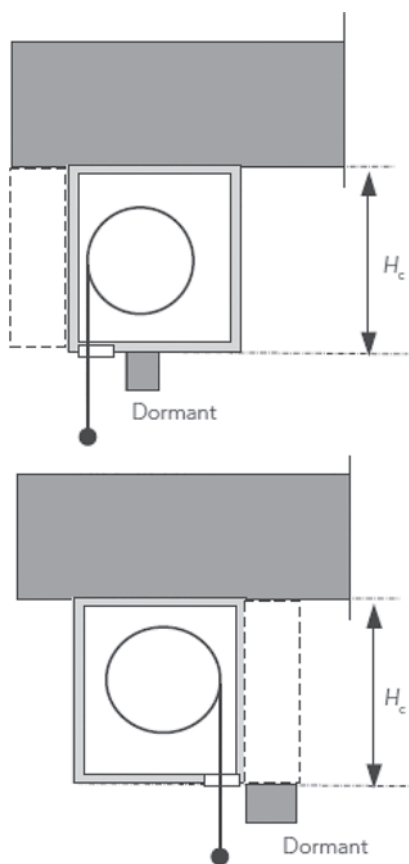


Figure 2 – Coffre derrière linteau associé ou non à une isolation intérieure (ITI : schéma de droite) ou extérieure (ITE : schéma de gauche)

Sur toute la surface du coffre, on calcule un coefficient U_p de la paroi opaque intégrant le coffre (mur + isolation éventuelle + coffre).

a. Le coefficient surfacique moyen du coffre U_p se calcule d'après la formule suivante :

$$U_p = U_{p1} + U_e \times \frac{2 \times A_e}{A_c} \quad \text{W/(m}^2\text{.K)}$$

Avec :

- U_p : coefficient surfacique moyen du coffre, en W/(m².K) ;
- U_{p1} : coefficient surfacique moyen en partie courante du coffre, en W/(m².K) ;
- U_e : coefficient surfacique des embouts du coffre, en W/(m².K) ;
- A_e : aire de l'embout du coffre en contact direct avec l'ambiance intérieure, en m² ;
- A_c : aire projetée du coffre, en m² (= $H_c \times L_c$).

4.3.1.3 Coefficient de transmission surfacique en partie courante d'un coffre de volet roulant

Le coefficient surfacique en partie courante du coffre U_{c1} ou U_{p1} se calcule conformément aux normes NF EN ISO 10077-2 et NF EN ISO 10211 :

$$U_{c1} = \frac{\varphi}{H_c \times \Delta T} \quad \text{W/(m}^2\text{.K)}$$

dans le cas d'un coffre sous dalle ou sous linteau

$$U_{p1} = \frac{\varphi}{H_c \times \Delta T} \quad \text{W/(m}^2\text{.K)}$$

dans le cas d'un coffre derrière linteau associé ou non à une isolation par l'extérieur (les éléments se situant côté intérieur et/ou extérieur du coffre doivent être présents sur le modèle numérique).

Avec :

φ : flux thermique en partie courante par mètre linéaire du coffre, en W/m ;

H_c : hauteur projetée du coffre (se référer au paragraphe 4.5.2), en m ;

ΔT : différence de température entre l'intérieur et l'extérieur, en K.

4.3.2 Coefficient de transmission surfacique par les embouts

Par soucis de simplification dans le cadre d'un Avis Technique, on considère que les deux embouts des coffres étudiés sont identiques (côté opposé à la manœuvre).

Le coefficient surfacique des embouts du coffre U_e se calcule d'après la formule suivante :

$$U_e = \frac{1}{0,26 + \sum_j \frac{d_j}{\lambda_j}} \quad \text{W/(m}^2\text{.K)}$$

Avec :

d_j : épaisseur de toute couche de matériau j appartenant à l'embout, en m ;

λ_j : conductivité thermique de toute couche de matériau j appartenant à l'embout, en W/(m.K).

