



En Belgique, les ETICS (enduits sur isolation extérieure) comptent depuis quelques années parmi les techniques de parachèvement des constructions à ossature en bois (voir CSTC-Contact 2013/1 [8]). Outre leur aspect esthétique, ils offrent l'avantage d'accroître la résistance thermique de la paroi. Or, cette application n'est pas couverte par les documents de référence actuels et il n'existe à ce jour aucun agrément technique (ATG) à ce sujet au niveau belge. L'application d'ETICS sur des constructions en bois est cependant concevable et réalisable à condition de respecter certaines recommandations.

ETICS sur ossature en bois

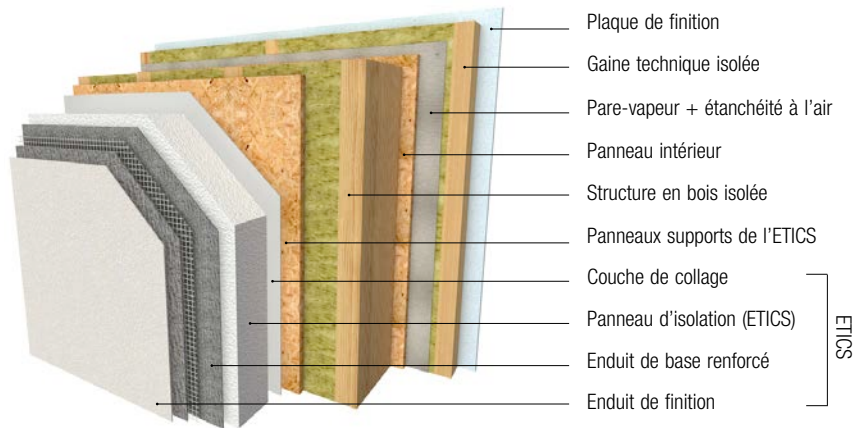
1 Introduction

L'application des ETICS sur des constructions à ossature en bois se développe de plus en plus dans notre pays. En tant que parachèvement extérieur, l'ETICS a notamment pour rôle de protéger la construction des sollicitations hygrothermiques extérieures (pluie, gel, variations de température). Cette protection est assurée par l'enduit, qui forme une 'simple' barrière d'étanchéité face aux intempéries (voir figure 2, p. 2).

Notons que d'autres techniques permettent d'obtenir l'aspect d'une façade enduite tout en fournissant une double barrière d'étanchéité. L'une de ces techniques consiste à utiliser des panneaux de bardage enduits (première barrière) derrière lesquels on laisse un espace vide (seconde barrière servant à la fois de coupure de capillarité et de chambre de décompression) (voir figure 3, p. 2). Cette solution n'exclut néanmoins pas le risque de fissuration de l'enduit, en particulier au droit des joints entre les panneaux, et le système doit donc être éprouvé dans son ensemble. Étant donné qu'il ne s'agit pas d'ETICS, cette méthode n'est pas abordée dans ce dossier.

L'utilisation d'une protection à 'simple' barrière d'étanchéité, qui est tributaire de la conception correcte et de la bonne réalisation des détails ainsi que de leur entretien (joints souples en particulier) [11, 13 et 14], en vue de protéger une structure en bois, de nature plus sensible à l'humidité qu'une structure massive traditionnelle, comporte davantage de risques. Dans la suite de ce document, nous proposons un certain nombre de dispositions permettant de limiter les conséquences des dégradations éventuelles.

Cette technique est de plus en plus courante, tout comme l'utilisation d'ETICS



1 | ETICS sur ossature en bois.

sous forme de panneaux d'isolation à base de fibres de bois ou de liège expansé [14]. Nous ne disposons actuellement pas d'un recul suffisant pour pouvoir évaluer si leur comportement et leur sensibilité à l'humidité (comportement biologique, stabilité dimensionnelle, performances mécaniques) sont appropriés à cet usage. Pour de plus amples informations concernant leur impact environnemental, on consultera [Les Dossiers du CSTC 2012/3.9](#) [15].

D'une manière générale, la présence de l'ETICS réduit le potentiel de séchage de la paroi en cas d'humidification accidentelle, et ce phénomène est d'autant plus prononcé que le matériau d'isolation est résistant à la diffusion de vapeur d'eau (isolants synthétiques, par exemple).

Signalons qu'en Belgique, il n'existe à l'heure actuelle aucun agrément technique (ATG) relatif aux ETICS sur ossature en bois ni aux ETICS constitués d'un isolant à base de fibres de bois ou de liège expansé quel que soit le support. Il en existe néanmoins au niveau européen, même si le guide ETAG 004 [24] exclut les supports à ossature en bois de son domaine d'application.

2 Limitation des risques

2.1 Les leçons de l'expérience

Sur le marché belge des ETICS sur ossature en bois en pleine expansion, le CSTC a recensé une petite dizaine de cas de pathologies ces dernières années. Les plus caractéristiques sont regroupés et illustrés à l'annexe 2 (p. 10 et 11). D'autres cas pourraient toutefois exister.

Les causes de ces désordres peuvent être liées à la conception, au planning ou à l'exécution des travaux. Force est de constater que, dans la plupart des cas, les principes de base de la réalisation des détails ne sont pas respectés (absence de rehausses latérales sur les seuils de fenêtre, ETICS en butée sur des surfaces horizontales, etc.).

