

Commission chargée de formuler des Avis Techniques

Groupe Spécialisé n° 2	Constructions, façades et cloisons légères
Groupe Spécialisé n° 7	Systèmes d'isolation thermique extérieure avec enduit et produits connexes

Systèmes d'isolation thermique extérieure par enduit sur isolant appliqués sur parois de constructions à ossature en bois

Dispositions communes aux Groupes Spécialisés n° 2 et n° 7

Ce document a été entériné par le Groupe Spécialisé n° 2 le 7 octobre 2014
et par le Groupe spécialisé n° 7 le 16 octobre 2014.

Il annule et remplace le *Cahier du CSTB* 3729 de décembre 2012.

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 1er juillet 1992 - art. L 122-4 et L 122-5 et Code Pénal art. 425).

© CSTB 2014

Systèmes d'isolation thermique extérieure par enduit sur isolant appliqués sur parois de constructions à ossature en bois

Dispositions communes aux Groupes Spécialisés n° 2 et n° 7

SOMMAIRE

1. Objet	2
2. Domaine d'application	2
3. Panneaux supports d'ETICS.....	2
4. Aptitude à l'emploi	4
4.1 Stabilité.....	4
4.2 Sécurité en cas d'incendie	4
4.3 Résistance au vent	4
4.4 Résistance aux chocs.....	4
4.5 Étanchéité	4
4.6 Isolation thermique.....	4
5. Mise en œuvre	5
5.1 Conditions générales.....	5
5.2 Conditions spécifiques	5
5.3 Points singuliers.....	5
6. Textes de référence	5
Annexe 1	
Détermination de la résistance à l'arrachement d'une colle sur un panneau support	6
Annexe 2	
Détermination de la résistance de calcul entre les fixations mécaniques et le support.....	6
Annexe 3	
Éléments de calcul thermique	7
Annexe 4	
Points singuliers d'une paroi de COB revêtue d'un ETICS.....	8

1. Objet

Le présent document décrit les dispositions relatives aux systèmes d'isolation thermique extérieure par enduit sur isolant (ETICS) posés sur les parois extérieures de constructions à ossature en bois (COB), pour l'évaluation de ces systèmes dans le cadre de demandes de Documents Techniques d'Application (DTA) ou d'Avis Techniques (AT).

Ces dispositions sont communes aux Groupes Spécialisés n° 2 et n° 7 ; elles ne donnent pas les détails de l'évaluation propre à l'ETICS (traités par le GS 7) ou au panneau support (traités par le GS 2).

Ce document ne vise pas la pose des ETICS sur panneaux structuraux en bois⁽¹⁾.

2. Domaine d'application

Les parois visées sont les parois extérieures de constructions à ossature en bois (COB) conformes au NF DTU 31.2. Le dimensionnement de l'ossature en bois doit respecter les règles en vigueur (Eurocode 5 et Eurocode 8) et un déplacement horizontal maximal ne dépassant pas 1/500 d'une hauteur d'étage⁽²⁾, dans le plan et hors plan de la paroi.

La pose des ETICS sur COB est exclusivement réalisée sur chantier. La préfabrication partielle ou totale, en usine ou en atelier, n'est pas visée dans ce document.

Seule la pose des ETICS en travaux neufs est visée.

Les locaux visés sont les locaux à faible hygrométrie et à hygrométrie moyenne, au sens de l'annexe D du NF DTU 31.2 P1-1.

Les deux modes de pose admissibles de l'isolant de l'ETICS sur le panneau support sont les suivants :

- l'isolant de l'ETICS est collé, avec ou sans fixation mécanique supplémentaire aux points singuliers de l'ouvrage (voir *paragraphe 5.3*) ;
- l'isolant de l'ETICS est fixé mécaniquement.

Le contreventement de la paroi de la COB peut être placé du côté extérieur ou du côté intérieur :

- Dans le cas d'un contreventement **extérieur**, la paroi est constituée (de l'intérieur vers l'extérieur, voir *figure 1*) :
 - d'un parement intérieur ;
 - d'un vide technique ;
 - d'un pare-vapeur ;
 - d'une ossature verticale en bois ;
 - d'un isolant placé entre les montants de l'ossature ;
 - d'un panneau contreventant (voile travaillant), servant de support à l'ETICS.

- Dans le cas d'un contreventement **intérieur**, la paroi est constituée (de l'intérieur vers l'extérieur, voir *figure 2*) :
 - d'un parement intérieur ;
 - d'un vide technique ;
 - d'un pare-vapeur ;
 - d'un panneau contreventant (voile travaillant) ;
 - d'une ossature verticale en bois ;
 - d'un isolant placé entre les montants de l'ossature ;
 - d'un panneau servant de support à l'ETICS.
- Dans les deux cas :
 - le pare-vapeur présente une valeur de s_d (épaisseur d'air équivalente) supérieure ou égale à 90 m ;
 - l'entraxe entre les montants de l'ossature est compris entre 45 et 60 cm ;
 - les panneaux supports d'ETICS permettent de réaliser un mur à cavité fermée ;
 - il n'y a pas de pare-pluie posé sur le côté extérieur des panneaux supports.

Si l'isolant de l'ETICS est fixé mécaniquement, les fixations doivent être localisées au droit des montants de l'ossature.

En situation « a », « b » et « c » au sens du NF DTU 20.1 P3, la hauteur de l'ETICS est limitée à $R + 2$ avec un maximum de 9 m (hors pointe de pignon). En situation « d » au sens du NF DTU 20.1 P3, la hauteur de l'ETICS est limitée à $R + 1$ avec un maximum de 6 m (hors pointe de pignon).

