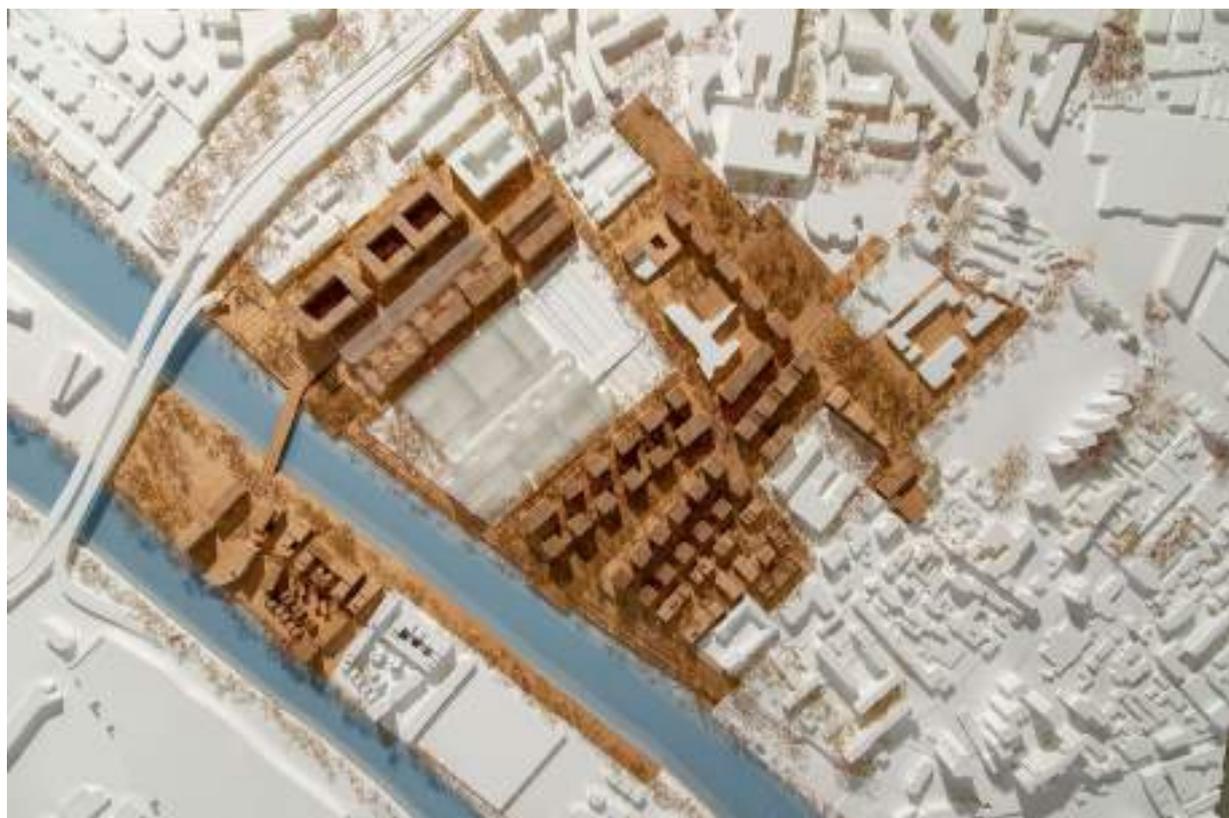


Guide d'aide à la conception d'ETICS sur construction ou façade à ossature bois



Guide élaboré à l'occasion de la conception
du Village des Athlètes



en partenariat avec



avec le soutien de



Illustrations : Jean-Marc LAUBY

Couverture : © SOLIDEO

Le présent guide ne se substitue en aucun cas aux textes de référence, qu'ils soient réglementaires (lois, décrets, arrêtés, etc.), normatifs (normes, DTU ou règles de calcul) ou codificatifs (Avis Techniques, CPT, etc. qui doivent être consultés.

Le CSTB décline toute responsabilité quant aux conséquences directes ou indirectes de toute nature qui pourraient résulter de toute interprétation erronée du contenu du présent guide.

Remerciements

La SOLIDEO et le CSTB remercient les opérateurs immobiliers du Village des athlètes et les représentants de la filière bois pour leur implication et leur participation dans l'élaboration de ces guides, véritable héritage méthodologique pour la construction bois :

- La SCCV Quinconces – Icade, CDC et CDC habitat ;
- La SCCV Saint-Ouen Héritage – NEXITY, EIFFAGE IMMOBILIER et CDC Habitat ;
- La SAS Seine Ampère – Vinci Immobilier Aménagement ;
- France Bois 2024 ;
- ADIVBOIS.

La SOLIDEO remercie également l'AQC pour son accompagnement et son expertise.

Préambule

La **Société de livraison des ouvrages olympiques (SOLIDEO)** est un établissement public à caractère industriel et commercial (EPIC) dépendant de l'État. Selon les termes de l'article 53 de la loi n° 2017-257 du 28 février 2017, « Elle peut assurer la maîtrise d'ouvrage (etc.) de certaines opérations d'aménagement. Pour la réalisation de cette mission, la société exerce les compétences reconnues aux établissements publics d'aménagement. ».

Ainsi, la SOLIDEO a la charge d'aménager les sites olympiques et paralympiques dans le cadre d'un projet urbain durable, en lien avec les projets des collectivités territoriales.

Elle a pour missions de :

- veiller à la livraison de l'ensemble des ouvrages et à la réalisation de l'ensemble des opérations d'aménagement nécessaires à l'organisation des Jeux Olympiques et Paralympiques 2024 (JOP 2024), dans les délais fixés par le Comité International Olympique ;
- veiller à la pérennisation de ces ouvrages et de ces opérations à l'issue des JOP 2024.

Pour ce faire, elle doit :

- coordonner, notamment en organisant leurs interventions, les maîtres d'ouvrage et maîtres d'ouvrage délégués responsables des ouvrages et des opérations d'aménagement nécessaires à l'organisation des JOP 2024 ;
- conclure avec ces maîtres d'ouvrage des conventions relatives au financement et au calendrier de livraison des ouvrages ou de réalisation des opérations d'aménagement ;
- contrôler le respect de ce calendrier de livraison ou de réalisation, le cas échéant, se substituer au maître d'ouvrage, en cas de défaillance de celui-ci.

Le **Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB)** exerce des missions dans les domaines suivants : les recherches scientifiques et techniques et expertises pour le secteur de la construction et le logement, l'amélioration de la qualité des constructions et de son environnement ainsi que celle de l'information des professionnels. Spécialiste de l'évaluation des produits et procédés innovants, il établit, applique et fait appliquer des référentiels qui contribuent à une meilleure qualité dans les produits, procédés industriels associés au bâtiment. Il est en outre en contact permanent avec les industriels développant des produits innovants et dispose ainsi d'une vision unique des technologies actuelles, des acteurs et des besoins du marché.

Dans le cadre d'une coopération, la SOLIDEO souhaite s'appuyer sur les compétences et l'expertise du CSTB dans le domaine des opérations de constructions bois prévues pour les JOP 2024. Le CSTB pourra ainsi anticiper et faciliter l'évaluation des produits et procédés innovants, afin de faciliter l'accès de la construction bois au marché du projet JOP 2024.

Plus généralement, les actions d'intérêt général menées par le CSTB et la SOLIDEO devront permettre de renforcer les recherches dans le domaine des opérations de constructions bois et biosourcées.

Cet objectif commun se traduit par la mise à disposition de guides de conception sur des systèmes de façades à ossature bois. Le CSTB et la SOLIDEO mettront en place, en parallèle un plan de valorisation et de diffusion des guides produits conjointement.

■ Objet de ce guide

La SOLIDEO aménage les sites olympiques et paralympiques dans le cadre d'un projet urbain durable, en lien avec les projets des collectivités territoriales.

La SOLIDEO mène à ce titre ses missions afin :

- de garantir la livraison des ouvrages olympiques dans les délais requis ;
- de veiller au financement de tous les investissements et à la conduite de tous les travaux nécessaires à l'organisation des JOP 2024 ;
- d'assurer la reconversion des ouvrages à l'issue des Jeux (phase héritage).

Dans le cadre de la coopération commune, la SOLIDEO se fixe pour objectif de favoriser l'innovation qui sera mise en œuvre sur les systèmes de façades prévus dans le village des athlètes des JOP 2024. En ce sens, elle engagera des actions dédiées auprès des opérateurs immobiliers afin de recenser, rassembler et mettre à disposition du CSTB l'ensemble des dossiers de conception visant des technologies non traditionnelles de type ETICS sur FOB/COB ou bien bardage de terre cuite sur FOB/COB notamment.

Dans le cadre de l'aménagement du village des athlètes des JOP 2024, le CSTB met à contribution son expertise pour s'assurer que les constructions prévues par les équipes lauréates puissent servir de démonstrateurs de l'innovation face aux nouveaux enjeux de la ville au XXI^e siècle.

L'évaluation des innovations par le CSTB apporte aux acteurs de la construction des informations fiables sur les niveaux de performances et de durabilité des composants (procédés, matériaux, éléments ou équipements, etc.), dans un domaine d'emploi et des conditions de mise en œuvre bien définis. Le CSTB accompagne les acteurs de la construction en favorisant l'émergence d'innovations et leur accès au marché, tout en les sécurisant.

Cet accompagnement se traduit par la réalisation de deux actions visant à faciliter l'appropriation par les équipes de maîtrise d'ouvrage de techniques non traditionnelles d'isolation thermique par l'extérieur mises en œuvre sur support bois et souhaitées sur les opérations du village des athlètes :

- Action 1 : Rédiger un document de conception d'un ETICS sur FOB/COB prenant la forme d'un guide facilitant l'obtention d'une Appréciation Technique d'Expérimentation (ATEX) de réalisation ou d'Avis Technique (ATec) pour une reconnaissance en technique courante ;
- Action 2 : Rédiger un document de conception d'un bardage de terre cuite sur FOB/COB prenant la forme d'un guide facilitant l'obtention d'une Appréciation Technique d'Expérimentation (ATEX) de réalisation ou d'Avis Technique (ATec) pour une reconnaissance en technique courante.

NOTE

Une reconnaissance en technique courante est possible sous réserve de l'obtention d'une ATEX favorable ou d'un ATec/Document Technique d'Application (DTA) figurant dans la Liste Verte de la C2P.

Ce guide a pour but de répondre à l'action 1 citée ci-dessus.