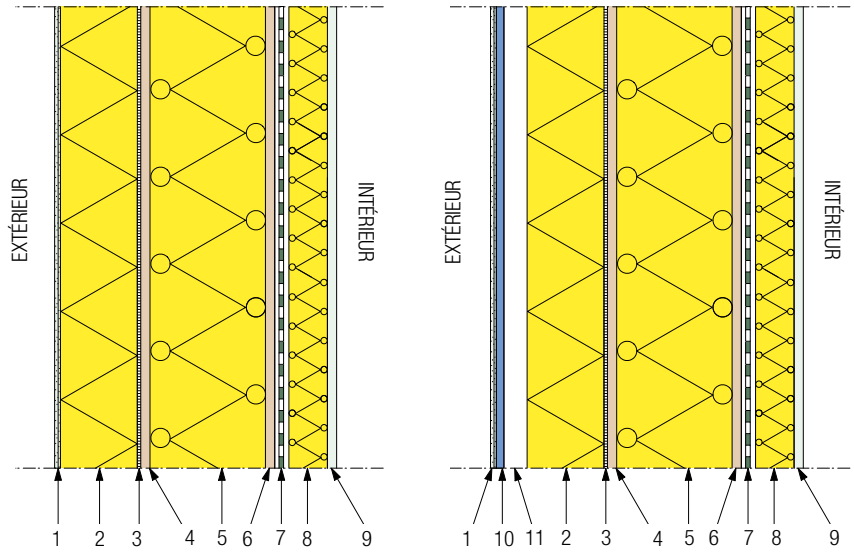
Tant en Amérique du Nord (*) qu'en Scandinavie (en particulier en Suède), où les constructions à ossature en bois sont très répandues, de très nombreuses pathologies sévères liées à la présence d'humidité au sein des parois constituées d'ETICS sur ossature en bois ont été recensées depuis les années 1990 et elles ont engendré un

(*) Les ETICS y sont connus sous le nom d'EIFS pour *External Insulation Finishing Systems*.

1. Enduit
2. Panneau d'isolation
3. Couche de collage
4. Panneau support de l'isolant
5. Structure en bois isolée
6. Panneau intérieur
7. Pare-vapeur + étanchéité à l'air
8. Gaine technique isolée
9. Plaque de finition
10. Panneaux de bardage enduits
11. Vide

impact financier considérable [10, 17, 18, 19, 21, 22, 23, 25, 26].

Les recommandations proposées ci-après se basent sur les leçons de l'expérience.



2 | Paroi constituée d'un ETICS sur ossature en bois (simple barrière d'étanchéité).

3 | Enduit sur panneaux de bardage avec vide (double barrière d'étanchéité).

2.2 Recommandations générales

Par rapport aux supports en maçonnerie ou en béton, l'application des ETICS sur des constructions en bois présente des risques accrus, à savoir : d'une part, la fissuration du système d'enduit à la suite de mouvements potentiels plus importants du support et, d'autre part, des conséquences plus dommageables dues à la présence d'humidité dans le complexe façade (éventuelles infiltrations et/ou condensations internes). Une limitation de l'usage et le choix de matériaux adaptés permettent toutefois de limiter les risques.

Afin de réduire le risque de dégradation de l'ETICS (en particulier la fissuration de l'enduit) en raison des variations dimensionnelles du bois, nous déconseillons fortement d'appliquer l'ETICS sur des constructions en madriers (bois massif empilé). Dans le cas d'une construction à ossature en bois de rigidité suffisante (moins sensible à cet égard) ou d'une construction en panneaux préfabriqués en bois massif contrecollé et/ou cloué, l'application est possible, à condition que la teneur en humidité des bois de structure et des panneaux supports soit inférieure ou égale à 18 % en masse au moment de la mise en œuvre de l'ETICS. Cette teneur exclut notamment une exposition à une humidification excessive et/ou de longue durée du fait, par exemple, des intempéries durant les phases d'exécution.

Les ETICS constituent une protection à simple barrière d'étanchéité. À moins de disposer de données pertinentes sur la résistance aux pluies battantes de l'ETICS et de ses raccords

au droit des détails (ce qui est rarement le cas actuellement), l'exposition aux pluies battantes doit être limitée (voir § 4.2, p. 5).

Dans tous les cas, une attention particulière doit être accordée au comportement hygrothermique de la paroi (voir figure 2), afin de limiter le risque de condensation interne par diffusion. Ce risque peut notamment être avéré au niveau du panneau support lorsque ce dernier est résistant à la diffusion et que la résistance thermique de l'isolant de l'ETICS est inférieure à 1,5 fois la résistance thermique de l'isolation de l'ossature. Ce risque est également présent à l'interface entre l'isolant et l'enduit.

Afin de ramener les quantités de condensat à des valeurs raisonnables, il y a dès lors lieu (voir tableau A, p. 3) :

- d'assurer l'étanchéité à l'air de la paroi
- de limiter la résistance à la diffusion de vapeur d'eau du système d'enduit de l'ETICS (en fonction de la résistance à la diffusion de l'isolant de l'ETICS)
- d'adapter les performances du pare-vapeur (toujours nécessaire) à la situation réelle (composition, propriétés des matériaux et sensibilité à l'humidité de ces derniers). Un pare-vapeur présentant une valeur $S_d \geq 2$ m (≥ 5 m en cas de matériaux d'isolation très sensibles à l'humidité) est bien souvent suffisant si le climat intérieur est de classe 1 ou 2. C'est généralement le cas lorsqu'un système de ventilation conforme à la norme NBN D 50-001 [1] est mis en place et correctement utilisé.

Le tableau A (p. 3) décrit les différentes couches d'une paroi constituée d'un ETICS sur ossature en bois.

3 Évaluation des performances des ETICS

Les documents de référence existants et les documents en cours de préparation relatifs aux ETICS (ETAG 004 [24], normes développées au sein du CEN TC 88 WG18) excluent l'application sur ossature en bois et visent uniquement les supports en maçonnerie et en béton.

3.1 Comportement hygrothermique des ETICS sur supports en maçonnerie et en béton

En Belgique, dans le cas d'ETICS sur supports en maçonnerie et en béton, l'étanchéité à l'eau et le comportement hygrothermique de l'ETICS et de la paroi sont évalués par le biais d'essais de capillarité (W), de perméabilité à la vapeur d'eau (S_d) et de sollicitations hygrothermiques (observation de la pénétration d'eau éventuelle [13]).