Des hauteurs plus élevées que celles spécifiées ci-dessus peuvent être revendiquées, dans la mesure où une expérience reconnue et réussie est apportée dans le cadre de l'instruction du DTA ou de l'AT de l'ETICS. Si ces hauteurs de pose sont validées, elles sont alors mentionnées dans le DTA ou l'AT de l'ETICS.

3. Panneaux supports d'ETICS

Parmi les panneaux à base de bois listés au paragraphe 3.2 du NF DTU 31.2 P1-2, les panneaux pour l'emploi en voile extérieur de COB et admissibles en support d'ETICS sont décrits dans le *tableau 1* du présent document.

Pour les panneaux qui bénéficient d'un DTA ou d'un AT pour l'emploi en voile travaillant extérieur de COB, la pose d'un ETICS sur ces panneaux peut être admise dès lors qu'un retour d'expérience suffisant est démontré par le titulaire du DTA ou de l'AT du panneau. Le DTA ou l'AT du panneau précise alors quels ETICS sont admis et sous quelles conditions.

1. Ces panneaux font l'objet de DTA ou d'AT dont les demandes sont examinées par le Groupe Spécialisé n° 3.

2. Une hauteur d'étage correspond à un maximum de 3 m.

1. Parement intérieur
2. Vide technique
3. Pare-vapeur
4. Ossature verticale
5. Isolation entre montants
6. Voile travaillant extérieur
7. ETICS : isolant
8. ETICS : couche de base armée
9. ETICS : finition

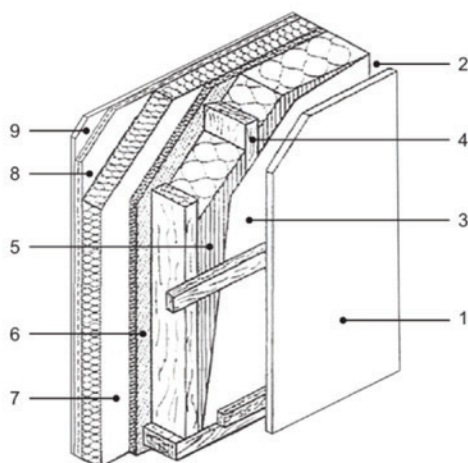


Figure 1 – Paroi de COB revêtue d'un ETICS – contreventement côté extérieur

1. Parement intérieur
2. Vide technique
3. Pare-vapeur
4. Ossature verticale
5. Isolation entre montants
6. Voile travaillant intérieur
- 6bis. Panneau extérieur
7. ETICS : isolant
8. ETICS : couche de base armée
9. ETICS : finition

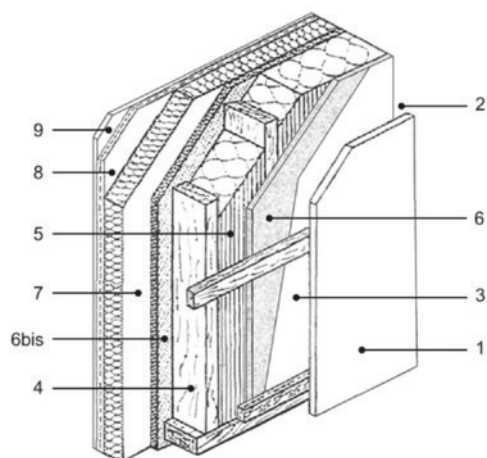


Figure 2 – Paroi de COB revêtue d'un ETICS – contreventement côté intérieur

Tableau 1 – Panneaux extérieurs à base de bois admissibles en support d'ETICS

Panneau	Type	Certification	Épaisseur minimale	Emploi en voile travaillant
Panneau contreplaqué	3S ⁽¹⁾	NF extérieur CTB-X	9 mm	Oui
Panneau de particules	P5 ou P7 ⁽²⁾	CTB-H	10 mm	Oui
Panneau OSB/3	—	CTB-OSB 3	9 mm	Oui
Panneau OSB/4	—	CTB-OSB 4	9 mm	Oui
Panneau lamibois LVL ⁽³⁾	2 ou 3 ⁽⁴⁾	—	15 mm	Non
	2S ou 3S ⁽⁴⁾			Oui

1. Selon la norme NF EN 636.
2. Selon la norme NF EN 312.
3. Les panneaux LVL doivent bénéficier d'un marquage CE avec système d'évaluation et de vérification de la constance des performances de niveau 1.
4. Selon la norme NF EN 14279+A1.

4. Aptitude à l'emploi

4.1 Stabilité

L'ETICS ne participe pas à la stabilité d'ensemble de la construction (il ne doit pas être pris en compte dans le contreventement du bâtiment).

Les éventuelles restrictions d'emploi liées à la zone de sismicité et à la catégorie d'importance du bâtiment sont précisées dans le DTA ou l'AT de l'ETICS.

4.2 Sécurité en cas d'incendie

Le DTA ou l'AT de l'ETICS indique, en fonction des justifications apportées et par référence à la réglementation incendie applicable, les types de bâtiments visés.

Les parois de COB revêtues d'un ETICS relèvent du paragraphe 2.4.3 de l'Instruction Technique n° 249 relative aux façades, lorsque la réglementation impose son application.

4.3 Résistance au vent

4.3.1 Résistance au vent des ETICS collés

Les ETICS collés, avec ou sans fixation mécanique supplémentaire aux points singuliers, ne présentent pas de limitation d'emploi par rapport aux actions du vent en pression ou en dépression.