Attention : Les éléments suivants ne sont pas pris en compte dans le calcul du U_e :

- pas de prise en compte des caches ;
- pas de prise en compte des lames d'air.

Lorsque les embouts sont isolés, un calcul spécifique doit être réalisé dans le cas où l'isolant ne présente pas une épaisseur unique sur toute la surface de l'embout.

Dans ces cas, la formule suivante sera utilisée :

$$U_e = \frac{1}{0,26 + R_{\text{embout_moyen}}} \quad \text{W/(m}^2\text{.K)}$$

Avec :

$R_{\text{embout_moyen}} = \frac{\sum_i A_i \times R_i}{A_e}$ résistance thermique moyenne de l'embout m².K/W

A_i : surface i de l'embout en contact avec l'intérieur et présentant une résistance thermique R_i , en m²,

$$R_{ti} = \sum_j \frac{d_j}{\lambda_j}$$

résistance thermique sur la surface A_i de l'embout en contact avec l'intérieur, en $m^2.K/W$.

$$A_e = \sum_i A_i$$

Pour réaliser ce calcul, le demandeur devra communiquer au CSTB la composition de l'embout ainsi qu'à minima un plan côté de l'isolant (format .dxf ou équivalent) sur les trois dimensions selon l'exemple ci-dessous en indiquant les surfaces pour chaque épaisseur. Un échantillon pourra également être demandé.

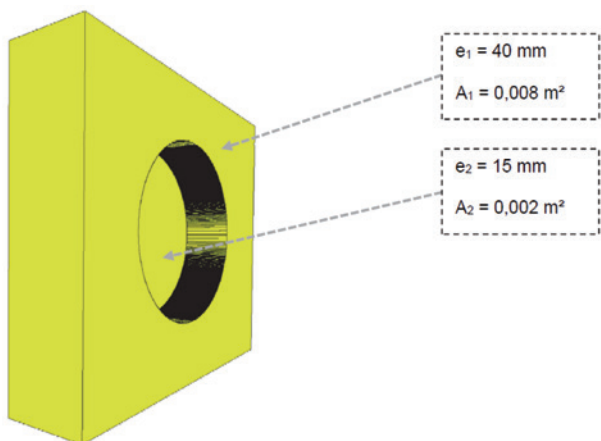


Figure 3 – Exemple de schéma demandé pour le calcul du coefficient U_e d'un embout isolé

Dans le cas où ces éléments ne seraient pas communiqués par le demandeur, les calculs ne seront effectués que pour des embouts non isolés.

4.4 Expression des résultats

Le résultat final du coefficient de transmission surfacique U_c du coffre ou U_p de la paroi intégrant le coffre doit être arrondi à deux chiffres significatifs.

Les résultats intermédiaires (U_e , U_{p1} , U_{c1}) doivent être arrondis à trois chiffres significatifs.

La hauteur et la largeur du coffre (H_c , L_c) doivent être arrondies à trois chiffres significatifs.

La surface A_e (aire de l'embout du coffre en contact direct avec l'ambiance intérieure) doit être arrondie à quatre chiffres significatifs.

4.5 Hypothèses de calcul

4.5.1 Supports

Les configurations des linteaux retenues pour les calculs du coefficient de transmission surfacique U_p sont :

Tableau 7 – Caractéristiques des linteaux et doublages pour les calculs thermiques

Type coffre	Linteau	Doublage
Demi-linteau	Béton d'épaisseur 50 mm (conductivité thermique : 2 W/mK)	Épaisseurs 100, 120, 140, 160 mm (conductivités thermiques 0,032 et 0,040 W/mK)
Bloc baie ITE ou ITI	Béton d'épaisseur 160 mm (conductivité thermique : 2 W/mK)	ITE : Épaisseur 140 mm (conductivité thermique 0,035 W/mK) ITI : Épaisseurs 100, 120, 140, 160 mm
Bloc baie rénovation ou tunnel	Béton d'épaisseur 160 mm (conductivité thermique : 2 W/mK)	Sans

4.5.2 Géométrie du coffre

Définition de la hauteur projetée H_c

Distance entre la partie inférieure de la sous-face du coffre et la partie supérieure du coffre hors recouvrement(s) et éventuel adaptateur.