S O M M A I R E

7	PARTIE 1 : Domaine d'application du guide
7	1.1 Domaine d'emploi
8	1.2 Caractéristiques spécifiques aux bâtiments
11	PARTIE 2 : Matériaux
11	2.1 Bois de structure
11	2.2 Isolant de la paroi support (COB ou FOB) présent entre les montants
13	2.3 Membranes de paroi
17	2.4 Écrans rigides
18	2.5 Menuiseries
21	2.6 Revêtement extérieur : ETICS
23	PARTIE 3 : Conception de la paroi support
23	3.1 Structure porteuse
25	3.2 Constitution de la paroi support en partie courante
28	3.3 Conditions de fabrication et de mise en œuvre
30	3.4 Points singuliers
49	PARTIE 4 : Revêtement extérieur – ETICS
49	4.1 Constitution du revêtement extérieur de type ETICS
51	4.2 Conditions de mise en œuvre
54	4.3 Paroi en partie courante
58	4.4 Points singuliers
77	PARTIE 5 : Justifications de l'aptitude à l'emploi
77	5.1 Stabilité
79	5.2 Sécurité en cas d'incendie
80	5.3 Résistance au vent
82	5.4 Résistance aux chocs
83	5.5 Étanchéité
83	5.6 Durabilité
87	ANNEXE A : Réglementation, normes et autres documents de référence
87	A.1 Textes législatifs et réglementaires
88	A.2 Normes DTU
89	A.3 Eurocodes
90	A.4 Normes
92	A.5 Cahiers de Prescriptions Techniques, Guides, Règles Professionnelles
93	ANNEXE B : Essais à réaliser
93	B.1 Détermination de la résistance à l'arrachement d'une colle sur un panneau support
94	B.2 Compatibilité des adhésifs
95	B.3 Essai AEV

98	B.4 Essais spécifiques pour les ETICS
99	B.5 Essais spécifiques pour les isolants biosourcés en fibres de bois, en remplissage des COB ou des FOB
101	ANNEXE C : Calculs à réaliser
101	C.1 Détermination de la flèche du support
102	C.2 Hypothèses pour les calculs des transferts hygrothermiques
105	ANNEXE D : Gestion de l'humidité en phase chantier
107	ANNEXE E : Appréciation de laboratoire (n° AL 20-295) d'ETICS sur COB/FOB
119	ANNEXE F : Liste des justifications particulières à apporter à l'appui d'une demande d'ATEX avec ETICS sur COB/FOB

Domaine d'application du guide

Ce guide définit les spécifications des matériaux et de mise en œuvre pour les travaux d'enveloppe à ossature bois (façade ou mur à ossature bois) conformément aux recommandations des normes NF DTU 31.2 (mai 2019) et NF DTU 31.4 (mai 2020), des ATec et/ou des DTA, ainsi qu'aux prescriptions techniques spécifiques à ce domaine d'application et à la composition des ouvrages.

Le présent guide est applicable pour le domaine d'emploi ainsi que pour les caractéristiques des bâtiments précisés ci-après.

1.1 Domaine d'emploi

- **Travaux neufs**
- **Situation (zone d'application du guide) :** France Métropolitaine avec les limites définies ci-après :
 - **Vent** (région vent, catégorie de terrain, pression de vent maximale visée)
 - Région de vent : 1 et 2 (hors La Défense)
 - Catégorie de rugosité du terrain : II, IIIa, IIIb et IV
 - **Sismique** (zone de sismicité, catégorie d'importance de bâtiment, etc.)
 - Zone de sismicité 1 – Bâtiments de catégorie d'importance I, II, III et IV
 - Zone de sismicité 2 – Bâtiments de catégorie d'importance I et II
 - Zone de sismicité 3 et 4 – Bâtiments de catégorie d'importance I
- **Exigence vis-à-vis de l'étanchéité à la pluie**
 - Exigence Ee1 ou Ee2 conformément au NF DTU 31.2 ou NF DTU 31.4 pour les bâtiments de hauteur inférieure ou égale à 28 m.
 - Exigence minimale Ee2 conformément au NF DTU 31.2 ou NF DTU 31.4 pour les bâtiments dont la hauteur est comprise entre 28 et 50 m.

Tableau 1 : Exigences en termes d'étanchéité à la pluie en fonction de la hauteur des bâtiments et des pressions de vent

Région de vent ^a	Catégorie de rugosité du terrain ^a	Hauteur du plancher bas du dernier niveau H (m) ^b			
		H ≤ 9	9 < H ≤ 18	18 < H ≤ 28	28 < H ≤ 50
1	IV	Ee1	Ee1	Ee1	Ee2
	IIIb	Ee1	Ee1	Ee1	
	IIIa	Ee1	Ee1	Ee1	
	II	Ee1	Ee1	Ee1	
2	IV	Ee1	Ee1	Ee1	
	IIIb	Ee1	Ee1	Ee1	
	IIIa	Ee1	Ee1	Ee2	
	II	Ee1	Ee1	Ee2	

^a Définies conformément à la norme NF EN 1991-1-4 et ses annexes nationales.

^b Hors plancher intermédiaire de duplex au dernier niveau.

- **Zone termitée :** du fait de la présence de termites en Ile de France et dans d'autres régions en France métropolitaine, des dispositions spécifiques sont à prévoir dans le cadre de la durabilité notamment des bois.

1.2 Caractéristiques spécifiques aux bâtiments

- Destination des ouvrages
- Bâtiment d'habitation jusqu'à la 4^e famille (au sens incendie) – Conception des ouvrages d'ETICS à parois planes et verticales sur FOB (NF DTU 31.4) ou sur COB (NF DTU 31.2).

– Hauteur (nombre d'étages) :

- bâtiments dont le plancher bas du dernier étage est inférieur ou égal à 50 m pour les FOB ;
- bâtiment dont le plancher bas du dernier étage est inférieur ou égal à 28 m pour les COB.

NOTE

Il s'agit des planchers bas du dernier niveau au sens de la réglementation incendie.

– Structure :

- fonctionnement statique des panneaux FOB : isostatique, c'est à dire que le poids propre des panneaux à ossature bois de FOB est repris sur 2 points ;

NOTE

Le fonctionnement hyperstatique, non visé dans ce guide, est spécifique et demande des études particulières (cf. Annexe C).

- rigidité de structure (ossature porteuse : béton, charpente bois, mixte – béton/acier) ;
- façade en COB ou FOB filante ou semi-filante.

– Typologie de locaux :

- locaux à faible et moyenne hygrométrie au sens de l'Annexe B des normes NF DTU 31.2 et NF DTU 31.4 (soit un taux d'humidité inférieur ou égal à 5 g/m³) ;

ATTENTION

Les autres types de locaux à forte et très forte hygrométries ne sont pas visés dans ce guide et nécessitent des études complémentaires.

- locaux ponctuellement et temporairement rafraîchis ou non en période chaude par un système d'appoint associé à la ventilation mécanique, dans le respect des conditions des normes NF DTU 31.2 et NF DTU 31.4 ($\Delta T_{int}/T_{ext} < 5 \text{ °C}$).

■ Remplissage de la paroi COB ou FOB par :

- un isolant à base de laine minérale conforme au § 2.2.1 ;
- un isolant biosourcé (fibres de bois) conforme au § 2.2.2.

■ Éventuel complément d'isolation intérieure par un isolant à base de laine minérale ou de fibres de bois.

■ Pose d'ETICS avec isolant en laine de roche d'épaisseur 60 à 120 mm pour des systèmes d'enduit présentant les caractéristiques et les performances désignées dans le présent document.

■ Traitement des points singuliers

– Menuiseries :

- traitement spécifique des encadrements de baies par pièces d'acier rapportées avec recouvrement (Ee1) ou précadre soudé étanche (Ee1 ou Ee2) ;
- calfeutrement des menuiseries : en tunnel ou en applique intérieure du précadre ;
- menuiserie sous certification ou sous ATec avec niveau de classement ad hoc pour l'usage prévu – menuiserie bois, aluminium ou mixte bois/aluminium. Position de la menuiserie dans le précadre : du nu extérieur au nu intérieur, en tunnel.

– Acrotères.

– Balcons, terrasses :

- balcon en porte à faux ;
- balcon suspendu ;
- balcon en appuis ;
- balcon autoportant.

NOTE

Certaines configurations de balcons pourront être limitées du fait du risque lié à l'étanchéité à l'eau au niveau de la jonction façade/balcon.

- Traversées de parois.
- Jonctions entre différents parements.
- Traitement des sujets suivants :
 - stabilité de l'ouvrage ;
 - risque incendie : réalisation d'une Appréciation de laboratoire spécifique à ce guide vis-à-vis du risque de propagation du feu par les façades soumises aux exigences de l'arrêté du 7 août 2019 ;
 - résistance au vent ;
 - résistance aux chocs ;
 - étanchéité à l'eau ;
 - durabilité : réalisation d'une étude hygrothermique sous l'outil WUFI pour vérifier le risque de condensation associé à la mise en œuvre d'un isolant biosourcé dans la FOB.

ATTENTION

Ce guide ne vise pas :

- la préfabrication en atelier incluant la pose des revêtements extérieurs (ETICS).
Seule la préfabrication des COB ou des FOB est envisageable ;
- la mise en œuvre de membranes hygro-régulantes (S_d variable).

Matériaux

Dans cette partie, les caractéristiques minimales des matériaux pour la composition de la paroi complète seront définies ainsi que les préconisations complémentaires en extension du domaine d'emploi du NF DTU 31.2 et du NF DTU 31.4.

2.1 Bois de structure

L'ossature bois des COB et des FOB est réalisée avec des bois dits de structure respectivement conformes au NF DTU 31.2, partie 1.2, et NF DTU 31.4, partie 1.2 :

- bois massifs structuraux ;
- bois massifs reconstitués (BMR), bois lamellés collés (BLC) ;
- bois massifs aboutés (BMA).

2.2 Isolant de la paroi support (COB ou FOB) présent entre les montants

2.2.1 Isolant laine minérale présent entre les montants du support

Les matériaux isolants à base de laine minérale sont conformes aux NF DTU 31.2 (COB) et aux NF DTU 31.4 (FOB).

Pour l'application du présent guide, les spécifications définies dans les DTU sont renforcées par les dispositions ci-dessous.