La résistance à l'arrachement de la colle sur le panneau support doit être évaluée conformément à l'Annexe 1 du présent document.

4.3.2 Résistance au vent des ETICS fixés mécaniquement

Les ETICS fixés mécaniquement présentent des limitations d'emploi par rapport aux actions du vent en dépression. Leur emploi n'est pas limité en pression.

Pour une configuration donnée, la résistance de calcul $R_{d,i}$ à l'action du vent en dépression est prise égale à la plus petite des deux valeurs suivantes :

- résistance de calcul $R_{d,is}$ entre l'isolant et les fixations, déterminée conformément au paragraphe 4 du *Cahier du CSTB 3701*⁽³⁾ ;
- résistance de calcul $R_{d,su}$ entre les fixations et le support (montant d'ossature), déterminée conformément à l'Annexe 2 du présent document.

Les fixations mécaniques de l'isolant doivent faire l'objet d'un marquage CE selon la norme NF EN 14592+A1 ou sur la base d'une Évaluation Technique Européenne. La valeur du paramètre d'arrachement caractéristique $f_{ax,k}$ de la fixation, qui sert au calcul de la résistance à l'arrachement dans le support (voir Annexe 2), doit être mentionnée dans la déclaration des performances de cette fixation.

Le DTA ou l'AT de l'ETICS indiquent les résistances de calcul à l'action du vent en fonction du nombre de fixations, ainsi que les plans de fixation en partie courante.

Commentaire

Lorsque c'est possible, il est important d'informer le charpentier des éventuelles contraintes de conception de la COB liées à la fixation mécanique de l'ETICS. Par exemple, dans les régions et/ou dans les parties d'ouvrage soumises à des sollicitations de vent élevées, cela peut conduire à réduire l'entraxe entre montants de la COB afin que le façadier puisse mettre en œuvre un nombre de fixations adapté à la sollicitation du vent.

4.4 Résistance aux chocs

4.4.1 Résistance aux chocs de sécurité

L'ETICS ne participe pas à la résistance aux chocs de sécurité visant le risque de chute à travers la façade, ces dispositions devant être assurées par la paroi de la COB.

4.4.2 Résistance aux chocs de conservation des performances

La résistance aux chocs de conservation des performances est indiquée dans le DTA ou l'AT de l'ETICS.

4.5 Étanchéité

4.5.1 Étanchéité à l'air

L'ETICS n'assure pas l'étanchéité à l'air, qui doit être assurée par la paroi de la COB.

4.5.2 Étanchéité à l'eau

L'étanchéité à l'eau est assurée par l'ensemble de la paroi de COB et de l'ETICS. De ce fait, une attention particulière doit être portée au traitement des points singuliers, en particulier autour des baies (voir paragraphe 5.3.2).

Sont admis sans justification complémentaire les ETICS dont l'absorption d'eau par capillarité, déterminée conformément au paragraphe 5.1.3.1 de l'ETAG 004, est inférieure à 0,5 kg/m² à 24 heures.

Si l'absorption d'eau de l'ETICS est supérieure ou égale à 0,5 kg/m², les dispositions suivantes doivent être respectées :

- la résistance au gel-dégel selon les paragraphes 5.1.3.2.2 et 6.1.3.2.2 de l'ETAG 004 doit être évaluée afin d'estimer le risque de détérioration du système d'enduit et donc le risque de pénétration d'eau jusqu'à la paroi ;
- la couche de base armée sur isolant doit présenter une absorption d'eau par capillarité inférieure à 0,5 kg/m² à 24 heures.

4.6 Isolation thermique

Les parois de COB revêtues d'un ETICS sont susceptibles de satisfaire les exigences minimales de la réglementation thermique en vigueur. Un calcul doit être réalisé au cas par cas.

Des éléments de calcul thermique sont donnés dans l'Annexe 3 du présent document.

3. Suivant le type de fixation mécanique, la réalisation des essais peut faire l'objet d'adaptations qui sont à examiner dans le cadre de la demande de DTA ou d'AT de l'ETICS.

5. Mise en œuvre

5.1 Conditions générales

L'ETICS est toujours posé après blocage complet de la structure du bâtiment. La paroi de la COB doit être étanche à l'air avant mise en œuvre de l'ETICS.

La mise hors d'eau des panneaux supports doit être systématiquement exécutée sans délai, par exemple par un bâchage mis en œuvre par l'entreprise ayant posé ces panneaux.

Avant la pose de l'ETICS, l'humidité des panneaux supports doit être comprise entre 8 et 12 %. Le contrôle de l'humidité peut être réalisé par exemple à l'aide d'un humidimètre à pointes ou à contacts. Pour la méthode d'essai, on pourra se référer à la norme NF EN 13183-2.

Les joints entre panneaux isolants de l'ETICS ne doivent pas correspondre aux joints entre panneaux supports.

5.2 Conditions spécifiques

Les conditions spécifiques de mise en œuvre sont précisées dans le DTA ou l'AT de l'ETICS.

5.3 Points singuliers

Des exemples de traitement des principaux points singuliers d'une COB revêtue d'un ETICS sont illustrés dans l'Annexe 4 du présent document.

5.3.1 Départ en partie basse

En partie basse, le départ de l'ETICS s'effectue sur un rail vissé à la lisse basse et formant goutte d'eau (voir Annexe 4 – figure A). Il faut recouvrir complètement les panneaux supports et éviter tout risque de stagnation d'eau en pied des ossatures en bois. L'ETICS doit permettre un recouvrement d'au moins 3 cm entre la lisse basse et le béton.