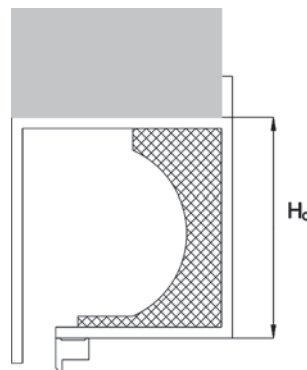


Figure 4 – Définition de la hauteur du coffre H_c

Position et largeur du dormant

60 mm par défaut pour les calculs affichés dans l'Avis Technique.

Sauf pour les systèmes intégrés, la face intérieure du dormant doit être décalée de 5 mm côté intérieur par rapport à la face intérieure du doublage (simulation de l'aile de recouvrement).

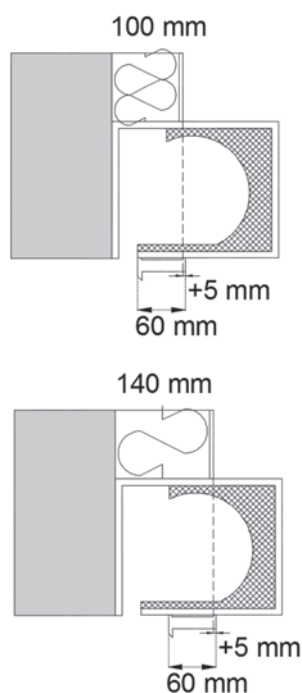


Figure 5 – Position du dormant pour les calculs thermiques dans le cadre de l'Avis Technique – Pose en applique (exemples pour des doublages de 100 et 140 mm)

Pour les configurations de pose en tunnel, en rénovation ou avec isolation extérieure, le dormant sera positionné au droit de la partie extérieure de la sous-face du coffre (sauf pour les systèmes intégrés) :

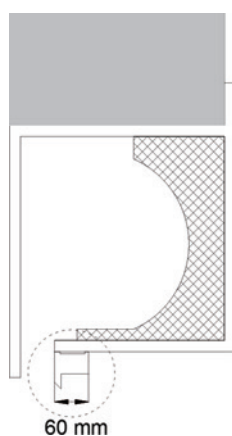


Figure 6 – Position du dormant pour les calculs thermiques dans le cadre de l'Avis Technique – Pose en tunnel, en rénovation et avec isolation extérieure

Remarque : Dans le cas de calculs réalisés hors Avis Technique, il est possible de prendre en compte les configurations avec dormants larges ou dormants avec tapées : la largeur de la zone adiabatique représentant le dormant est alors prise égale à la largeur réelle du dormant (ou du dormant avec tapée). Une annotation sous le tableau de résultats devra alors apparaître mentionnant « Calculs valables uniquement pour des dormants de largeur xx mm ».

Définition de la surface A_e :

Aire de l'embout en contact direct avec l'ambiance intérieure.

Si l'embout est en matériau de synthèse : on enlève les parties en contact avec l'isolation de la coquille, les profilés du coffre et du mur (Figure 7).

Pour les coffres en demi-linteau, la surface A_e est nulle.

Si l'isolant linéaire n'est pas en contact avec les joues ou si un élément métallique est placé entre l'isolant linéaire et la joue, la surface A_e à prendre en compte est celle de toute la joue en enlevant les parties en contact avec les profilés du coffre et du mur (Figure 8).