Les produits isolants devront satisfaire aux exigences définies ci-après :

Tableau 2 : Caractéristiques spécifiques des isolants en laine minérale

Caractéristiques essentielles NF EN 13162	Unité	Valeur
Résistance thermique	m ² .K/W	≥ 0,5
Conductivité thermique	W/mK	≤ 0,060
Absorption d'eau à court terme WS déterminée selon la norme NF EN 1609	kg/m ²	≤ 1
Classe de tolérance d'épaisseur déterminée selon la norme NF EN 823 (méthode B1, 50 Pa)	–	T2 minimum
Résistivité au passage de l'air A _{Fr} déterminée selon la norme NF EN ISO 9053-1	–	A _{Fr} 5
Semi-rigidité (en complément des exigences de la norme NF EN 13162) critère à satisfaire D (déviation sous poids propre)	m	0,12

La certification ACERMI ou équivalente permet de garantir le respect des caractéristiques requises pour les isolants.

De par sa position dans la paroi et au vu des caractéristiques des autres composants (panneau stabilité, écran thermique, membrane...), la résistance thermique totale de l'isolation, comprenant le remplissage entre montants en laine minérale ou en isolant biosourcé, l'ETICS en laine de roche ainsi qu'un éventuel complément d'isolation intérieure, doit être inférieure ou égale à 8,2 m².K/W afin

d'éviter le risque de condensation à l'interface entre l'isolant extérieur et le système d'enduit, composant l'ETICS.

Si cette condition n'est pas respectée, une étude hygrothermique spécifique doit être réalisée pour évaluer les risques liés à l'humidité dans la paroi.

2.2.2 Isolant biosourcé – fibres de bois présent entre les montants du support

Les normes NF DTU 31.2 et NF DTU 31.4 ne visent pas à ce jour les isolants biosourcés, ni même l'isolant en fibres de bois.

Ce paragraphe précise les spécifications pour ce type d'isolant.

L'isolant en fibres de bois doit faire l'objet d'une évaluation spécifique du Groupe Spécialisé 20 de type ATEX ou ATEC/DTA visant leur emploi en isolation entre montants pour COB ou FOB.

Pour l'application du présent document, les spécifications de l'évaluation de l'isolant sont renforcées par les prescriptions ci-dessous.

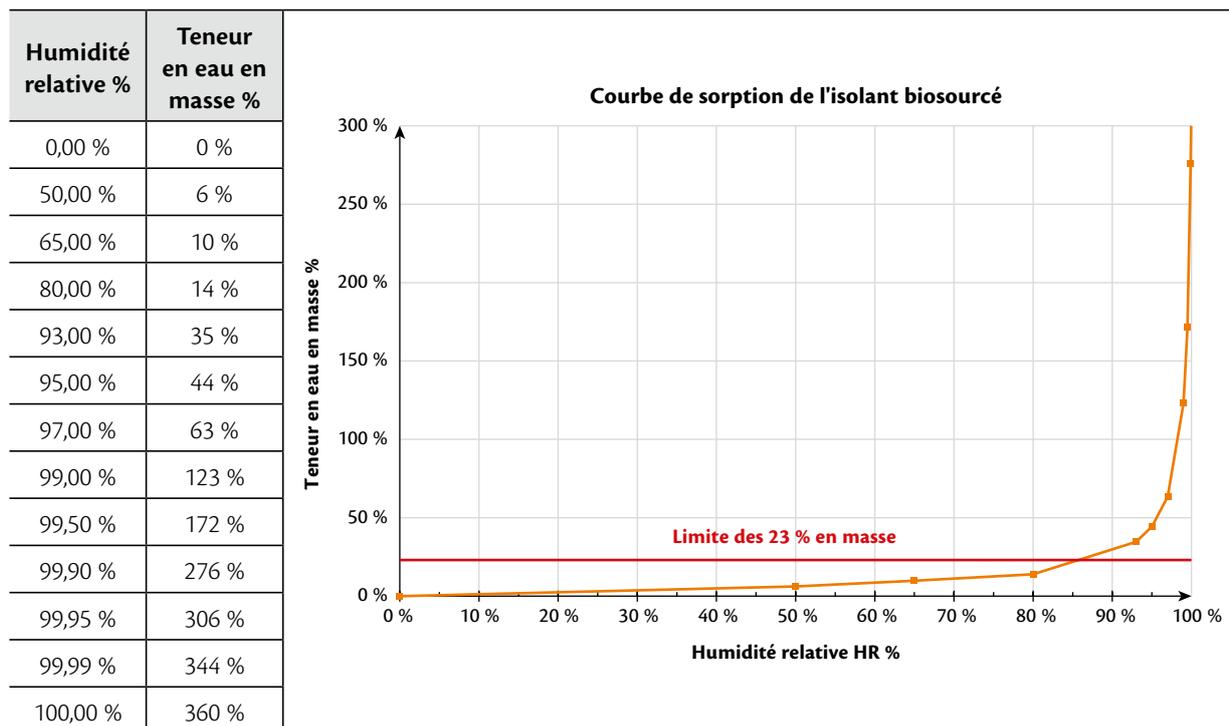
Tableau 3 : Caractéristiques spécifiques des isolants en fibres de bois

Caractéristiques essentielles NF EN 13171	Unité	Valeur
Résistance thermique	m ² .K/W	≥ 0,5
Conductivité thermique	W/mK	≤ 0,060
Absorption d'eau à court terme WS déterminée selon la norme NF EN 1609	kg/m ²	≤ 9
Classe de tolérance d'épaisseur déterminée selon la norme NF EN 823 (méthode B1, 50 Pa)	–	T2 minimum
Résistivité au passage de l'air AFR déterminée selon la norme NF EN ISO 9053-1	–	AFr5

La certification ACERMI ou équivalente permet de garantir le respect des caractéristiques requises pour les isolants.

L'isolant en fibres de bois est semi-rigide (selon le test de déviation sous poids propre décrit dans l'Annexe A du NF DTU 31.2, partie 1.2).

Tableau 4 : Courbe de sorption de l'isolant biosourcé type



De par sa position dans la paroi et au vu des caractéristiques des autres composants (panneau stabilité, écran thermique, membrane...), l'isolant biosourcé doit répondre à deux critères importants pour éviter les risques liés à l'humidité que sont la condensation et le développement fongique :

- la résistance thermique totale de l'isolation, comprenant le remplissage entre montants en isolant biosourcé, l'ETICS en laine de roche ainsi qu'un éventuel complément d'isolation intérieure, doit être inférieure ou égale à $8,2 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ afin d'éviter le risque de condensation à l'interface entre l'isolant extérieur et le système d'enduit ;
- sa courbe de sorption doit être inférieure ou égale à la courbe ci-dessus, plus particulièrement pour les humidités relatives inférieures à 85 %.

Si ces deux critères ne sont pas respectés, une étude hygrothermique spécifique doit être réalisée pour évaluer les risques liés à l'humidité dans la paroi.

2.2.3 Complément d'isolation intérieure éventuel

Le complément d'isolation est situé dans le vide entre le parement intérieur en plaque de plâtre et la membrane pare-vapeur. Le complément d'isolation intérieure n'est pas obligatoire.

Une lame d'air de 45 mm à 60 mm d'épaisseur n'aura pas d'incidence dans les transferts hygrothermiques. Cette lame d'air peut être isolée par de la laine minérale ou de la fibre de bois.

La surisolation intérieure devra respecter la règle dite des « 1/3-2/3 », c'est-à-dire que la résistance thermique de la surisolation intérieure doit être supérieure au tiers de la résistance thermique totale de la paroi.

2.3 Membranes de paroi

Ce paragraphe spécifie les caractéristiques minimales des membranes souples assurant l'étanchéité à l'eau et l'étanchéité vis-à-vis des transferts de vapeur d'eau dans les parois, ainsi que leurs accessoires (adhésifs), pour une mise en œuvre sur les parois visées par ce guide, ainsi que les préconisations complémentaires en extension du domaine d'emploi du NF DTU 31.2 et du NF DTU 31.4.

2.3.1 Membrane souple pare-pluie

Les membranes souples pare-pluie permettent de garantir l'étanchéité à l'eau des parois en phase chantier et contribuent à la protection à l'eau de l'ossature bois en phase d'exploitation.

Le but principal de ce guide étant de permettre la réalisation d'une :

- construction à ossature en bois (COB) revêtue d'un ETICS, mise en œuvre jusqu'à une hauteur de 28 m

et

- façade à ossature en bois (FOB) revêtue d'un ETICS, mise en œuvre jusqu'à une hauteur de 50 m.

Les spécifications définies dans les NF DTU 31.2 et dans le NF DTU 31.4 sont renforcées par les dispositions ci-dessous.

Les membranes pare-pluie doivent respecter les performances spécifiques et des caractéristiques minimales définies dans le tableau ci-après.

Tableau 5 : Caractéristiques spécifiques des membranes souples pare-pluie

Critères	Norme	Unité	Exigence
Résistance à la pénétration d'eau Avant et après vieillissement	NF EN 1928 méthode A	–	W1
Vieillissement	–	h	1000
Valeur S_d	NF EN ISO 12572	m	$\leq 0,18$
Stabilité dimensionnelle	NF EN 1107-2	%	$\leq 1,5$
Résistance en traction – neuf	NF EN 12311-1	N/5cm	≥ 140
Résistance en traction – vieilli	NF EN 12311-1	N/5cm	≥ 100
Résistance à la déchirure au clou	NF EN 12310-1	N	≥ 100

Note : Plus la valeur S_d des membranes pare-pluie est faible, moins les transferts de vapeur d'eau à travers les parois seront bloqués.

La certification QB 38 permet de garantir le respect des caractéristiques nécessaires pour la mise en œuvre dans le domaine d'emploi visé. Le classement « E600 . J_f . C_2 » pour les membranes relevant de la norme NF DTU 31.2 ou NF DTU 31.4 est conforme au domaine d'application de ce guide.

NOTE

À défaut de bénéficier de cette certification, une réception par lot selon l'Annexe C du NF DTU 31.4, partie 1.2, doit être réalisée.

Il existe des procédés de panneaux rigides (non à base de bois) qui jouent la fonction de pare-pluie (voir § 2.4.1) ; ces panneaux sont appelés dans la suite du document « écran rigide fonction pare-pluie ».

2.3.2 Membrane souple pare-vapeur

Les membranes souples pare-vapeur permettent de réduire les transferts de vapeur d'eau à travers les parois en phase définitive ainsi qu'en phase chantier. Ces membranes conformes aux normes NF DTU 31.2 et/ou NF DTU 31.4 doivent être remplacées par les dispositions ci-dessous.

Les membranes souples pare-vapeur auront les caractéristiques minimales définies ci-après :

Tableau 6 : Caractéristiques spécifiques des membranes souples pare-vapeur

Critère	Norme	Unité	Exigence
Valeur de l'épaisseur de lame d'air équivalente, S_d	Méthode B – NF EN 1931	m	≥ 90
Résistance en traction	NF EN 12311-2	N/5 cm	≥ 100
Résistance à la déchirure au clou	NF EN 12310-1	N	≥ 40

Note : Plus la valeur S_d des membranes pare-vapeur est importante, plus les transferts de vapeur d'eau à travers les parois seront réduits. Les membranes pare-vapeur devront avoir une valeur $S_d \geq 90$ m.