Le rail de départ doit être perforé. Si le rail est métallique, la nature des vis doit être choisie de façon à éviter tout couple électrolytique.

5.3.2 Liaison avec une fenêtre

Les fenêtres doivent toujours être posées avant l'ETICS et la jonction entre eux doit être réalisée avec une bande de mousse imprégnée précomprimée ou un profilé de raccord (voir Annexe 4 – figure D1).

Commentaire

Il existe plusieurs cas de pose des fenêtres : au nu extérieur, en tunnel au nu intérieur, etc. Le présent document ne détaille pas tous ces cas de pose ; les figures D1 et D2 de l'Annexe 4 illustrent un exemple de mise en œuvre parmi d'autres.

5.3.3 Fixations mécaniques supplémentaires

Des fixations mécaniques supplémentaires sont appliquées en partie basse, en partie haute, autour des baies ainsi que dans les angles rentrants et sortants. Ces fixations doivent être ancrées dans les montants verticaux, les montants de renfort et les traverses de linteau. Les figures de l'Annexe 4 illustrent la localisation de ces fixations mécaniques aux points singuliers de l'ouvrage.

Ces fixations supplémentaires ne sont pas en prendre en compte dans la détermination de la résistance au vent de l'ETICS (voir paragraphe 4.3.1). En revanche, le calcul thermique de la paroi doit tenir compte de ces fixations (voir paragraphe 4.6).

Dans le cas des ETICS collés, ces fixations mécaniques supplémentaires ne sont pas obligatoires. Le DTA ou l'AT de l'ETICS indique, le cas échéant, la présence de ces fixations supplémentaires.

6. Textes de référence

- NF DTU 31.2 : Construction de maisons et bâtiments à ossature en bois :
 - Partie 1-1 : Cahier des clauses techniques types (NF DTU 31.2 P1-1), janvier 2011.
 - Amendement A1 à la Partie 1-1 (NF DTU 31.2 P1-1/A1), juin 2014.
 - Partie 1-2 : Critères généraux de choix des matériaux (NF DTU 31.2 P1-2), janvier 2011.
- NF DTU 20.1 : Parois et murs en de maçonnerie en petits éléments :
 - Partie 3 : Guide pour le choix des types de murs de façades en fonction du site (NF DTU 20.1 P3), octobre 2008.
- European Technical Approval Guideline no. 004: *External thermal insulation composite systems (ETICS) with rendering*, édition 2000 – amended August 2011 – amended February 2013.
- Détermination de la résistance au vent des systèmes d'isolation thermique extérieure par enduit sur isolant fixés mécaniquement par chevilles. *Cahier du CSTB 3701*, janvier 2012.
- NF EN 312 : Panneaux de particules – Exigences.
- NF EN 636 : Contreplaqué – Exigences.
- NF EN 1382 : Méthodes d'essai – Résistance à l'arrachement dans le bois d'éléments de fixation.
- NF EN 1995 (Eurocode 5) : Conception et calcul des structures bois.
- NF EN 1998 (Eurocode 8) : Calcul des structures pour leur résistance aux séismes.
- NF EN 13183-2 : Teneur en humidité d'une pièce de bois scié – Partie 2 : estimation par méthode électrique par résistance.
- NF EN 14279+A1 : Lamibois (LVL) – Définitions, classification et spécifications.
- NF EN 14592+A1 : Structures en bois – Éléments de fixation de type tige – Exigences.

Annexe 1

Détermination de la résistance à l'arrachement d'une colle sur un panneau support

Les essais décrits dans cette Annexe ne concernent pas les colles sous forme de mousse expansive. Pour ce type de colle, la réalisation des essais et l'interprétation des résultats sont à examiner dans le cadre de la demande de DTA ou d'AT de l'ETICS.

Si plusieurs familles de panneaux supports d'ETICS sont envisagées par le demandeur, les essais doivent être réalisés sur au moins un panneau de chaque famille.

Mode opératoire

Avant application de la colle, le panneau support doit être conditionné au moins 48 heures à $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ et $(50 \pm 5) \% \text{HR}$.

La colle est préparée selon les spécifications du demandeur, puis étalée sur le support avec une épaisseur comprise entre 3 et 5 mm, sauf si une autre épaisseur est convenue entre le demandeur et le laboratoire d'essais.

L'éprouvette ainsi préparée est conditionnée au moins 28 jours à $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ et $(50 \pm 5) \% \text{HR}$, constituant l'état initial.

À l'issue du conditionnement, 15 carrés de dimensions $5 \times 5 \text{ cm}$ sont découpés dans la colle jusqu'au support. Des pastilles métalliques de mêmes dimensions sont ensuite collées à l'emplacement des carrés, avec une colle adaptée.

Les essais d'arrachement sont réalisés avec un appareil permettant une traction dont la vitesse est égale à $10 \pm 1 \text{ mm/min}$.

La résistance moyenne à l'arrachement est déterminée sur 5 essais.

Les valeurs individuelles et la valeur moyenne sont exprimées en MPa ; l'épaisseur d'application de la colle doit être relevée.

Les essais doivent être réalisés pour trois conditionnements :

- état « sec » : état initial ;
- état « humide » : état initial + 7 jours à $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ et $(90 \pm 5) \% \text{HR}$;
- état « resséché » : état initial + 7 jours à $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ et $(90 \pm 5) \% \text{HR}$ suivis de 7 jours à $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ et $(50 \pm 5) \% \text{HR}$.