Les performances sont évaluées notamment sur la base de critères adaptés du guide d'agrément technique européen ETAG 004 [24], de Kunzel [20] et de Hens [16], en fonction de la résistance à la diffusion de vapeur d'eau de



A | Description d'une paroi constituée d'un ETICS sur ossature en bois.

EXTÉRIEUR		Exposition aux pluies battantes limitée (classe d'exposition faible, soit $\leq 0,45$ kPa)		
ETICS	Type d'ETICS	Type 1		Type 2
	Système d'enduit	$S_{d-\text{système d'enduit}} \leq 1 \text{ m}^{(1)}$		$S_{d-\text{système d'enduit}} \leq 2 \text{ m}^{(1)}$
	Panneaux d'isolation	Panneau d'isolation perméable à la vapeur d'eau, (laine minérale (MW), par exemple); $S_{d-\text{isolant}} < 3 \text{ m}$		Panneau d'isolation peu perméable à la vapeur d'eau (polystyrène expansé (EPS), par exemple); $S_{d-\text{isolant}} \geq 3 \text{ m}$
Mode de fixation	Encollage (adhésif en dispersion, mousse-colle PU), fixations mécaniques (fixation à rosaces, rails) ⁽²⁾			
Ossature en bois et finition	Panneaux supports de l'ETICS	Panneaux résistant à l'humidité ⁽³⁾		
	Structure ⁽⁴⁾	Montants et traverses isolés complètement		
	Panneaux adaptés éventuels	Rôle structurel		
	Pare-vapeur et étanchéité à l'air ⁽⁵⁾	Classe de climat intérieur	Niveau d'étanchéité à l'air ⁽⁶⁾	Niveau de résistance à la diffusion de vapeur S_d du pare-vapeur ⁽⁷⁾
		CC1		
		CC2	L2 : niveau validé par des mesures	$\geq 5 \text{ m}$
CC3		Étude requise		
CC4				
Gaine technique	Isolée			
Finition	Plaques de finition (carton-plâtre, par exemple)			
INTÉRIEUR		Classe de climat intérieur 1, 2, 3 ou 4		

⁽¹⁾ Conformément à l'ETAG 004 [24] pour les ETICS sur support en maçonnerie et voiles de béton.
⁽²⁾ Voir informations techniques délivrées par le fournisseur du système. Pose par encollage autorisée uniquement si les performances mécaniques de l'isolant sont suffisantes (résistance à la traction ≥ 80 kPa).
⁽³⁾ La fixation mécanique d'ETICS directement à l'ossature est de plus en plus souvent utilisée. Dans ce cas, les panneaux d'isolation de l'ETICS doivent présenter un comportement en flexion (résistance et rigidité flexionnelle) adéquat pour résister à l'action du vent. Ce mode de fixation sans support continu se distingue des principes de pose habituels des ETICS et le comportement réel de ces systèmes face aux sollicitations est peu connu (résistance à l'action dynamique du vent et reprise des actions dans le plan telles que le poids propre et les mouvements hygrothermiques).
⁽⁴⁾ Ayant bénéficié d'un traitement de préservation (insectes, champignons).
⁽⁵⁾ Une attention particulière doit être accordée au comportement hygrothermique dans tous les cas.
⁽⁶⁾ Classe L1 : bonne étanchéité à l'air. Classe L2 : étanchéité à l'air validée et améliorée (L1 + mesures + correction des fuites).
⁽⁷⁾ Excepté pour les matériaux d'isolation très sensibles à l'humidité (S_d du pare-vapeur $\geq 5 \text{ m}$ en classe de climat intérieur 1 ou 2).

l'isolant ($S_d = \mu.d$). Ces critères sont synthétisés dans le tableau B (p. 4).

Si l'on respecte ces critères ainsi que les recommandations de mise en œuvre (application de l'ETICS après les travaux intérieurs apportant de l'humidité et sur un support exempt d'humidité anormale), l'étude hygrothermique visant à évaluer le risque de condensation interne au stade de la conception ne doit pas être réalisée, sauf lorsqu'il s'agit d'une classe de climat intérieur 4. Aucune limitation d'usage concernant les façades fortement exposées aux pluies battantes n'est actuellement en vigueur.

3.2 Comportement hygrothermique des ETICS sur ossature en bois

Pour les raisons décrites dans les paragraphes précédents, des principes et des exigences complémentaires spécifiques à ce type de paroi doivent être établis.

Comme déjà évoqué dans le [CSTC-Contact 2013/1](#) [8], l'évaluation expérimentale de la résistance aux infiltrations d'eau en cas de pluies battantes peut s'avérer nécessaire en fonction de la situation envisagée. À cet égard, la réalisation d'un essai 'pluie et vent' selon la norme NBN EN 12865 [4] après l'essai de sollicitations hygrothermiques mentionné au § 3.1 (p. 2) peut présenter un intérêt. Cette approche est pressentie dans le futur guide européen d'évaluation (EAD) des ETICS sur ossature en bois. L'étanchéité mesurée selon la Procédure A doit être assurée jusqu'à 0,6 kPa au moins, voire plus en fonction de l'exposition (hauteur du bâtiment, catégorie de rugosité du terrain, zone de vent).

Bien que cette approche soit intéressante, elle ne garantit selon nous pas une protection totale de la paroi en bois, puisque les joints souples requièrent un entretien régulier pour pouvoir assurer l'étanchéité à long terme.

Une attention particulière doit être accordée au comportement hygrothermique de la paroi, en vue de limiter le risque de condensation interne par diffusion. Afin de limiter le risque de condensation interne à l'interface entre l'isolant et l'enduit, les exigences relatives à la résistance à la diffusion de vapeur d'eau du système d'enduit ($S_{d-\text{système d'enduit}}$) en fonction de la perméabilité à la vapeur d'eau de l'isolant de l'ETICS (type 1 ou 2, voir tableau B, p. 4) imposées aux ETICS sur supports en maçonnerie et en béton s'appliquent également aux ETICS sur ossature en bois.