Les membranes pare-vapeur servant au raccordement doivent posséder *a minima* les mêmes propriétés que les membranes pare-vapeur définies ci-dessus. Ces membranes peuvent être revêtues de surface autocollante (simple ou double face).

ATTENTION

Les membranes hygro-régulantes ne sont pas visées dans ce guide. Ces membranes doivent faire l'objet d'une évaluation spécifique de type Avis Technique visant une composition de paroi bien définie dans le dossier technique. Des études spécifiques des transferts hygrothermiques dans la paroi devront être réalisées notamment en tenant compte des accidents de façade (intégration de baie et/ou volet roulant, départ de paroi, acrotère, angle de paroi...).

2.3.3 Bandes adhésives

Ces bandes peuvent être des bandes adhésives ou des bandes de raccordement autocollantes destinées à être collées sur un élément de la construction. Ces bandes permettent d'assurer la continuité de l'étanchéité, au niveau des points singuliers, des constructions à ossature bois ou des façades à ossature bois. Les bandes adhésives sont conformes aux normes NF DTU 31.2 et/ou NF DTU 31.4 dont les spécifications définies sont renforcées par les prescriptions ci-après.

En complément des exigences de ces référentiels, les adhésifs devront faire partie du kit membranes pare-pluie ou pare-vapeur/adhésifs du fournisseur et la compatibilité devra être vérifiée conformément à l'Annexe B.2 de ce guide.

Les caractéristiques pour ces bandes adhésives dépendent de la position de mise en œuvre.

Pour les bandes mises en œuvre côté intérieur (système de barrière à la vapeur d'eau), les caractéristiques sont les suivantes :

Tableau 7 : Caractéristiques spécifiques des bandes adhésives mises en œuvre côté intérieur

Caractéristiques	Norme	Spécifications d'essai	Critère
Cisaillement – État neuf	NF EN 12317-2	Essai réalisé sur largeur utile du produit Délais de stabilisation : 24 h ou spécification fabricant	40 N
Cisaillement – Après vieillissement*	NF EN 12317-2	Essai sur largeur utile	≥ 70 % de la valeur initiale avec 30 N mini
Pelage	NF EN 12316-2	Essai sur largeur utile	25 N

* Vieillissement (1) : 50°C + 50 % HR pendant 168 h

Pour les bandes mises en œuvre côté extérieur (système d'étanchéité à l'eau), les caractéristiques sont les suivantes :

Tableau 8 : Caractéristiques spécifiques des bandes adhésives mises en œuvre côté extérieur

Caractéristiques	Norme	Spécifications d'essai	Critère
Cisaillement – État neuf	NF EN 12317-2	Essai réalisé sur largeur utile du produit Délais de stabilisation : 24 h ou spécification fabricant	40 N
Cisaillement – Après vieillissement*	NF EN 12317-2	Essai sur largeur utile	≥ 50 % de la valeur initiale avec 30 N mini
Pelage	NF EN 12316-2	Essai sur largeur utile	15 N

* Vieillissement (1) : 50°C + 50 % HR pendant 168 h

* Vieillissement (2) : selon la norme NF EN ISO 9047 – cf. Annexe B de ce guide

2.3.4 Autres dispositifs et accessoires participant à l'étanchéité à l'eau et servant de barrière à la vapeur d'eau

Les accessoires sont conformes aux normes NF DTU 31.2 et NF DTU 31.4. Cependant des spécifications complémentaires pour l'utilisation de ce guide sont définies dans les paragraphes ci-après.

■ Fonds de joint

Le fond de joint permet de réaliser un joint mastic entre deux éléments. Le matériau qui constitue le fond de joint doit être compressible et doit pouvoir résister à la pression du mastic lors de sa mise en œuvre.

Les caractéristiques des matériaux utilisés pour le fond de joint doivent être :

- résistants à l'humidité (imputrescibles) ;
- compatibles avec les différents matériaux en contact (mastic, primaire, support, etc.)
- résistants à une température de 70 °C en conservant l'intégralité de leurs caractéristiques ;

Le matériau pour le fond de joint peut être :

- mousse de polyéthylène expansé à cellules fermées ;
- mousse imprégnée de résine conforme à la norme NF P 85-570 (mousse de classe 1 et 2).

■ Mastics

Les mastics sont conformes, pour les mastics à extruder à la norme NF EN ISO 11600 et, pour les mastics en cordon préformé, aux normes NF P30-303 ou NF P30-305 ou NF P85-550. Les mastics doivent être de classe F 25E, F 12,5E ou F 12,5P afin de compenser les déformations des éléments composant la paroi à ossature bois.

NOTE

Le label SNJF permet de garantir les caractéristiques requises pour cet emploi.

Des essais de convenance doivent être réalisés, si le mastic est mis en œuvre sur des supports autres que le mortier, l'aluminium et le verre (essai de convenance réalisé conformément au NF DTU 44.1 P1-2). Les mastics doivent être également compatibles avec les membranes souples pare-pluie et les membranes souples pare-vapeur les essais ; sont définis dans l'Annexe B.3 de ce guide.

■ Mousses imprégnées pré-comprimées

Les mousses imprégnées pré-comprimées doivent être conformes à la norme NF P85-570.

Les mousses mises en œuvre doivent être de classe 1 conformément à la norme NF P85-570.

■ Manchons et œillets

Les manchons ou les œillets sont utilisés pour créer des perforations de paroi, tout en garantissant la continuité de l'étanchéité à l'eau et la continuité de la barrière à la vapeur d'eau.

Ces éléments sont en plastique souple ou en élastomère. Lorsqu'ils sont mis côté extérieur de la paroi, le matériau doit avoir une souplesse à basse température équivalente ou supérieure à celle de la membrane souple pare-pluie ($T \leq -5$ °C selon la norme NF EN 13859-2).

La mise en œuvre de ces dispositifs doit être faite par serrage sur la paroi afin de rétablir l'étanchéité à l'eau, côté extérieur, et à l'air, côté intérieur. Le serrage admis pour le rétablissement de l'étanchéité est obtenu soit par dispositions géométriques, soit par le diamètre du manchon ou de l'œillet qui doit être supérieur d'au moins 10 % par rapport à la dimension de l'élément traversé.

■ Angles plastiques préformés

Les angles plastiques préformés sont utilisés afin de rétablir la continuité de l'étanchéité dans les angles des baies, en évitant le pliage des membranes pare-pluie. Ces angles sont réalisés en thermoplastique souple ou en élastomère avec un matériau conforme à la norme NF EN 13956.

Les propriétés mécaniques sont :

Tableau 9 : Propriétés mécaniques des angles plastiques préformés

Caractéristiques	Norme	Unité	Critère
Résistance à la pénétration d'eau (État neuf et vieilli)	NF EN 13859-2	–	W1
Souplesse à basse température	NF EN 13859-2	°C	≤ -5
Vieillessement • pas exposés aux UV • exposés aux UV	NF EN 13859-2	h UV h UV	336 5000

Note : Les caractéristiques doivent être supérieures ou égales à celles de la membrane pare-pluie mise en œuvre.

Le recouvrement sur la face avant du panneau à ossature bois (du pare-pluie) doit être de 30 mm minimum et la hauteur de l'angle ainsi que sa profondeur sur le retour de baie doivent être de 100 mm minimum.

2.4 Écrans rigides

Ce paragraphe spécifie les caractéristiques minimales des écrans rigides en fonction des prescriptions des DTU, de l'Appréciation de laboratoire et des documents spécifiques aux chantiers des JOP. Ces écrans peuvent jouer un rôle de contreventement de l'ossature en bois ou de protection au feu d'éléments combustibles.

ATTENTION

Écran rigide fonction pare-pluie : uniquement envisageable pour bâtiment d'une hauteur maximale de 9 m.

2.4.1 Panneaux de stabilité et/ou de contreventement

Les panneaux de contreventement des COB assurent un rôle dans la stabilité du bâtiment. Les panneaux sont conformes au NF DTU 31.2, partie 1-2.

Les panneaux de stabilité des FOB n'assurent pas le rôle de contreventement du bâtiment mais de stabilité de l'élément de façade seul. Ces panneaux sont conformes au NF DTU 31.4, partie 1.2.

Les panneaux de stabilité ou de contreventement sont ainsi conformes au NF DTU 31.2 Partie 1-2 et NF DTU 31.4 Partie 1-2 respectivement pour les COB et pour les FOB. Ces panneaux sont du type :

- panneaux de contreplaqué ;
- panneaux Lamibois ;
- panneaux de lamelles minces, longues et orientées (OSB) ;
- panneaux de particules.

Il est rappelé que ces panneaux, lorsqu'ils ne sont pas support du complexe d'ETICS (c'est-à-dire côté extérieur), bénéficient d'une certification (respectivement CTB-X, CTB-OSB, CTB-H) ou doivent faire l'objet d'une réception par lot selon l'Annexe B des DTU précités.

Lorsqu'ils sont supports d'ETICS, seules les certifications définies dans le tableau extrait du Cahier 3729_V2 sont acceptées (voir tableau ci-dessous) :

Tableau 10 : 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	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.

Il existe des procédés de panneaux occupant la fonction de voile de stabilité ou de contreventement (voire même aussi de pare-pluie) qui ne sont pas à base de bois. Pour être employés, ils doivent faire l'objet d'une évaluation technique de type Atex de cas A ou Atec/DTA visant cet emploi.

NOTE

Lorsque les panneaux rigides assurent les fonctions de pare-pluie et d'écran thermique. Ils doivent avoir un classement au feu minimal A2, s3-d0.

2.4.1.1 Panneau intérieur

Le panneau intérieur à usage « voile travaillant » (contreventement ou stabilité) contribue à la rigidité de l'ouvrage. Les panneaux ont des épaisseurs variables.

Les caractéristiques du panneau côté intérieur, issues de l'étude hygrothermique, sont :

- épaisseur minimale de 12 mm ;
- facteur de résistance aux transferts de vapeur d'eau (μ) de 134 minimum ;
- valeur S_d : $S_d \geq 1,6$ m.

Le panneau, étant disposé du côté intérieur, contribue à la réduction des transferts d'humidité à travers cette paroi.