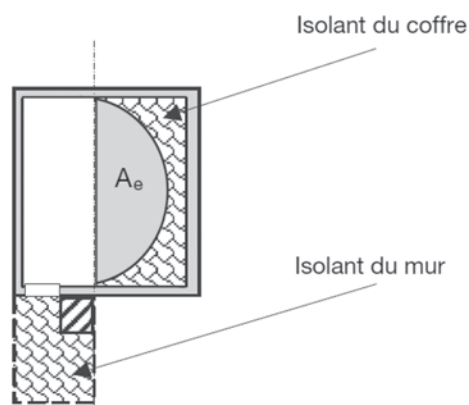


Figure 7 – Cas où l'isolant linéaire est en contact avec la joue ou son isolant

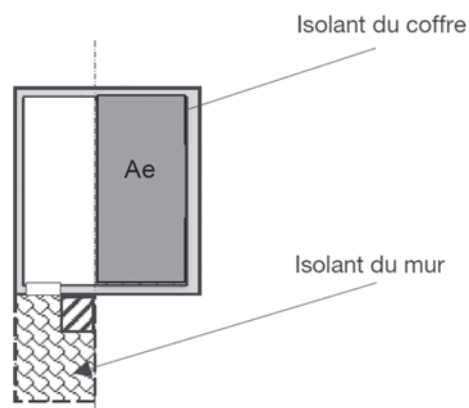


Figure 8 – Cas où l'isolant linéaire n'est pas en contact avec la joue ou son isolant

Adaptateur

Voir paragraphe 4.5.4 ci-dessous.

Configuration avec isolation extérieure

Pour les configurations avec isolation extérieure, le modèle géométrique devra être réalisé avec une plaque de désolidarisation en acier de 2 mm s'arrêtant à 60 mm au-dessus du bas du lambrequin (*e-Cahiers du CSTB*, Cahier 3709_V2 de juin 2015).

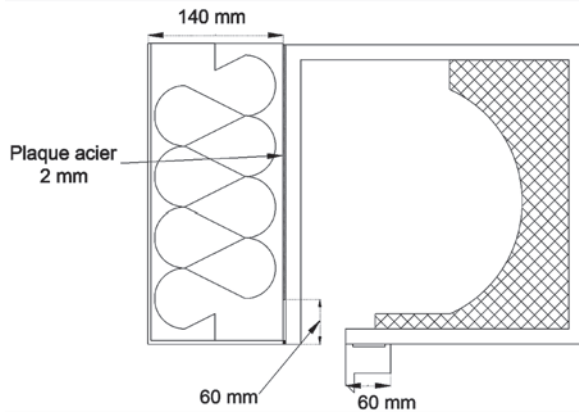


Figure 9 – Modélisation avec plaque de désolidarisation dans le cas de l'ITE

Configuration avec coffre demi-linteau

Pour les configurations de coffres demi-linteau, une lame d'air de 1 cm d'épaisseur sera considérée entre l'isolant du coffre demi-linteau et le doublage intérieur.

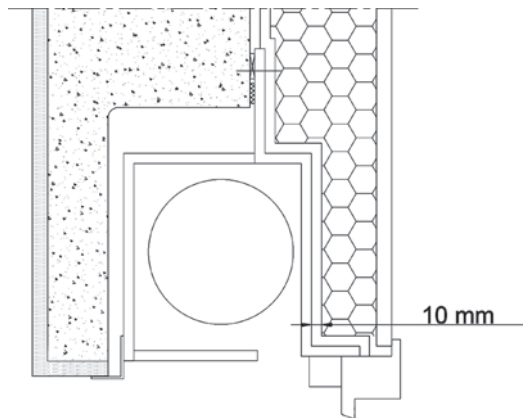


Figure 10 – Lame d'air à prendre pour les calculs de coffre demi-linteau

4.5.3 Conductivité thermique des matériaux

Les conductivités thermiques des matériaux constitutifs du coffre doivent être justifiées selon les règles suivantes :

- Cas 1 – Isolant certifié (certification régie selon les articles L.115-27 à L.115-33 et R. 115-1 à R. 115-3 du Code de la consommation) : la conductivité thermique utilisée pour les calculs est égale à la conductivité thermique certifiée du produit isolant (coquilles découpées dans un panneau certifié ou coques moulées certifiées) ;
- Cas 2 – Isolant sous marquage CE uniquement : la conductivité thermique utilisée pour les calculs est égale à la conductivité thermique déclarée dans le cadre du marquage CE majorée de 15 %.
- Cas 3 - Absence d'informations : il convient de se référer au fascicule 2/5 des règles Th-Bât et d'utiliser une conductivité thermique par défaut.