3.3 Comportement face à l'action du vent

La valeur de calcul de l'action du vent (suction/dépression) est déterminée sur la base de la norme NBN EN 1991-1-4 [2] et de son annexe nationale belge (ANB) en fonction de la zone de vent, de la catégorie de



B | Critères relatifs aux caractéristiques admissibles (capillarité W , résistance à la diffusion de vapeur d'eau S_d) des enduits des ETICS (*).

		Type 1	Type 2
Types d'ETICS	Description	$S_{d\text{isolant-ETICS}} < 3 \text{ m}$ Isolant de l'ETICS perméable à la vapeur d'eau, laine minérale (MW), par exemple	$S_{d\text{isolant-ETICS}} \geq 3 \text{ m}$ Isolant peu perméable à la vapeur d'eau, polystyrène expansé (EPS), par exemple
	Schéma		
Critères	n°1 visant à limiter les condensations internes	$S_{d\text{ système d'enduit}} \leq 1 \text{ m}$	$S_{d\text{ système d'enduit}} \leq 2 \text{ m}$
	n° 2 visant à limiter l'humidification de l'isolant	$S_i W_{\text{ système d'enduit}} \geq 0,5 \text{ kg/m}^2\text{h}^{1/2}$ alors $W_{\text{ enduit de base}} \leq 0,5 \text{ kg/m}^2\text{h}^{1/2}$	
	n°3 visant à permettre le séchage de l'enduit entre deux pluies	$W_{\text{ système d'enduit}} \cdot S_{d\text{ système d'enduit}} \leq 0,2 \text{ kg/m} \cdot \text{h}^{1/2}$	
(*) $S_d = \mu \cdot d$: la résistance à la diffusion de vapeur d'eau (épaisseur de la couche d'air équivalente) équivalent au produit de la valeur μ et de l'épaisseur d de la couche et se mesure en mètre; W : la vitesse d'absorption capillaire W est le nombre de kg d'eau qu'un m ² de la couche peut absorber par capillarité en fonction de la racine carrée du temps exprimé en heure [h ^{1/2}].			

rugosité du terrain, de la hauteur du bâtiment, de la zone de la façade, etc. Le dimensionnement au vent nécessite également la connaissance des caractéristiques de résistance du système, lesquelles dépendent du mode de fixation.

3.3.1 Systèmes collés

La colle (adhésif en dispersion, mousse-colle PU) doit être compatible avec les matériaux. En particulier, l'adhérence aux panneaux supports de l'ETICS doit être éprouvée et doit être supérieure ou égale à 0,08 N/mm² (≈ 80 kPa). L'encollage devra être réalisé sur minimum 40 % de la surface de chaque panneau d'isolation. Dans ces conditions, aucun dimensionnement au vent ne doit être effectué.

3.3.2 Systèmes fixés mécaniquement

Les exigences de résistance du système 'fixation – isolant de l'ETICS' (résistance au déboutonnage, par exemple) ne dépendent pas du type de support et sont donc applicables.

Pour les systèmes fixés mécaniquement sur un support continu, la valeur de résistance à l'arrachement des fixations doit être déterminée en tenant compte du type de fixation, mais aussi des caractéristiques mécaniques et de l'épaisseur des panneaux supports.

Dans les systèmes fixés directement à l'ossature, la fixation doit être compatible avec la largeur des montants de l'ossature. Dans ce cas, il convient en outre de déterminer le comportement en flexion du panneau d'isolation selon la norme NBN EN 12089 [3], ce qui contribuera à la validation de la résistance au vent du système (en fonction de la nature de l'isolant et de son épaisseur ainsi que de la distance entre les montants de l'ossature).

Il est souhaitable que la documentation technique du fabricant de l'ETICS indique la valeur de calcul de l'action du vent à laquelle une configuration (nombre de fixations, par exemple) peut résister. Selon nous, l'action dynamique du vent ne devrait en outre pas engendrer de dégradations ou de déformations de l'ETICS ni altérer l'étanchéité à l'air de la paroi.



C | Limitation de la hauteur de référence Z_0 des façades exposées aux pluies battantes.

Catégories de rugosité	Vitesse de référence du vent $v_{b,0}$ [m/s]			
	26	25	24	23
o Zone côtière	–	–	–	–
I Plaine	–	–	–	–
II Bocage	3 m	3 m	4 m	6 m
III Banlieue – Forêt	9 m	12 m	15 m	19 m
IV Ville	25 m (*)	25 m (*)	25 m (*)	25 m (*)

(*) Hauteur plafonnée ici à la limite entre bâtiments moyens et élevés.

3.3.3 Adhérence de l'enduit à l'isolant

Lorsque l'adhérence de l'enduit de base à l'isolant est inférieure à 0,08 N/mm² (< 80 kPa) et qu'une rupture d'adhérence se présente dans l'isolant (ce qui arrive fréquemment avec les isolants en laine minérale et ceux à base de fibres de bois), l'utilisation de l'ETICS doit être limitée en fonction de l'action du vent (voir annexe 1, p. 9). Ce principe vaut pour tous les types de supports (maçonnerie, béton, ossature en bois). Pour cette raison aussi, il est souhaitable que la documentation technique du fabricant de l'ETICS renseigne la valeur de calcul de l'action du vent à laquelle le système peut résister.

3.4 Recherches menées par le CSTC

Au vu des nombreuses questions relatives aux performances des ETICS sur ossature en bois qui lui sont soumises, le CSTC, en concertation avec les Comités techniques concernés, mène de front un ensemble de recherches complémentaires consacrées, entre autres, à ce sujet : 'INNOV-ETICS', 'VÊTURES', 'OPTIDUBO' et 'DO-IT Houtbouw'.

Pour plus d'informations concernant ces projets de recherche, on consultera la [base de données 'Projets'](#) du CSTC.

Une première série de recommandations est proposée aux paragraphes suivants. Elles se basent sur les premiers résultats de ces recherches et pourront bien entendu être affinées ultérieurement.