NOTE

Si il n'y a pas de panneau côté intérieur, il faudra adapter en conséquence la valeur S_d du pare-vapeur en l'augmentant de 1 ou 2 m.

2.4.1.2 Panneau extérieur

Le panneau côté extérieur sert de support d'ETICS et, éventuellement, d'écran thermique. Il est fixé aux montants pour rigidifier l'ensemble.

Les caractéristiques du panneau côté extérieur, issues de l'étude hygrothermique, sont :

- épaisseur maximale de 18 mm ;
- facteur de résistance aux transferts de vapeur d'eau (μ) de 650 maximum ;
- valeur S_d : $S_d \leq 11,7$ m.

2.4.2 Écran thermique

Des écrans thermiques intérieurs et/ou extérieurs peuvent être nécessaires pour protéger les éléments combustibles de l'ossature bois en cas d'incendie.

Les préconisations spécifiques à ces écrans (et leurs éventuels accessoires) seront définies par l'Appréciation de laboratoire générique établie dans le cadre de ce guide.

ATTENTION

Les procédés d'ETICS pour lesquels celui-ci joue le rôle d'écran thermique peuvent être employés sous réserve de bénéficier d'une Appréciation de laboratoire visant cet emploi, et que celle-ci soit respectée.

2.5 Menuiseries

Les menuiseries mises en œuvre dans les COB ou FOB doivent répondre aux exigences de la norme NF DTU 36.5 et doivent faire l'objet d'une évaluation spécifique auprès du Groupe Spécialisé 6 du type ATec ou DTA et/ou certification.

La norme NF DTU 36.5 considère que les menuiseries sont mises en œuvre sur un support étanche. Ce guide précisera les dispositions complémentaires pour déroger à la limitation en hauteur du domaine d'emploi des normes NF DTU 31.2 et NF DTU 31.4.

La menuiserie est toujours fixée et étanchée sur un cadre étanche (tableau de baie ou précadre). L'encadrement de baie constitue uniquement l'interface avec l'ETICS et permet de limiter les entrées d'eau dans l'isolant de l'ETICS. Pour des questions de limitation de la propagation du feu par la façade, l'encadrement de baie doit justifier de son étanchéité au feu jusqu'à la menuiserie, entraînant de fait de réaliser l'étanchéité de la menuiserie sur cet encadrement de baie, qui devient donc un précadre.

Une vérification de la continuité de l'étanchéité du système constructif de l'intégration de la menuiserie dans la façade bois sera demandée par typologie de configuration :

- La menuiserie doit justifier de son étanchéité intrinsèque (jonction dormant sur ouvrant, drainage...) au sens de la NF EN 14351 (Fenêtres et portes) avec les pressions indiquées dans le NF DTU 36.5 P3 ;
- Les dispositions constructives d'intégration de la menuiserie dans la façade seront à justifier au sens de la NF EN 13830 (Façades rideaux) suivant la typologie de façade (protocole défini dans l'Annexe B3 de ce guide).

2.5.1 Fenêtres et portes-fenêtres

Les menuiseries doivent disposer au préalable d'une évaluation afin de s'assurer que les performances annoncées au sens de la NF EN 14351-1 prennent en compte les exigences de robustesse précisées dans le NF DTU 36.5.

Du fait du mode préférentiel de mise en œuvre en tunnel des menuiseries, il est recommandé d'employer des cadres dormants présentant une surface lisse permettant une bonne mise en œuvre des calfeutremments réalisés en joints silicone sur fond de joint ou de mousses imprégnées.

NOTE

Dans tous les cas, les surfaces lisses devront être dégraissées avant mise en œuvre du produit de calfeutrement.

2.5.2 Précadres

Seuls les précadres métalliques soudés (étanche) ou assemblés sont visés dans ce guide.

Dans le cas d'un niveau d'exigence Ee1 et d'une hauteur de plancher bas du dernier niveau (hors plancher de duplex) inférieure ou égale à 28 m, le précadre pourra être :

- soit assemblé avec les oreilles soudées sur la bavette de l'appui de baie ;
- soit totalement soudé.

Dans le cas d'un niveau d'exigence Ee2 et/ou une hauteur du plancher bas du dernier niveau supérieure à 28 m, le précadre devra être soudé.

NOTE

D'autres solutions de précadre peuvent être envisagées. Il est possible d'avoir un assemblage de précadres permettant d'assurer pour l'un, la fonction « mécanique » (fixation de la menuiserie) et pour l'autre, la fonction d'étanchéité.

Les précadres doivent présenter un rejingot d'au moins 50 mm. Pour les précadres assemblés, la bavette de captage d'appui comprend des oreilles soudées d'une hauteur minimale de 50 mm et doit être au moins égale à la hauteur du rejingot. Les 2 angles formés par les oreilles et le rejingot sont soudés.

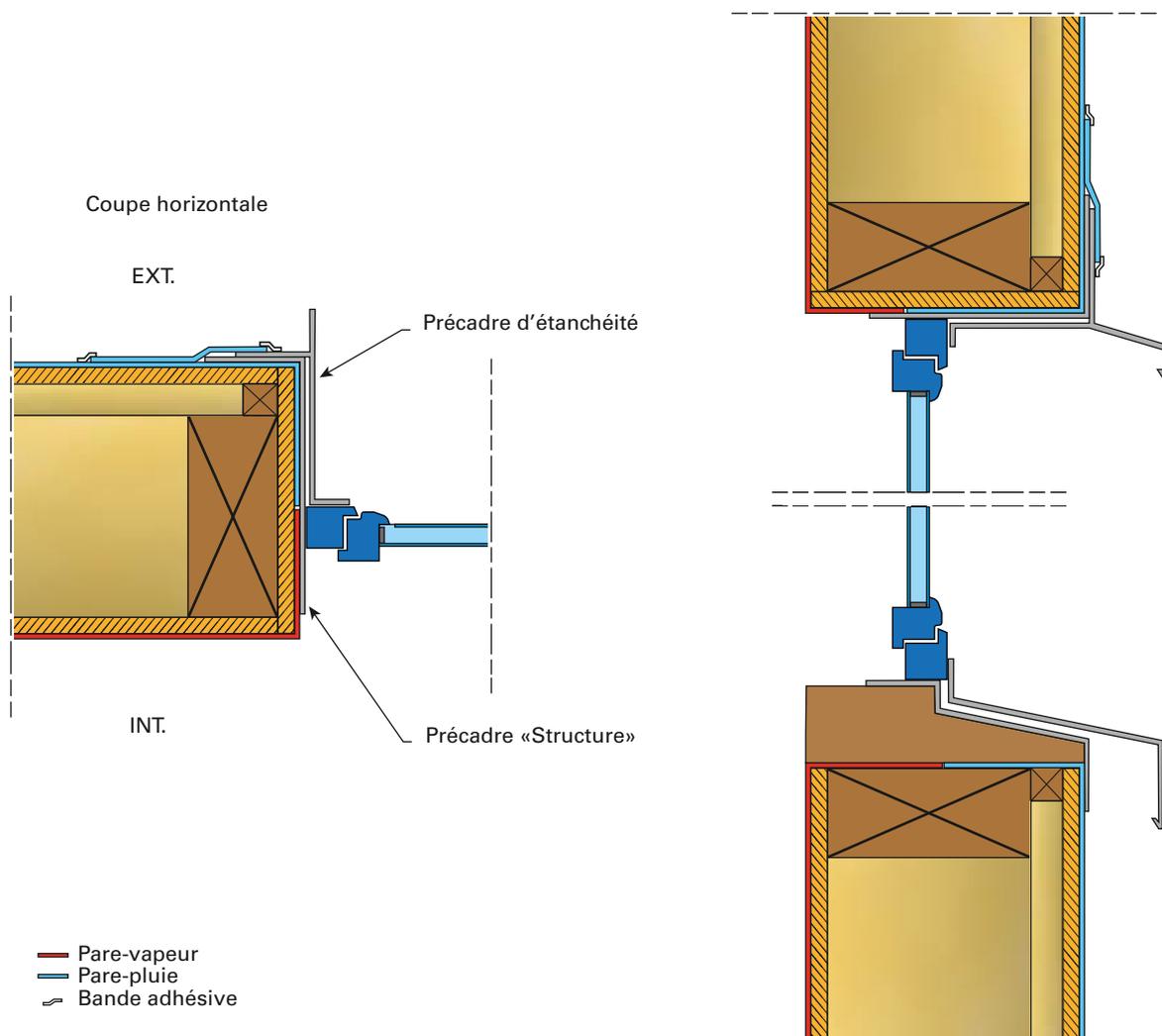


Figure 1 : Solution de doubles précadres

Les précadres doivent être en acier avec une épaisseur 10/10^e minimum.

En linteau, le précadre doit présenter une saillie d'au moins 20 mm par rapport au nu extérieur du parement du bardage.

2.5.3 Accessoires d'étanchéité

Les produits de calfeutrement à employer sont ceux précisés dans les normes NF DTU 36.5 P1-2 et NF DTU 31.2 ou NF DTU 31.4 :

■ Mastics

Mastics élastomères de classe F 12,5 E ou F 25 E ou des mastics plastiques de classe F 12,5 P selon la norme NF EN ISO 11600.

Ces produits assurant l'étanchéité par adhérence, il convient avant mise en application de s'assurer de l'adhésivité/cohésion du produit employé avec la matière du dormant et le support en place par des essais de convenance conformément au NF DTU 44.1.

■ Mousses imprégnées

Mousses imprégnées pré-comprimées ou non répondant aux spécifications de la classe 1 de la norme NF P 85-570 ; l'imprégnation par bitume et cire est exclue.

Ces produits assurant l'étanchéité par mise en compression entre deux faces parallèles, il convient avant mise en application de s'assurer que les jeux fonctionnels entre le dormant et le support étanche demeurent conformes au cahier des charges du produit.

■ Membranes d'étanchéité

Les membranes d'étanchéité souples à coller ou autocollantes à froid doivent faire l'objet d'un cahier des charges spécifiant les caractéristiques mécaniques et précisant en particulier les conditions à respecter pour la mise en œuvre.

Ces produits assurant l'étanchéité par adhérence, il convient avant mise en application de s'assurer de l'adhésivité/cohésion du produit employé avec la matière du dormant et le support en place par des essais de convenance permettant de valider la compatibilité chimique et la constance de performance.

2.6 Revêtement extérieur : ETICS

Les systèmes d'isolation thermique extérieure (ETICS), visés dans le présent document, sont constitués d'un système d'enduit appliqué directement sur des panneaux isolants fixés mécaniquement, au droit des montants du mur support (COB ou FOB) constitué comme décrit au paragraphe 3.