Pour les matériaux courants, les conductivités thermiques suivantes seront utilisées :

Tableau 8 – Conductivités thermiques par défaut des matériaux courants

Matériau	Conductivité thermique W/(m.K)	Source
PVC	0,17	Th-U Fascicule 2/5 Edition 2015
Aluminium	160	
Acier	50	
Acier inoxydable	17	
Mousse de mélamine	0,050	
Masse lourde	0,25	
Enduit extérieur	1,3	
Mastic silicone	0,50	
PVC flexible	0,14	
EPDM	0,25	
TPV-(EPDM+PP) TPS-SEBS TPC-EE TPZ-(PVC+NBR) TPZ-(PVC+ASA)	0,25	Note CSTB EC02 « Conductivités thermiques des compositions matières pour profilés d'étanchéité » du 6 avril 2016

4.5.4 Conditions aux limites

Les conditions aux limites sont les suivantes :

Tableau 9 – Conditions aux limites

Intérieur	Extérieur
$R_{si} = 0,13 \text{ m}^2.\text{K/W}$ valeur normale $R_{si}' = 0,20 \text{ m}^2.\text{K/W}$ valeur augmentée $T_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$	$R_{se} = 0,04 \text{ m}^2.\text{K/W}$ $T_e = 0 \text{ }^\circ\text{C}$

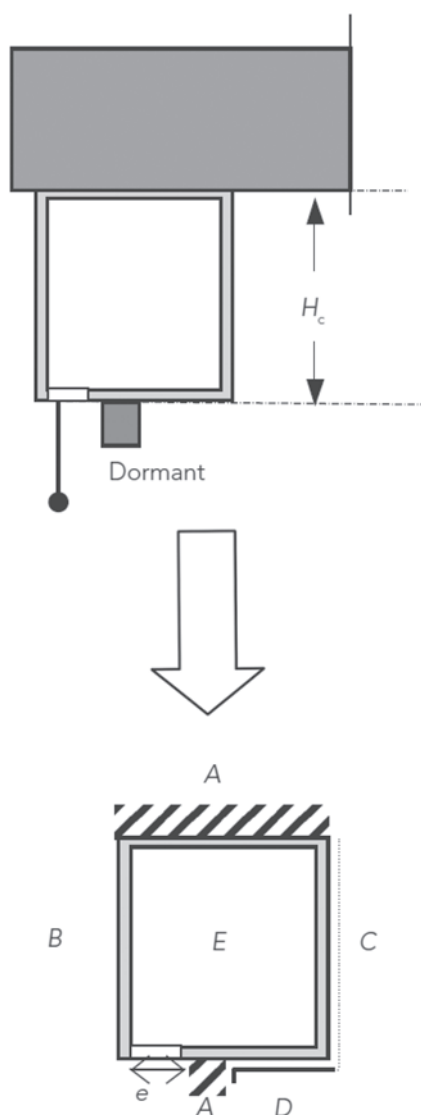


Figure 11 – Conditions aux limites – Coffre en tunnel

Où :

- A : est la condition adiabatique aux contacts entre le coffre et le dormant de la menuiserie ainsi qu'entre le coffre et la paroi verticale ou horizontale ;
- B : est l'ambiance extérieure où s'appliquent les conditions R_{se} et $T_e = 0\text{ °C}$;
- C : est l'ambiance intérieure normale où s'appliquent les conditions R_{si} et $T_i = 20\text{ °C}$;
- D : est l'ambiance intérieure réduite où s'appliquent les conditions R_{si}' et $T_i = 20\text{ °C}$.