4 Recommandations relatives à la conception

4.1 Étude hygrothermique préalable

Il convient d'accorder une attention particulière au comportement hygrothermique, afin de limiter les risques de condensation interne au sein de la paroi. La réalisation d'une étude hygrothermique spécifique n'incombe pas à l'entreprise en charge des travaux d'ETICS.

4.2 Limitation de l'exposition aux pluies battantes

À moins de disposer de données pertinentes concernant la résistance aux pluies battantes

de l'ETICS et de ses raccords au droit des détails (voir § 3.2, p. 3), nous conseillons, dans l'état actuel des connaissances, de limiter la hauteur des façades exposées du bâtiment aux valeurs mentionnées dans le tableau C (pression limite d'étanchéité à l'eau (°) de l'ordre de 0,45 kPa selon la Procédure A de la norme NBN EN 12865 [4]).

Ainsi, l'application est tout à fait exclue pour les bâtiments exposés directement aux vents de mer. Ces restrictions sont moins strictes pour les façades moins exposées (façades orientées du nord-ouest au nord-est, voire au sud-est) ou pour les systèmes éprouvés pour cet usage. Pour de plus amples informations concernant les vitesses de référence du vent, les catégories de rugosité du terrain et leur détermination, nous renvoyons le lecteur à la norme NBN EN 1991-1-4 [2] et à son annexe belge ainsi qu'aux modules de calcul en ligne (°).

4.3 Étanchéité à l'air de la paroi portante

La paroi portante doit présenter une étanchéité à l'air de classe L1 ou L2 (voir tableau D) en fonction de la classe de climat intérieur (voir tableau A, p. 3).

5 Choix des matériaux

Les conséquences d'une humidification excessive et/ou de trop longue durée peuvent être atténuées en optant pour des matériaux plus résistants à l'humidité. Ainsi, les bois de structure doivent être traités contre les insectes et les champignons (voir les STS 23 [27] à paraître ainsi que le [CSTC-Contact 2013/1](#) [8]). Les

D | Classes d'étanchéité à l'air des éléments de construction (voir NIT 251 [7]).

Classe	Niveau	Descriptif
L0	Mauvaise étanchéité à l'air	Mise en œuvre peu soignée ou conception inadéquate; les règles de continuité ne sont pas respectées : la barrière d'étanchéité à l'air fait défaut ou n'est pas continue; sa jonction avec les parois et les autres éléments qui la délimitent (pannes ou fermes intermédiaires, par exemple) n'est pas étanche à l'air.
L1	Bonne étanchéité à l'air	Mise en œuvre correcte et conception adéquate; les règles de continuité sont respectées : les raccords ne présentent pas de fuites visibles.
L2	Étanchéité à l'air validée et améliorée (L1 + mesures + correction des fuites)	Conception et exécution minutieuses : les règles de continuité sont respectées; les performances sont validées par un contrôle <i>in situ</i> permettant de repérer toutes les fuites d'air détectables dans l'élément (en l'occurrence, la toiture à versants) et de les obturer.

(°) 'Écart maximal de pression d'air pulsatoire, en Pa, correspondant à une non-pénétration d'eau pendant l'essai' d'après la NBN EN 12865 [4].

(°) Voir le site de l'Antenne Normes 'Eurocodes' : module 'CInt' pour les catégories de rugosité de terrain et module 'WInt' pour l'action du vent.



4 | Fixation mécanique à l'aide de rosaces à visser.

panneaux supports doivent être résistants à l'humidité et ceux à base de bois doivent présenter au moins une classe de service 2, voire 3 (conseillé) (voir [Les Dossiers du CSTC 2009/3.8](#) [9]).

Les ETICS sont des systèmes 'fermés', dans le sens où seuls les composants décrits par le fournisseur dans sa documentation technique ou dans son ATG peuvent être utilisés. Il est exclu de mélanger des matériaux de différents systèmes. Pour plus d'informations sur les propriétés des matériaux, on consultera [Les Dossiers du CSTC 2009/4.11](#) [13] et [2011/2.10](#) [14].

La fixation de l'ETICS par encollage est réalisée soit au moyen d'un adhésif en dispersion, soit au moyen d'une mousse-colle PU. Le type de colle utilisé doit être adapté aux panneaux d'isolation de l'ETICS et aux panneaux supports fixés à l'ossature en bois.

La fixation mécanique consiste soit à fixer le système d'ETICS au moyen de fixations à rosace (ou d'agrafes), soit à le poser sur des rails (voir [Les Dossiers du CSTC 2011/2.10](#) [14]). On recommande de mettre en œuvre des fixations en acier inoxydable dans les systèmes de type 1 (ETICS 'ouvert' à la migration de la vapeur d'eau). Les systèmes fixés mécaniquement nécessitent en outre un dimensionnement sous l'action du vent.

Lorsqu'elles sont posées à fleur de l'isolant, les fixations doivent être pourvues d'un bouchon isolant qui emprisonne éventuellement un volume d'air, et ce, afin de limiter le pont thermique (voir figure 4). Cette réduction du pont thermique peut également être favorisée grâce au procédé de 'pose à cœur', qui consiste à incorporer complètement la rosace dans la couche d'isolation lorsque l'épaisseur de cette dernière le permet (minimum 80 mm). Dans ce cas, des rondelles de matériau d'isolation de même diamètre que la rosace doivent être mises en place pour isoler la fixation. Une alternative consiste à employer des fixations à rosace hélicoïdale. Il importe de restreindre les ponts thermiques en vue non seulement de diminuer les déperditions thermiques, mais également d'atténuer le risque d'apparition de la trame des fixations (différence d'aspect au droit des fixations due aux processus d'humidification et de séchage différents à certains endroits du système).

L'usage de joints souples adaptés (mastic d'étanchéité, voir les STS 56.1 [28]) est requis au droit des raccords. Ils doivent être de classe minimale 20 LM, selon la norme NBN EN 15651-1 [5].