2.6.1 Fixations

Les fixations nécessaires à la mise en place des panneaux isolants de l'ETICS sont des vis à rosace.

Elles 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 doit être mentionnée dans la déclaration des performances de cette fixation.

Ces fixations sont constituées d'une rosace ajourée en plastique de diamètre 60 mm et d'une vis à bois aggloméré en acier électrozingué de diamètre 6 mm et d'une profondeur de vissage de 30 à 40 mm.

Ces fixations peuvent être associées éventuellement à une rosace complémentaire de diamètre supérieur ou égal à 90 mm.

La longueur des vis est choisie en fonction de l'épaisseur d'isolant, de l'épaisseur de l'éventuel calage et de la profondeur de vissage.

Les rosaces sont montées « à fleur » ou « à cœur » de l'isolant. Le montage « à cœur » ne peut être réalisé que pour des panneaux isolants de type monodensité. Il n'est pas visé pour des panneaux isolants de type « bidensité ».

ATTENTION

Agrafes : ces fixations ne sont pas visées dans ce guide.

2.6.2 Panneaux isolants

Il s'agit de panneaux isolants en laine de roche conformes à la norme NF EN 13162 en vigueur, d'épaisseur comprise entre 60 et 120 mm et faisant l'objet d'un marquage CE, d'une Déclaration des Performances, d'une Fiche de Données de Sécurité (FDS) et d'un certificat ACERMI ou équivalent, en cours de validité. Les caractéristiques des panneaux sont indiquées dans chaque certificat.

Les panneaux admis sont ceux indiqués dans l'Avis Technique (ou Document Technique d'Application) en cours de validité de l'ETICS sur support bois. Ceux-ci présentent une masse volumique supérieure ou égale à 90 kg/m³.

NOTE

Stockage : les panneaux doivent être stockés à l'abri des chocs et des intempéries. L'ouverture des emballages doit s'opérer le plus proche possible de l'emplacement de pose, et juste avant la pose.

2.6.3 Système d'enduit

Le système d'enduit est composé d'une couche de base armée d'un treillis en fibres de verre et d'un revêtement de finition. Dans un ATec (ou DTA) ETICS sur support bois, plusieurs revêtements de finition sont généralement visés constituant différentes configurations de l'ETICS.

ATTENTION

Seules les configurations présentant les caractéristiques et performances indiquées dans la partie 4 du présent guide, sont visées.
Les autres systèmes d'enduit ne sont pas visés dans ce guide.

2.6.4 Divers : accessoires

Les accessoires sont ceux indiqués dans l'ATec ou DTA ETICS sur support bois qui font principalement référence au paragraphe 3.9 du Cahier du CSTB 3035_V3.

Sont ainsi prévus les profilés de départ et d'arrêt latéral, les cornières de renfort d'angle, les profilés pour couvre-joints, les couvertines.

Lorsque ces accessoires sont fixés sur le support en bois, il convient de veiller à l'adaptation des fixations au support bois et à leur positionnement.

Outre ces accessoires classiquement utilisés, de nouveaux accessoires pourraient être nécessaires pour envisager une pose sur FOB ou pour garantir l'étanchéité à l'eau des façades.

2.6.4.1 Les accessoires de croisement de joints

Dans le cas de FOB, des joints verticaux et horizontaux doivent être ménagés dans l'ETICS au droit des joints entre les divers panneaux de l'ossature bois. Des accessoires doivent donc être prévus et mis en œuvre au niveau de ces intersections de joints, afin de limiter les passages d'eau tout en permettant les mouvements entre les différents panneaux.

NOTE

À notre connaissance, ce type d'accessoire n'est actuellement pas proposé par les détenteurs d'ETICS. Les caractéristiques à évaluer sont, notamment, la durabilité du produit et le maintien de leurs fonctions dans le temps.

2.6.4.2 Profilés d'évacuation des eaux d'infiltration ou des condensats

Afin d'éviter l'accumulation d'eau dans l'isolant de l'ETICS (due aux éventuelles infiltrations et à la possible condensation), il est nécessaire de prévoir des dispositifs permettant d'évacuer l'eau vers l'extérieur.

En complément de cette fonction première d'évacuation des eaux vers l'extérieur, le dispositif doit également répondre à d'autres exigences :

- Éviter les coulures et salissures sur l'ETICS en dessous du dispositif. Ainsi, le dispositif doit présenter un débord par rapport au nu extérieur de la façade et former une goutte d'eau (larmier).
- Empêcher l'eau de pluie d'entrer dans l'isolant et d'atteindre le support. Cela nécessite que le dispositif soit étanche et présente une pente vers l'extérieur, afin d'éviter la stagnation ou l'accumulation d'eau au niveau du dispositif.

NOTE

À notre connaissance, ce type d'accessoire n'est actuellement pas proposé par les détenteurs d'ETICS. Les caractéristiques à évaluer sont, notamment, la durabilité du produit et le maintien de leurs fonctions dans le temps.

Des schémas illustrant cette disposition sont présentés au paragraphe 4.4.5.

Conception de la paroi support

3.1 Structure porteuse

Les structures porteuses des bâtiments pourront être en structure poteaux/poutre béton ou en charpente bois. Les déformations de ces structures devront être limitées et permettre la mise en œuvre des façades à ossature bois dans la limite des déplacements admissibles par celles-ci et leur revêtement.

Les solutions constructives des façades à ossature bois conformes à la norme NF DTU 31.2 (COB) ont été établies en considérant que les déplacements restent limités aux seuls mouvements globaux du bâtiment. Il n'y a pas de déformations différentielles à considérer entre les panneaux de façade entre eux et avec les planchers ou poutres supports puisqu'ils sont liaisonnés. En tant que parois structurelles, ces façades assurent une fonction de contreventement par diaphragme et de descente de charge.

Les solutions de façades à ossature bois conformes à la norme NF DTU 31.4 (FOB) ne peuvent être établies que si ces façades ne contribuent pas à la stabilité de la structure du bâtiment et ne subissent pas les déformations induites par celle-ci ; il convient de prendre en compte les déformations différentielles entre les panneaux de façade et avec les planchers ou poutres supports.

Il convient donc d'intégrer dès la conception ces mouvements différentiels afin :

- d'éviter le contact vertical entre deux panneaux superposés, entraînant la mise en compression des éléments la façade,
- d'éviter le contact horizontal entre deux panneaux juxtaposés, entraînant une modification dans le transfert des charges aux niveaux des appuis,
- d'éviter le contact vertical ou horizontal entre les revêtements,
- de s'assurer de la continuité de service des étanchéités entre les panneaux, mais également entre les revêtements,
- de limiter les déformations (notamment dues à la déformation différentielle) entre deux montants consécutifs, en accord avec la capacité du revêtement extérieur à absorber ces mouvements induits.

Tableau 11 : Différences entre une COB et une FOB

	COB (NF DTU 31.2)	FOB (NF DTU 31.4)
Reprise des charges du/des panneau(x) supérieur(s)	✓	✗
Reprise des charges du/des plancher(s) supérieur(s)	✓	✗
Reprise des efforts de vent global du bâtiment (contreventement)	✓	✗
Reprise des efforts du vent sur le panneau	✓	✓
Mouvement différentiel entre planchers	✗	✓
Mouvement différentiel entre panneaux	✗	✓
Usage	Structurel (Travail conjoint avec la structure support)	Remplissage (Travail en indépendance de la structure support)
✓ sollicitation prise en compte ✗ sollicitation non prise en compte		

ATTENTION

Attention aux critères de dimensionnement des ossatures de COB ou de FOB indiqués au § 5.1.2 du présent Guide et au critère de déformation de l'ETICS avec un isolant en laine de roche qui en l'absence d'évaluation expérimentale, est limité à une déformation de 3 mm entre deux montants consécutifs de l'ossature bois (rangée de fixation de l'isolant de l'ETICS). Voir exemple de calcul en Annexe C1. Les procédés d'ETICS validés uniquement sur béton ou COB nécessitent une attention pour la mise en œuvre de ce type de revêtement extérieur sensible aux mouvements du support ; ceci nécessite donc l'établissement de prescriptions complémentaires pour permettre la mise œuvre sur FOB des Avis Techniques d'ETICS existants validés uniquement sur COB.

Afin de rester dans un usage non structurel, les panneaux de façade doivent intégrer dans leur conception les mouvements prévisibles du plancher ou de la poutre support.

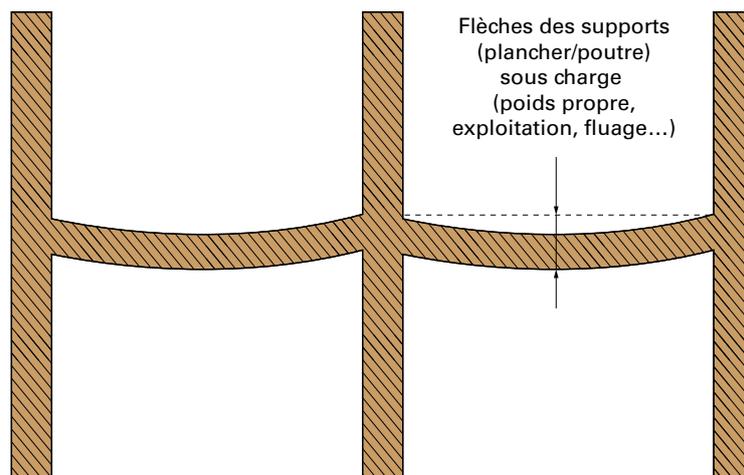


Figure 2 : Exemple de flèche de la structure support

ATTENTION

En aucun cas, les joints horizontaux entre panneaux, voire verticaux si les déformations transversales sont importantes, ne doivent provoquer une mise en compression d'un panneau adjacent.

Pour mémoire, les déformations des structures supports peuvent être générées par :

- déformation du support sous poids propre (instantanée, différée...);
- déformation du support sous vent normal à la paroi ;
- mise en parallélogramme sous vent transversal ;
- variation dimensionnelle due à la température ;
- variation dimensionnelle due à l'hygrométrie ;
- etc.

Plus que la valeur intrinsèque de ces déformations, il convient de prendre en compte le différentiel de ces mouvements pour correctement dimensionner les jeux périphériques des panneaux.