Le traitement de la cavité intérieure (condition E de la Figure 11) du coffre de volet roulant dépend de l'ouverture e_{tot} notée e sur la Figure 11 :

- si $e_{tot} > 35\text{ mm}$: ambiance extérieure et résistance superficielle intérieure (R_{si}, T_e) ;
- si $2\text{ mm} < e_{tot} \leq 35\text{ mm}$: cavité faiblement ventilée ;
- si $e_{tot} \leq 2\text{ mm}$: cavité non ventilée (les résultats ne seront valables que pour des coffres associés à une fermeture de classe 5 conformément à la NF EN 13125).

e_{tot} est l'ouverture entre la face avant et la sous-face sans prendre en compte le tablier sauf si le coffre a un dispositif d'étanchéité complet.

Pour les coffres demi-linteau ne disposant pas de sous-face intégrée, e_{tot} sera considéré comme supérieur à 35 mm.

Attention : Dans le cas où un dispositif d'obturation est pris en compte pour les calculs thermiques, un encadré sera placé sous le tableau de résultats mentionnant, que dans ce cas précis, il n'est pas possible de mettre en œuvre une entrée d'air sur ce dernier.

Remarque : Par soucis de simplification, on applique une condition adiabatique sur toute la partie haute du coffre, quelle que soit la configuration.

Cas des adaptateurs

Les adaptateurs métalliques sont pris en compte dans le calcul du coefficient de transmission surfacique U_c ou U_p du coffre.

Trois configurations sont définies selon la forme et la position de l'adaptateur :

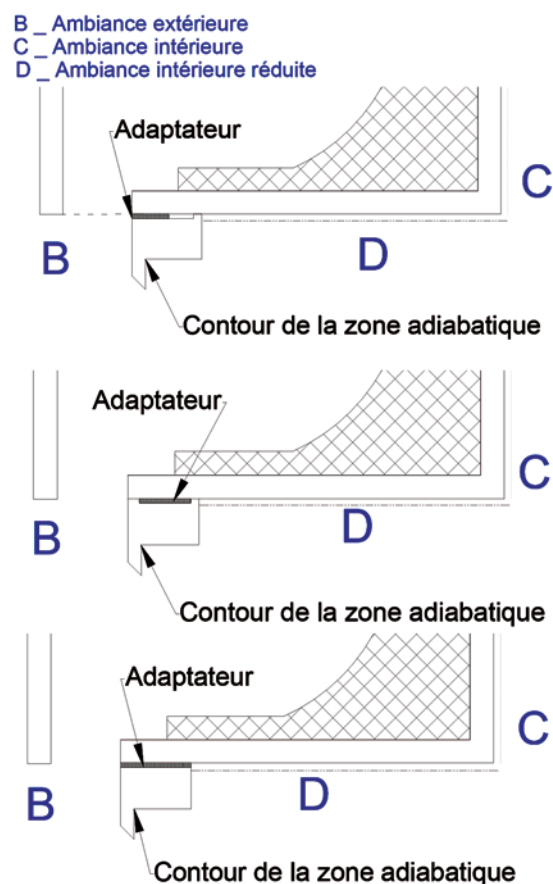


Figure 12 – Modélisation d'un adaptateur métallique pour le calcul du coefficient de transmission thermique U_{c1} ou du U_{p1}

SIÈGE SOCIAL

84, AVENUE JEAN JAURÈS | CHAMPS-SUR-MARNE | 77447 MARNE-LA-VALLÉE CEDEX 2
TÉL. (33) 01 64 68 82 82 | FAX (33) 01 60 05 70 37 | www.cstb.fr

CSTB
le futur en construction

CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BÂTIMENT | MARNE-LA-VALLÉE | PARIS | GRENOBLE | NANTES | SOPHIA ANTIPOLIS