6 Exigences relatives à la paroi portante

L'ossature en bois doit présenter une rigidité suffisante et doit répondre aux spécifications des STS 23 (à paraître) [27]. L'isolant de l'ETICS ne contribue pas au contreventement de l'ossature.

Un contrôle spécifique de la teneur en humidité doit être effectué avant la mise en œuvre des ETICS. La teneur en humidité des bois de structure et des panneaux supports doit être inférieure ou égale à 18 % en masse.

Les éléments constitutifs de la paroi portante, qui servent de support à l'ETICS, doivent respecter les écarts dimensionnels admissibles décrits dans le tableau E.

Des mesures doivent être prises afin de protéger la paroi support d'éventuelles humidifications (réduction du délai de pose de l'ETICS, par exemple).

7 Mise en œuvre et entretien

La mise en œuvre d'un ETICS complet doit être confiée à une entreprise spécialisée et compétente dans ce type de travaux. En nous basant sur les considérations précédentes, nous attirons l'attention sur les points suivants.

7.1 Dispositions constructives et détails

Comme dans le cas des supports en maçonnerie et des voiles en béton, une

E | Écarts dimensionnels admissibles de la paroi portante (voir aussi [Les Dossiers du CSTC 2012/4.10](#) [12]).

Écart maximal admis sur ...	Panneaux supports de l'ETICS	
	Technique de pose de l'isolant	
	Adhésif en dispersion	Mousse-colle PU
la planéité globale sous la règle de 2 m	± 2 mm ⁽¹⁾	± 5 mm ⁽²⁾
la planéité locale/l'irrégularité sous la règle de 0,2 m	± 1 mm ⁽³⁾	± 3 mm ⁽²⁾
la verticalité/l'aplomb	~ 1 étage (2,5 à 3 m)	± 5 mm ⁽²⁾
	hauteur du bâtiment	± 5 mm + 2 mm/m (≤ 20 mm) ⁽²⁾
le désaffleurement de la face externe	± 1 mm ⁽³⁾	± 3 mm ⁽²⁾
la longueur d'un mur	± 10 mm/10 m ⁽²⁾	

(1) Plus sévère que dans le projet de STS 23 (5 mm) [27].
 (2) Voir projet de STS 23 [27].
 (3) Plus sévère que dans le projet de STS 23 (3 mm) [27].



attention particulière doit être accordée à la conception et à la réalisation des détails (notamment les raccords aux menuiseries), afin de garantir leur étanchéité. Les principes des dispositions constructives et des détails des ETICS sur supports en maçonnerie et en béton peuvent être appliqués aux ETICS sur ossature en bois [14].

7.2 Fixation de l'isolant

Les panneaux d'isolation de l'ETICS doivent être protégés de l'humidification durant toutes les étapes précédant l'application de l'enduit de base (transport, stockage, etc.).

Pour fixer les panneaux d'isolation, on peut combiner une fixation par encollage (adhésif en dispersion ou mousse-colle PU adaptée) et une fixation mécanique (fixation à rosaces ou rails). La surface minimale d'encollage est de 40 % et la périphérie de la surface de chaque panneau doit être encollée. Pour plus de renseignements au sujet des combinaisons autorisées, on se référera aux informations techniques délivrées par le fournisseur du système.

7.3 Mise en œuvre de l'enduit

L'enduit est appliqué dès que possible (après la prise de la colle) selon les recommandations du producteur, afin d'éviter l'humidification de la paroi. Lorsqu'on uti-

lise un isolant fibreux, l'enduit de base doit être 'poussé' dans les fibres.

Après le séchage et/ou la prise de l'enduit de finition, il y a lieu d'appliquer des joints souples adaptés au droit des raccords. Sauf mention contraire dans les documents contractuels, cette tâche n'incombe pas à l'applicateur du système.

Pour de plus amples informations concernant l'enduit, on consultera [Les Dossiers du CSTC 2009/4.11](#) [13].

7.4 Joints de mouvement

Des joints de mouvement doivent être prévus au sein du système :

- au droit des éventuels joints de mouvement situés dans la structure portante : ceux-ci doivent être répercutés dans l'ETICS
- aux endroits où d'importants mouvements différentiels du bâtiment sont à craindre (variation de hauteur, par exemple)
- aux endroits où les différents types de structures portantes entrent en contact (structure en bois et maçonnerie, par exemple).

7.5 Entretien

Les recommandations liées à l'entretien des ETICS décrites dans [Les Dossiers du](#)

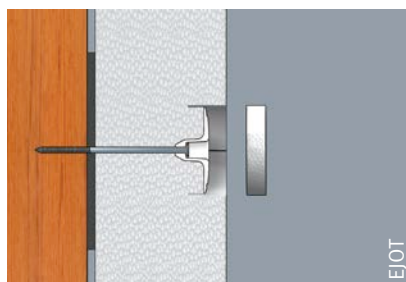
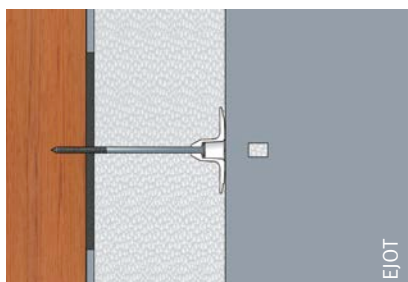
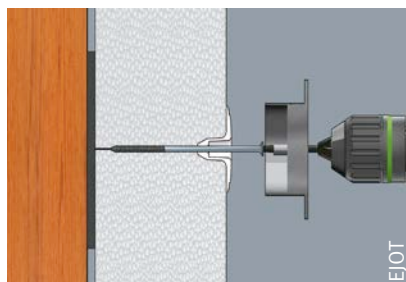
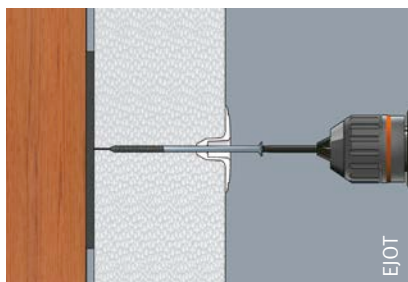


5 | Encollage des panneaux d'isolation à l'aide de mousse-colle PU.