De plus, des essais d'arrachement de la colle sur béton après 7 jours d'immersion dans l'eau suivis de 2 heures à $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ et $(50 \pm 5) \% \text{HR}$, doivent être réalisés conformément au paragraphe 5.1.4.1.2 de l'ETAG 004.

Interprétation des résultats

La résistance à l'arrachement de la colle sur le panneau support doit présenter les valeurs suivantes :

- état « sec » : valeur moyenne $\geq 0,25 \text{ MPa}$ et valeurs individuelles $\geq 0,20 \text{ MPa}$;
- état « humide » : valeur moyenne $\geq 0,08 \text{ MPa}$ et valeurs individuelles $\geq 0,06 \text{ MPa}$;
- état « resséché » : valeur moyenne $\geq 0,25 \text{ MPa}$ et valeurs individuelles $\geq 0,20 \text{ MPa}$.

La valeur moyenne de résistance à l'arrachement de la colle sur béton doit être $\geq 0,08 \text{ MPa}$; les valeurs individuelles doivent être $\geq 0,06 \text{ MPa}$.

Annexe 2

Détermination de la résistance de calcul entre les fixations mécaniques et le support

Résistance de calcul entre les fixations et le support

La résistance de calcul $R_{d,su}$ entre les fixations mécaniques et le support (exprimée en N/m^2 ou Pa) est donnée par la relation :

$$R_{d,su} = \frac{n \cdot N_{Rd,u}}{A}$$

$N_{Rd,u}$: résistance de calcul à l'état limite ultime entre la fixation et le support (N).

n : nombre de fixations par panneau isolant.

A : surface d'un panneau isolant (m^2).

Chaque valeur de $R_{d,su}$ est arrondie au multiple de 5 Pa immédiatement inférieur.

Résistance de calcul à l'état limite ultime entre la fixation et le support

La résistance de calcul à l'état limite ultime $N_{Rd,u}$ entre une fixation et le support (exprimée en N) est donnée par la relation :

$$N_{Rd,u} = \frac{F_{ax,Rk}}{\gamma_{M,su}}$$

$F_{ax,Rk}$: résistance caractéristique à l'arrachement de la fixation (N).

$\gamma_{M,su}$: coefficient partiel de sécurité entre la fixation et le support.

La valeur de $F_{ax,Rk}$ doit être limitée à 1 500 N.

Résistance caractéristique à l'arrachement d'une fixation

La résistance caractéristique à l'arrachement, définie dans l'Eurocode 5, dépend du type de fixation.

Pour une vis à rosace, la résistance caractéristique à l'arrachement de la vis dans le support en bois (montant d'ossature) est donnée par la relation :

$$F_{ax,Rk} = \frac{f_{ax,k} \cdot d \cdot l_{ef}}{1,2} \cdot \left(\frac{\rho_k}{\rho_a} \right)^{0,8}$$

$f_{ax,k}$: paramètre d'arrachement caractéristique de la vis (N/mm^2).

ρ_a : masse volumique associée à $f_{ax,k}$ dans la déclaration des performances (kg/m^3).

ρ_k : masse volumique du bois de l'ossature (kg/m^3).

d : diamètre extérieur de la vis (mm).

l_{ef} : profondeur d'ancrage minimale de la vis dans le bois de l'ossature (mm).

Pour une agrafe, la résistance caractéristique à l'arrachement de l'agrafe dans le support en bois (montant d'ossature) est donnée par la relation :

$$F_{ax,Rk} = f_{ax,k} \cdot d \cdot t_{pen}$$

$f_{ax,k}$: paramètre d'arrachement caractéristique de l'agrafe (N/mm²).

d : diamètre nominal de la pointe de l'agrafe (mm).

t_{pen} : longueur de pénétration du côté de la pointe dans le bois de l'ossature (mm).

Dans tous les cas, le paramètre d'arrachement caractéristique $f_{ax,k}$ est calculé à partir des valeurs du paramètre d'arrachement f de la fixation, déterminées selon la norme NF EN 1382⁽⁴⁾.

Coefficient partiel de sécurité entre la fixation et le support

Le coefficient partiel de sécurité $\gamma_{M,su}$ est défini dans l'Eurocode 5 par la relation suivante :

$$\gamma_{M,su} = \frac{\gamma_M}{k_{mod}}$$

γ_M : coefficient partiel pour une propriété matérielle. Il est pris égal à 1,3 (voir tableau 2.3 de l'Eurocode 5).

k_{mod} : facteur de modification qui tient compte de l'effet de la durée de chargement et de l'humidité. Il est pris égal à 0,9 (voir tableau 3.1 de l'Eurocode 5).

Le coefficient $\gamma_{M,su}$ est donc pris égal à 1,44.

Annexe 3 Éléments de calcul thermique

Le coefficient de transmission surfacique de la paroi de COB revêtue de l'ETICS, noté U_p (exprimé en W/m².K), est donné par la relation :

$$U_p = U_c + \Delta U$$

U_c : coefficient de transmission surfacique en partie courante (W/m².K).

ΔU : terme de correction lié à l'impact des ponts thermiques engendrés par les montants d'ossature de la paroi et par les fixations mécaniques de l'ETICS (W/m².K).

U_c est donné par la formule :

$$U_c = \frac{1}{R_{ETICS} + R_{paroi} + R_{se} + R_{si}}$$

R_{ETICS} : résistance thermique de l'ETICS (m².K/W).