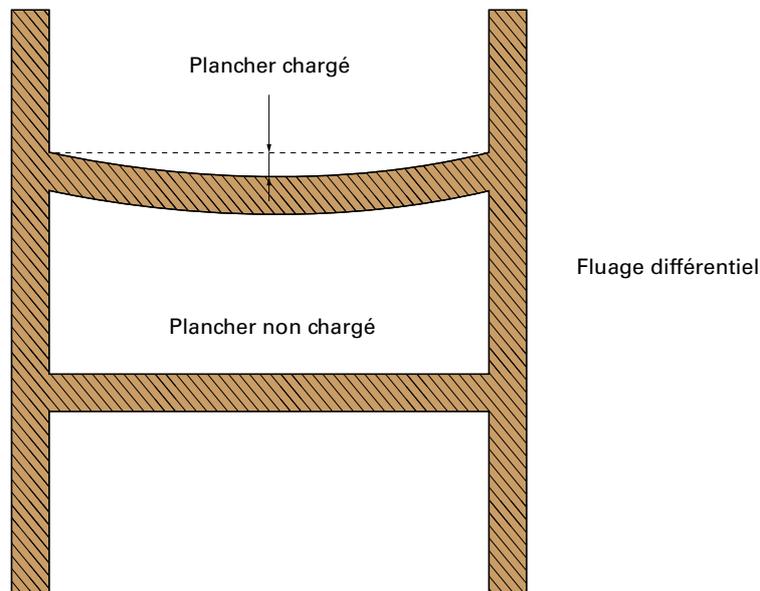


Figure 3 : Différentiel de flèche entre 2 planchers

3.2 Constitution de la paroi support en partie courante

Ce chapitre décrit les constitutions des cœurs de paroi visés, c'est-à-dire de la membrane pare-vapeur jusqu'à la membrane pare-pluie.

Plusieurs constitutions de paroi support sont envisagées :

- Cas d'une COB ou FOB jusqu'à 28 m
 - Ee1
 - Ee2
- Cas d'une FOB jusqu'à 50 m
 - Ee2

Il est possible d'avoir une façade à ossature bois filante ou semi-filante. Dans le cas de la façade semi-filante, le panneau supérieur est posé sur le plancher et le panneau inférieur arrive sous le plancher et il faut prévoir un complément d'isolation extérieure en ETICS devant le nez du plancher en laine de roche *a minima*.

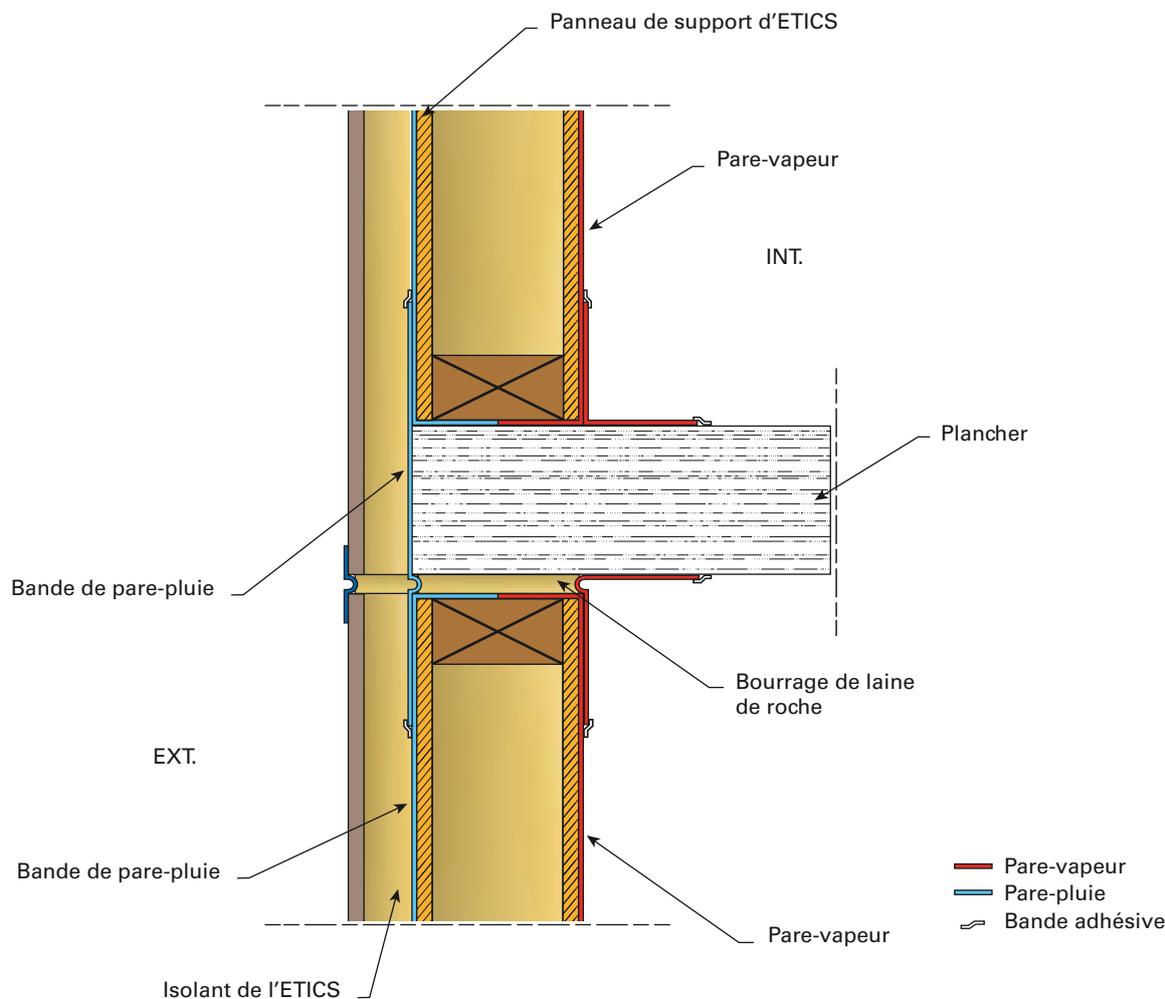


Figure 4 : Solution de façade semi-filante

NOTE

Dans le cadre des COB et FOB, le panneau de contreventement et/ou le voile de stabilité est situé en intérieur. Leur composition est alors de l'intérieur vers l'extérieur.

■ Constitution de la paroi :

- parement intérieur ;
- vide technique : vide ou isolé en contre cloisons ;
- pare-vapeur ;
- panneau de stabilité/de contreventement (voile travaillant) ;
- ossature en bois ;
- isolant placé entre les montants d'ossature ;
- panneau servant de support à l'ETICS.

■ Panneaux admissibles en support à l'ETICS :

- panneaux bois : cf. tableau 1 du Cahier 3729_V2/épaisseurs minimales ;
- panneaux « écran thermique » ;
- panneaux fonction « pare-pluie rigide » avec éventuellement fonction d'écran thermique.

Les panneaux supports d'ETICS permettent de réaliser un mur à cavité fermée.

■ Autres informations :

- le pare-vapeur présente une valeur de S_d supérieure ou égale à 90 m ;
- l'entraxe entre les montants de l'ossature est compris entre 45 et 60 cm.

Tableau 12 : Solutions avec et sans pare-pluie

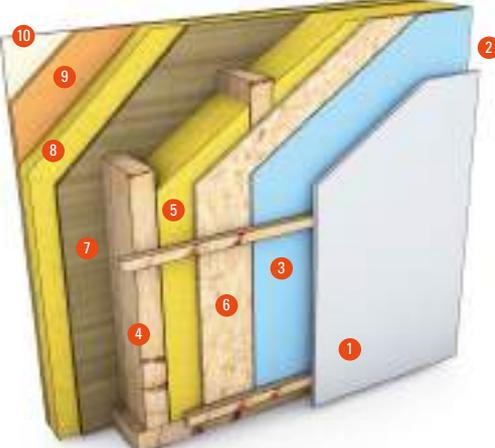
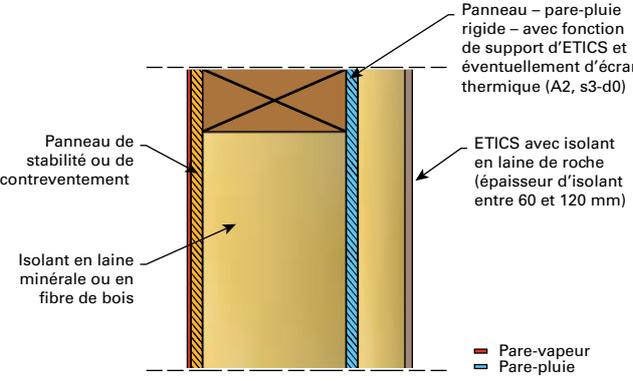
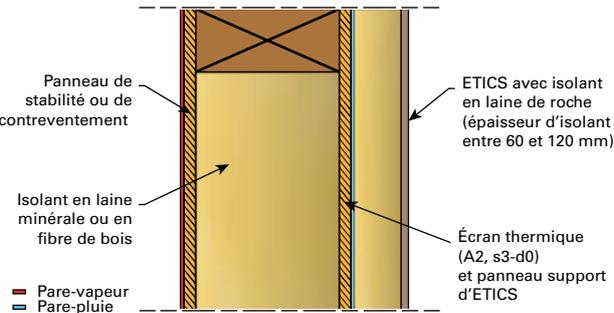
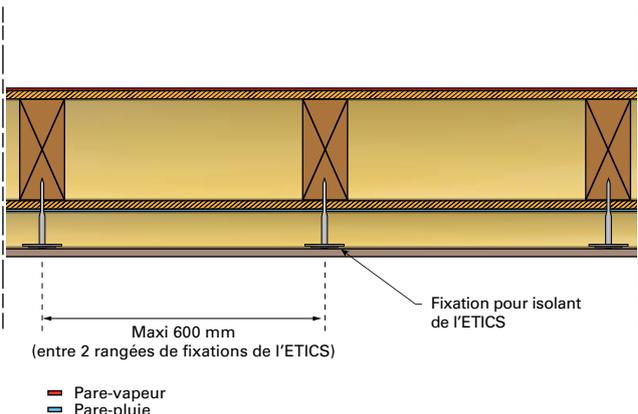
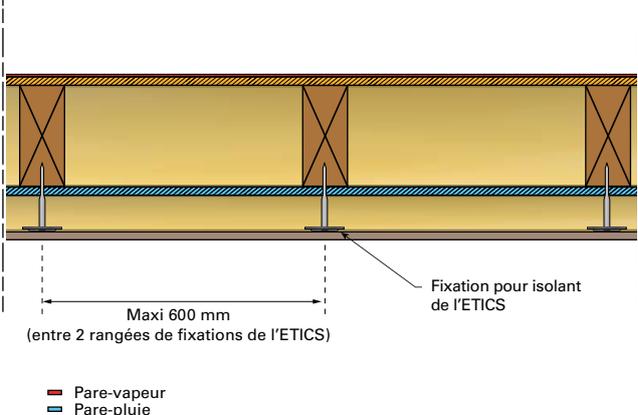
SCHÉMA	DESCRIPTION
PARTIE COURANTE – coupe verticale ou 3D	
<p style="text-align: center;">Solution sans pare-pluie</p>  <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="width: 45%;"> <p>1 Parement intérieur</p> <p>2 Vide technique</p> <p>3 Pare-vapeur</p> <p>4 Ossature verticale</p> <p>5 Isolation entre montants</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>6 Voile travaillant intérieur</p> <p>7 Panneau extérieur</p> <p>8 ETICS : isolant</p> <p>9 ETICS : couche de base armée</p> <p>10 ETICS : finitions</p> </div> </div> <p style="text-align: center; margin-top: 10px;">Figure 5 : Conception sans pare-pluie</p>	<p style="text-align: center;">Valable uniquement pour les bâtiments d'habitation 1^{re} et 2^e famille de hauteur ≤ 9m</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p style="color: red; font-weight: bold; margin: 0;">ATTENTION</p> <p style="margin: 0;">Cas du Cahier 3729_V2 mais non simulée dans l'étude hygrothermique.</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> • parement intérieur • vide technique isolé ou non • membrane pare-vapeur • panneau de stabilité/de contreventement (voile travaillant) • ossature en bois • isolant placé entre les montants d'ossature • panneau bois support d'ETICS (cf. tableau 1 du Cahier 3729_V2)
<p style="text-align: center;">Solution avec pare-pluie rigide</p>  <p style="text-align: center; margin-top: 10px;">Figure 6 : Conception avec pare-pluie rigide</p>	<p style="text-align: center;">Valable uniquement pour les bâtiments d'habitation 1^{re} et 2^e famille de hauteur ≤ 9m</p> <ul style="list-style-type: none"> • parement intérieur (hors guide) • vide-technique isolé ou non • membrane pare-vapeur • panneau de stabilité ou de contreventement (voile travaillant) • ossature bois avec isolant en laine minérale ou fibres de bois ($e_{max} = 200$ mm) • pare-pluie rigide avec fonction de support d'ETICS • ETICS en laine de roche fixé dans les montants de l'ossature en bois.
<p style="text-align: center;">Solution avec pare-pluie souple</p>  <p style="text-align: center; margin-top: 10px;">Figure 7 : Conception avec pare-pluie souple</p>	<p style="text-align: center;">Valable pour tous les bâtiments visés dans le présent Guide</p> <ul style="list-style-type: none"> • parement intérieur (hors guide) • vide-technique isolé ou non • membrane pare-vapeur • panneau de stabilité ou de contreventement (voile travaillant) • ossature bois avec isolant en laine minérale ou fibres de bois ($e_{max} = 200$ mm) • panneau écran thermique avec fonction de support d'ETICS • membrane pare-pluie • ETICS en laine de roche fixé dans les montants de l'ossature en bois.