[CSTC 2009/3.10](#) [11] restent d'application. Le contrôle régulier et l'entretien des joints souples sont cruciaux. En outre, lors d'une mise en peinture, le choix de cette dernière est déterminant pour la pérennité de la paroi. Elle doit notamment être caractérisée par une grande perméabilité à la vapeur d'eau (au moins de classe V1 selon [Les Dossiers du CSTC 2013/2.9](#) [6]), et ce, afin de respecter les critères relatifs à la résistance à la diffusion de vapeur d'eau du système d'enduit décrits précédemment. Lorsque les caractéristiques du système d'enduit ne sont pas connues, une étude hygrothermique peut être requise (analyse du risque de condensation au sein de la paroi; valeur S_d de l'enduit à déterminer notamment). ■

Y. Grégoire, ir.-arch., chef de division,
et S. Mertens, ir., chercheur,
division Matériaux, CSTC

B. Michaux, ir., chef adjoint de la division
Enveloppe du bâtiment et menuiserie, CSTC



6 | Pose des fixations mécaniques à fleur (à gauche) et à cœur (à droite) de l'isolant.

Cet article a été rédigé avec le soutien :

- du SPF Economie, dans le cadre de l'Antenne Normes 'Parachèvement'
- de AO, dans le cadre du projet NIB/FVT Gevisol-ETICS
- de InnovIRIS, dans le cadre du projet 'INNOV-ETICS'
- de la DG06, dans le cadre de la Guidance technologique COM-MAT 'Matériaux et techniques de construction durables'.



BIBLIOGRAPHIE

1. Bureau de normalisation
NBN D 50-001 Dispositifs de ventilation dans les bâtiments d'habitation. Bruxelles, NBN, 1991.
2. Bureau de normalisation
NBN EN 1991-1-4 + ANB (2010) Eurocode 1 : actions sur les structures. Partie 1-4 : actions générales. Actions du vent (+AC:2010). Bruxelles, NBN, 2005.
3. Bureau de normalisation
NBN EN 12089 Produits isolants thermiques destinés aux applications du bâtiment. Détermination du comportement en flexion. Bruxelles, NBN, 2013.
4. Bureau de normalisation
NBN EN 12865 Performance hygrothermique des composants et parois de bâtiments. Détermination de la résistance à la pluie battante des systèmes de murs extérieurs sous pression d'air pulsatoire. Bruxelles, NBN, 2001.
5. Bureau de normalisation
NBN EN 15651-1 Mastics pour joints pour des usages non structuraux dans les constructions immobilières et pour chemins piétonniers. Partie 1 : mastics pour éléments de façade. Bruxelles, NBN, 2012.
6. Cailleux E. et Dirx I.
Peintures pour ETICS. Bruxelles, CSTC, Les Dossiers du CSTC, n°2, Cahier 9, 2013.
7. Centre scientifique et technique de la construction
L'isolation thermique des toitures à versants. Bruxelles, CSTC, Note d'information technique, n° 251, 2014.
8. Centre scientifique et technique de la construction
Édition spéciale : la construction en bois. Bruxelles, CSTC, CSTC-Contact, n°1, 2013.
9. Charron S., Dekens G. et Martin Y.
Les panneaux de bois et leurs applications. Bruxelles, CSTC, Les Dossiers du CSTC, n°3, Cahier 8, 2009.
10. Cheple M. et Huelman P. H.
Literature Review of Exterior Insulation Finish Systems and Stucco Finishes. États-Unis, University of Minnesota, 2000.
11. Dirx I., Eeckhout S. et Grégoire Y.
Entretien des ETICS. Bruxelles, CSTC, Les Dossiers du CSTC, n° 3, Cahier 10, 2009.
12. Grégoire Y.
Tolérances des ETICS. Bruxelles, CSTC, Les Dossiers du CSTC, n° 4, Cahier 10, 2012.
13. Grégoire Y. et Godderis E.
ETICS : l'enduit. Bruxelles, CSTC, Les Dossiers du CSTC, n°4, Cahier 11, 2009.
14. Grégoire Y et Godderis E.
ETICS : l'isolant et sa pose. Bruxelles, CSTC, Les Dossiers du CSTC, n°2, Cahier 10, 2011.
15. Grégoire Y. et Wastiels L.
Impact environnemental des ETICS. Bruxelles, CSTC, Les Dossiers du CSTC, n°3, Cahier 9, 2012.
16. Hens H.
Performance Based Building Design 1. From Below Grade Construction to Cavity Walls. Berlin, Ernst & Sohn, 2012.
17. Jansson A.
Putsade regelväggar. Erfarenheter från undersökningar som SP har utfört. SP Rapport. Conference on Durability of Building Materials and Components. Borås, SP Technical Research Institute of Sweden, 2011.
18. Jansson A.
Action against moisture damage in ETIC walls. Lund, Suède, 10th Nordic Symposium on Building Physics, 2014.
19. Kunzel H. M. et al.
Simulating Water Leaks in External Walls to Check the Moisture Tolerance of Building Assemblies in Different Climates. Istanbul, 11 DBMC, 2008.
20. Kunzel H.M., Kunzel H. et Holm A.
Rain Protection of Stucco Facades. Thermal Performance of Exterior Envelopes of Whole Buildings IX. Atlanta, États-Unis, Ashrae, 2004.
21. Kunzel H.M. et Zirkelbach D.
Feuchterhalten von Holzständerkonstruktionen mit WDVS. Sind die Erfahrungen aus amerikanischen Schadensfällen auf Europa übertragbar? Neu-Isenburg, WKS (Zeitschrift für Wärmeschutz, Kälteschutz, Schallschutz, Brandschutz), vol. 58, 2007.