R_{paroi} : résistance thermique de la paroi (m².K/W).

R_{se} : résistance thermique superficielle extérieure (m².K/W).

R_{si} : résistance thermique superficielle intérieure (m².K/W).

R_{paroi} est la somme des résistances thermiques des éléments qui constituent la paroi de la COB, hors ossature.

La valeur de la somme $R_{se} + R_{si}$ est prise égale à 0,17 m².K/W, par application des Règles Th-U.

La résistance thermique R_{ETICS} est donnée par la relation :

$$R_{ETICS} = R_{isolant} + R_{enduit}$$

$R_{isolant}$: résistance thermique de l'isolant extérieur (m².K/W).

R_{enduit} : résistance thermique du système d'enduit appliqué sur l'isolant (m².K/W).

La valeur de $R_{isolant}$ est précisée dans le DTA ou l'AT de l'ETICS.

La valeur de R_{enduit} est prise égale à 0,02 m².K/W, sauf indication contraire dans le DTA ou l'AT de l'ETICS.

Le terme de correction ΔU est donné par la relation :

$$\Delta U = \sum_i \frac{\Psi_i}{E_i} + n \cdot \chi_p$$

Ψ_i : coefficient de transmission linéique au niveau des montants en bois de l'ossature (W/m.K). En l'absence d'étude spécifique, les valeurs suivantes doivent être prises en compte (valeurs applicables pour des montants en bois d'épaisseur proche de 50 mm) : 0,02 W/m.K pour un montant simple ; 0,03 W/m.K pour un double montant ; 0,04 W/m.K pour un triple montant.

E_i : entraxe entre les montants en bois (m).

n : nombre de fixations mécaniques par m².

χ_p : coefficient de transmission ponctuelle de la fixation mécanique (W/K). En l'absence d'étude spécifique, les valeurs suivantes doivent être prises en compte : 0,002 W/K pour une vis à rosace et 0,0007 W/K pour une agrafe.

Le facteur $n \cdot \chi_p$ doit être pris en compte :

- dans le cas des ETICS collés avec fixations mécaniques supplémentaires aux points singuliers (voir *paragraphe 5.3*) ;
- dans le cas des ETICS fixés mécaniquement.

4. Une série d'essais comporte au moins cinq essais dans le sens perpendiculaire aux fibres du bois et cinq essais dans le sens parallèle aux fibres du bois, pour un support donné et une profondeur d'ancrage donnée. La valeur de $f_{ax,k}$ peut être prise égale à la valeur minimale de f obtenue sur toutes les valeurs de la série d'essais.

Annexe 4

Points singuliers d'une paroi de COB revêtue d'un ETICS

Les figures suivantes illustrent des parois dont le contreventement est placé du côté extérieur. Sur le principe des points singuliers, elles sont valables pour des parois dont le contreventement est placé du côté intérieur.