(Voir suite p. 9)



BIBLIOGRAPHIE (SUITE)

22. Lstiburek J.
Face sealed vs. drainable EIFS. Research Report. Westford, États-Unis, Building Science Press, 2004.
23. Olsson L.
Results from laboratory tests of wind driven rain tightness in more than 100 facades and weather barriers. Lund, Suède, 10th Nordic Symposium on Building Physics, 2014.
24. Organisation européenne pour l'agrément technique (EOTA)
ETAG 004 Guideline for European Technical Approval of External Thermal Insulation Composite Systems (ETICS) with Rendering. Bruxelles, EOTA, 2013.
25. Pyznar W. J.
Exterior Insulation and Finishing Systems (EIFS). What is the problem? Bridgewater, NJ, États-Unis, The Falcon Group, 2007.
26. Samuelson I. et Jansson A.
Putsade regelväggar. SP Rapport. Conference on Durability of Building Materials and Components. Borås, SP Technical Research Institute of Sweden, 2009.
27. SPF Économie, PME, classes moyennes et énergie
STS 23 Spécifications techniques unifiées. Structures en bois. Bruxelles, SPF Économie, PME, classes moyennes et énergie, 1978 (version révisée à paraître).
28. SPF Économie, PME, classes moyennes et énergie
STS 56.1 Spécifications techniques unifiées. Mastics d'étanchéité des façades. Bruxelles, SPF Économie, PME, classes moyennes et énergie, 1999.

ANNEXE 1 ADHÉRENCE ET RÉSISTANCE AU VENT

Lorsque l'adhérence de l'enduit de base à l'isolant est inférieure à 0,08 N/mm² (< 80 kPa), la résistance au vent doit être vérifiée selon l'exemple qui suit.

Ce tableau indique entre autres que, pour un enduit présentant une adhérence ≥ 5 kPa, l'exposition doit être limitée à une action du vent maximale de 1,7 kPa (valeur de calcul). Cette limitation exclut l'usage du système dans les façades de bâtiments très élevés ou les façades fortement exposées (valeur de calcul de l'action du vent $F_d > 1,7$ kPa).

Valeur de calcul limite de l'action du vent en fonction de l'adhérence mesurée.

Adhérence à l'isolant		Coefficient de sécurité partiel pour les matériaux γ_M	Valeur de calcul limite de l'action du vent ' F_d ' sur la base de la valeur de calcul de la résistance (adhérence/ γ_M)	Remarques (comparaison avec les valeurs de calcul de l'action du vent)
≥ 80 kPa		3 (à titre illustratif)	≤ 27 kPa	Sécurité suffisante (pas de vérification nécessaire)
Rupture cohésive	≥ 10 kPa		$\leq 3,3$ kPa	Limitation du domaine d'application en fonction de l'exposition au vent
	≥ 5 kPa		$\leq 1,7$ kPa	Forte limitation du domaine d'application en fonction de l'exposition au vent

ANNEXE 2 PATHOLOGIES RECENSÉES EN BELGIQUE

Composition du système	Pathologie	
	Description	Illustration
ETICS sur structure en bois (lamellé-cloué)	Fissurations qui se manifestent principalement à l'horizontale au droit des nez de plancher, mais également aux angles de baies et qui sont dues à des déformations de la construction en bois (tassement) ainsi qu'à la présence d'éléments visant à améliorer le comportement acoustique dans la structure	
ETICS (WF, isolant en fibre de bois) sur structure à ossature en bois avec panneaux supports d'ETICS	Façade très exposée aux intempéries dépourvue de mesures de protection spécifiques (absence de débord de toiture, par exemple) et apparition de salissures	
	Pourrissement de l'isolant en fibre de bois observé lors du sondage au droit d'une fissure	
ETICS (EPS, polystyrène expansé) sur structure à ossature en bois avec panneaux supports d'ETICS	Absence de rehausse latérale sur les seuils et fissuration au niveau du raccord avec le châssis (absence de joint souple) favorisant la pénétration d'eau et l'apparition de dégradations	
	Fissuration de l'enduit le long d'un joint entre des panneaux d'isolation en EPS et observation de moisissures à la surface du panneau support lors du sondage	

(Voir suite p. 11)



ANNEXE 2 PATHOLOGIES RECENSÉES EN BELGIQUE (SUITE)

Composition du système	Pathologie	
	Description	Illustration
ETICS (WF, isolant en fibre de bois) sur structure à ossature en bois avec panneaux supports d'ETICS (pas encore de pathologie visible)	ETICS en butée de surface horizontale où de l'eau peut stagner. Absence d'une garde suffisante pour assurer la protection contre le rejaillissement de l'eau de pluie	
	Absence d'une barrière à la vapeur et surtout d'une étanchéité à l'air continue (le local est une chambre dotée d'une douche ouverte)	
ETICS (WF, isolant en fibres de bois) présentant des problèmes d'aspect	ETICS fixé directement à l'ossature sans panneau support. Trame des fixations mécaniques visible sous certaines conditions d'observation uniquement. Les causes potentielles sont une déficience de stabilité dimensionnelle de l'isolant, une fixation trop en profondeur ou les conséquences de la succion du vent.	
	ETICS sur maçonnerie et sur structure à ossature en bois sans panneau support d'ETICS. Trame du recouvrement des armatures de l'enduit de base visible sous certaines conditions d'observation. Le treillis d'armature aux fils plus grossiers utilisé dans le cas présent est plus difficilement marouffable dans la couche de base.	
ETICS (WF, isolant en fibre de bois) fixé directement sur une ossature en bois sans panneaux supports. Insufflation de ouate de cellulose entre les montants de l'ossature après mise en œuvre de l'enduit	Décollement de l'enduit ainsi que d'une couche mince de l'isolant en raison de la pression exercée lors de l'insufflation de l'ouate de cellulose (faible résistance du panneau d'isolation)	