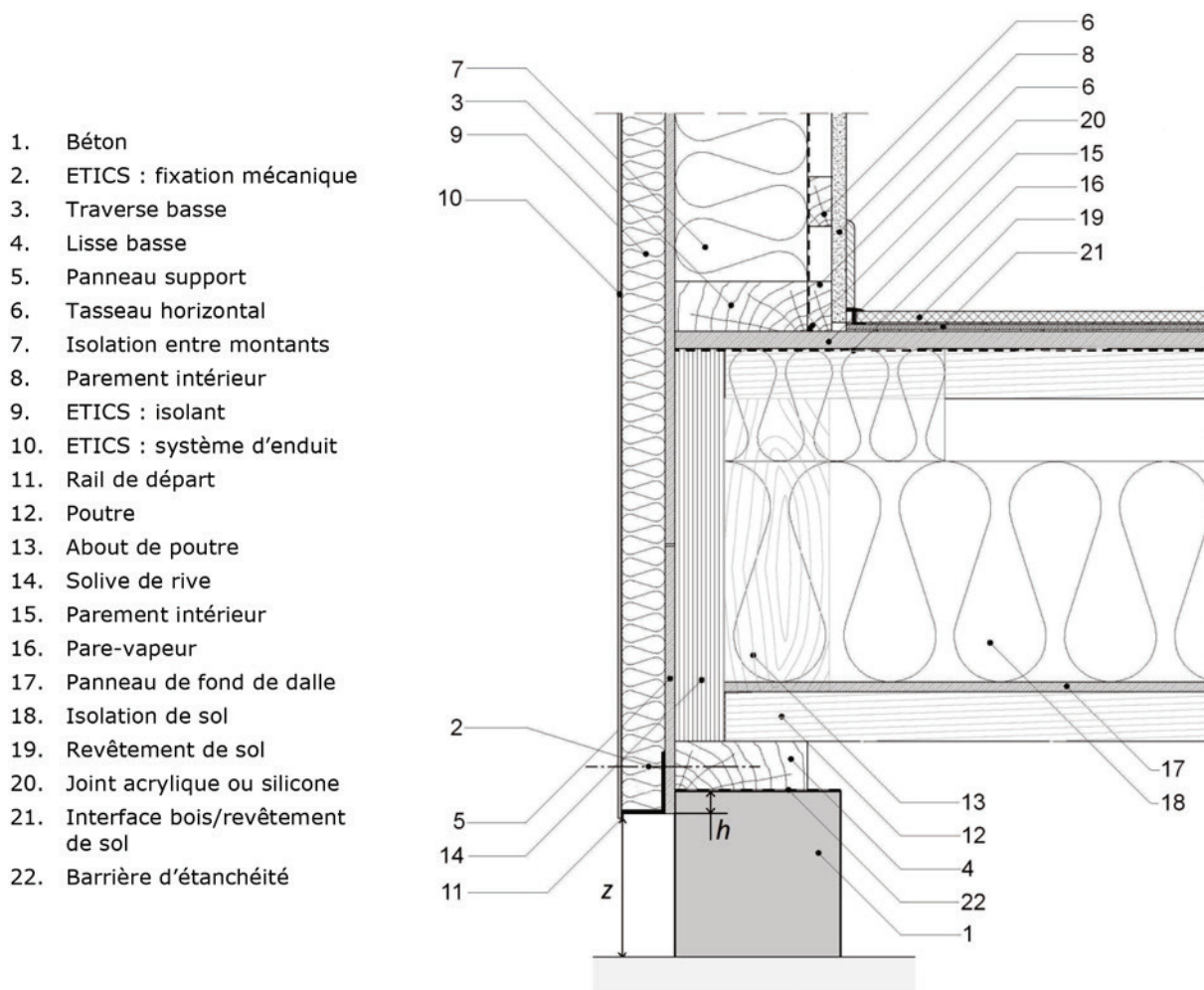


Figure A – Départ en partie basse (coupe verticale)

La distance z entre la goutte d'eau du rail de départ et le sol extérieur fini doit être au moins égale à 150 mm.

La distance h de recouvrement entre la lisse basse et le béton doit être au moins égale à 30 mm.

1. Montant vertical
2. Montant de renfort
3. ETICS : fixation mécanique
4. Panneau support
5. Pare-vapeur
6. Tasseau horizontal
7. Isolation entre montants
8. Parement intérieur
9. ETICS : isolant
10. ETICS : système d'enduit
11. Joint acrylique ou silicone

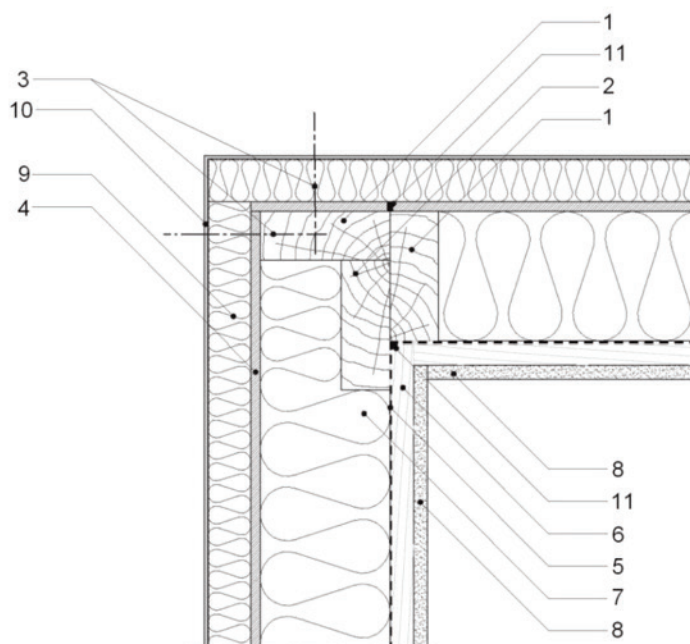


Figure B – Traitement d'un angle sortant (coupe horizontale)

1. Montant vertical
2. Montant de renfort
3. ETICS : fixation mécanique
4. Panneau support
5. Pare-vapeur
6. Tasseau horizontal
7. Isolation entre montants
8. Parement intérieur
9. ETICS : isolant
10. ETICS : système d'enduit

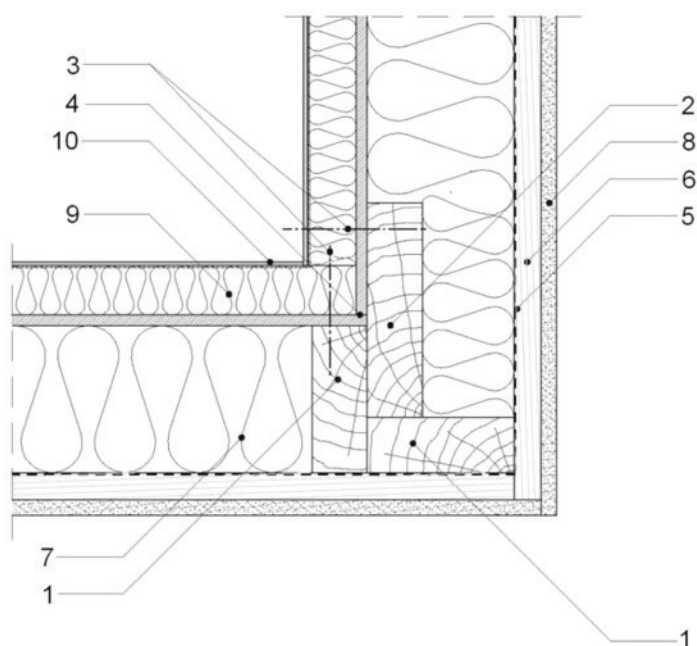


Figure C – Traitement d'un angle rentrant (coupe horizontale)

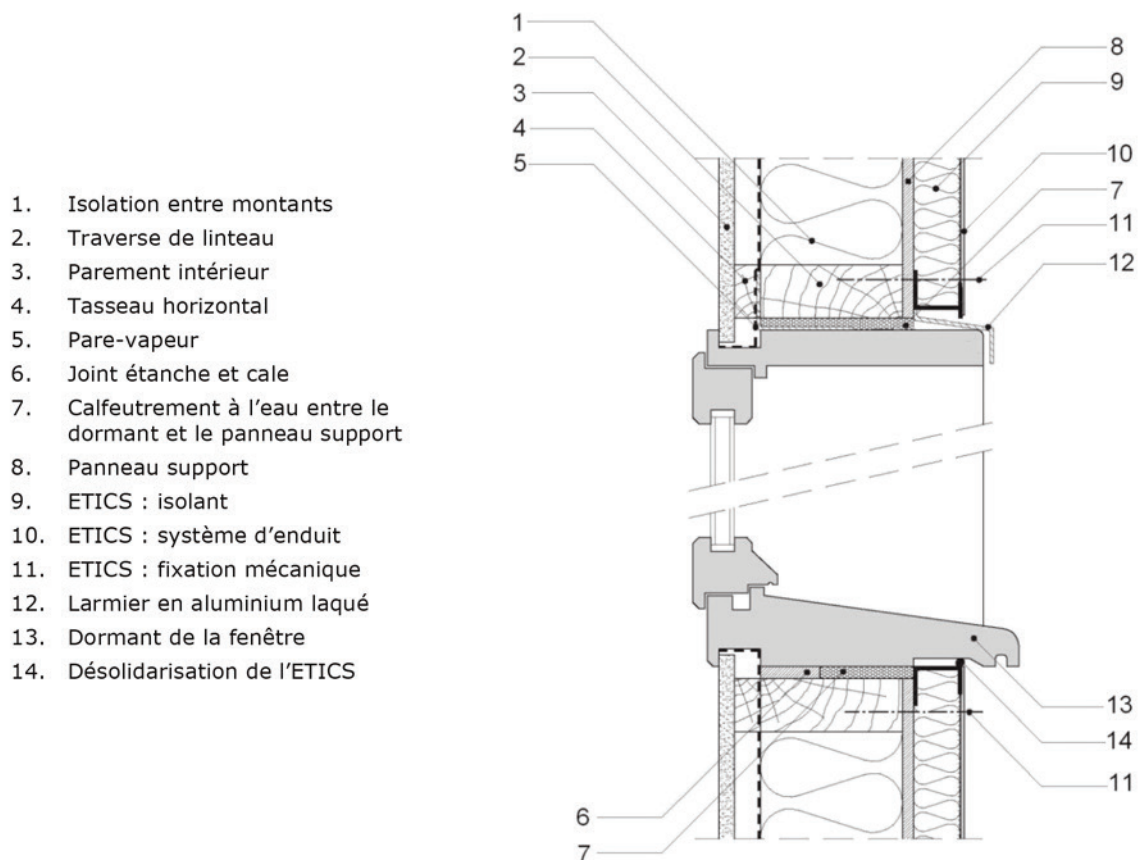


Figure D1 – Liaison avec une fenêtre (coupe verticale)

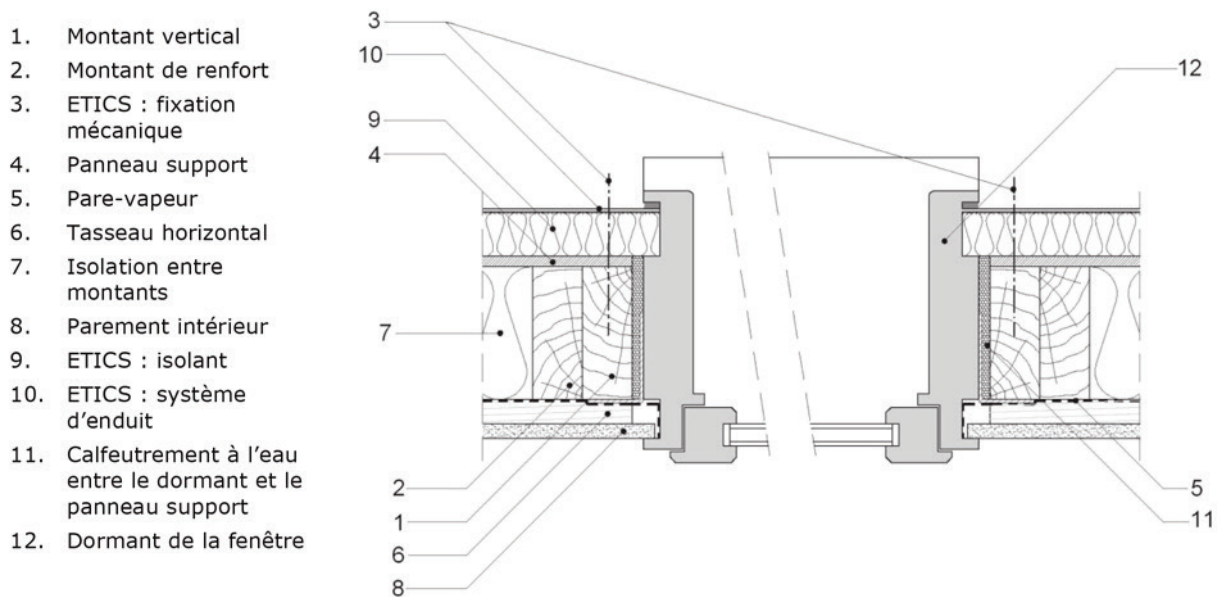


Figure D2 – Liaison avec une fenêtre (coupe horizontale)

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



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