SCHÉMA	DESCRIPTION
PARTIE COURANTE – coupe horizontale	
 <p>Maxi 600 mm (entre 2 rangées de fixations de l'ETICS)</p> <p>Fixation pour isolant de l'ETICS</p> <p>■ Pare-vapeur ■ Pare-pluie</p> <p><i>Figure 8 : Coupe horizontale avec pare-pluie souple</i></p>	
 <p>Maxi 600 mm (entre 2 rangées de fixations de l'ETICS)</p> <p>Fixation pour isolant de l'ETICS</p> <p>■ Pare-vapeur ■ Pare-pluie</p> <p><i>Figure 9 : Coupe horizontale avec pare-pluie rigide</i></p>	<p>Entraxe entre montants d'ossature : jusqu'à 600 mm (entraxe maximal entre fixations de la laine de roche de l'ETICS)</p>

3.3 Conditions de fabrication et de mise en œuvre

Les dispositions de choix et de mise en œuvre des éléments seront définies dans ce chapitre.

3.3.1 Conditions de fabrication

Les dispositions précisées au chapitre 9 « Conception et fabrication des parois verticales » de la norme NF DTU 31.2 P1-1 et au chapitre 10 « Conception et fabrication des éléments de façades ossatures bois » du NF DTU 31.4 P1-1 s'appliquent.

L'ensemble des étapes de fabrication en usine doit faire l'objet de suivi et de contrôles qui doivent être détaillés dans le Plan d'Assurance Qualité (PAQ) de production.

En fonction des risques identifiés tout au long de la fabrication des éléments de mur, les contrôles internes constitués d'autocontrôles et des différents contrôles « hiérarchiques » doivent être mis en place.

Le détail, la fréquence de réalisation, les supports utilisés ainsi que les responsables de ces autocontrôles devront être précisés sous forme de tableau de synthèse dans le PAQ.

Les points étapes sont entre autres :

- contrôles à réception des produits ;
- contrôles de l'humidité des bois ;
- contrôles dimensionnels des coupes et assemblages ;
- contrôles de la densité des fixations.

Pour rappel, les tolérances dimensionnelles de fabrication des éléments d'ossature sont précisées dans le NF DTU 31.4 (FOB) et le NF DTU 31.2 (COB) et sont rappelées ci-dessous :

- hauteur : ± 3 mm sur la cote nominale ;
- longueur : ± 1 mm/m sur la cote nominale avec une limite à ± 5 mm ;
- épaisseur : ± 2 mm sur la cote nominale ;
- rectitude des bords : ≤ 1 mm/m ;
- faux équerrage : ≤ 1 mm/m avec une limite à 8 mm ;
- pour les tolérances de planéité, lorsque l'on pose une règle de 2 m sur un endroit quelconque d'un élément de mur à ossature bois, cet élément doit présenter une déformation inférieure ou égale à 5 mm.

3.3.2 Conditions de mise en œuvre

Comme évoqué dans les introductions du NF DTU 31.2 et du NF DTU 31.4, il peut être nécessaire de prévoir un ouvrage complémentaire entre parties d'ouvrages conformes aux prescriptions de leurs NF DTU respectifs pour atteindre les performances attendues de l'ouvrage global. Ces dernières peuvent être mécaniques, thermiques, acoustiques, environnementales, incendie, étanchéité, etc.

3.3.2.1 Ouvrage complémentaire d'interface localisé (OCIL)

Ces ouvrages, dits ouvrages complémentaires d'interface localisés (OCIL), concernent des dispositions locales ou localisées. Ils s'intègrent dans la conception initiale de l'ouvrage ou de la partie d'ouvrage et n'entrent pas dans une approche de réparation de l'ouvrage. L'ouvrage complémentaire d'interface localisé complète les recommandations des NF DTU relatifs aux ouvrages supports et aux ouvrages supportés.

Au moment de la parution du présent document, une norme expérimentale (PR XP P 18-202) précisant les règles à respecter ainsi que les exigences minimales applicables par défaut pour réaliser les OCIL est en cours de rédaction.

Dans l'attente de la parution de cette norme, il est nécessaire de prévoir un ouvrage complémentaire, entre parties d'ouvrage.

Les conditions de mise en œuvre doivent être clairement définies en précisant la prise en compte des différentes tolérances (fabrication, support, etc.) et la réception du support devra être notifiée par autocontrôle. Le détail, la fréquence de réalisation, les supports utilisés ainsi que les responsables de ces autocontrôles devront être précisés sous forme de tableau de synthèse dans le PAQ.

Les points d'étapes sont, entre autres :

- contrôles des ferrures en attente ;
- contrôles des jeux entre panneaux ;
- contrôles de la verticalité du panneau ;
- contrôles des désaffleurements des panneaux ;
- contrôles de la mise en œuvre des compléments de pare-pluie et pare-vapeur ;
- contrôles des points singuliers.

3.3.2.2 Gestion de l'humidité en phase chantier

Le plan d'assurance qualité de la gestion de l'humidité en phase chantier devra intégrer les procédures qualité issues du document CODIFAB qui centralise les bonnes pratiques spécifiques à cette technique (cf. Annexe D dans le guide).

3.3.3 Dispositions spécifiques à la mise en œuvre des encadrements de baies et du précadre

Il existe plusieurs cas de figure récapitulés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 13 : Exigences de mise en œuvre des menuiseries vis-à-vis de l'étanchéité à la pluie

	Ee1 et Hauteur du plancher bas du dernier niveau inférieure à 28 m	Ee2	Commentaires
Précadre			
Précadre métallique (acier)	Précadre assemblé	Précadre soudé	Pour précadre assemblé : Bavettes avec oreilles soudées Disposition DTU pour bavette, jambage, etc.
	Précadre soudé		Pas de retour d'ETICS en tableau
Position du précadre	Tunnel ou Applique extérieure		L'étanchéité du précadre est réalisée en tunnel ou au nu extérieur de l'encadrement de baie
Menuiseries			
Position calfeutrement de la menuiserie	Calfeutrement en tunnel ou Applique intérieure contre le précadre		Pas de nu intérieur
Position de la menuiserie	Nu intérieur		La menuiserie peut être mise en œuvre du nu extérieur, au nu intérieur du panneau ossature bois
	Au milieu du tunnel		
	Nu extérieur		

ATTENTION

En cas d'applique extérieure du précadre, la mise en œuvre de l'ETICS nécessite un soin tout particulier notamment au droit des goussets du précadre (grugeage de l'isolant et remplissage avec de la laine minérale « souple » entre les goussets, derrière la membrane d'étanchéité).

La réalisation des encadrements de baies doit comprendre :

- la continuité du film pare-pluie en périphérie du chevêtre d'ossature bois par le biais de l'utilisation systématique d'angles préformés pour un système de niveau Ee2 ;
- la continuité de l'étanchéité à l'air et à la barrière à la vapeur d'eau en périphérie des baies ;
- l'encadrement de baie rapporté (précadre).

3.4 Points singuliers

Les schémas présentés dans ce paragraphe sont donnés à titre d'exemples ; d'autres solutions sont envisageables en respectant les préconisations des NF DTU 31.2 et NF DTU 31.4.

Dans ce paragraphe, les spécificités propres à chacun des points singuliers de l'ouvrage seront décrites et précisées. Ce paragraphe sera essentiellement complété par des schémas types de mise en œuvre de ces points singuliers avec des solutions concrètes.

ATTENTION

Dans ce paragraphe, lorsque les contre-cloisons sont représentées, la représentation est schématique. Cela correspond à une ou plusieurs plaques en fonction du degré d'étanchéité au feu requis.

3.4.1 Départ en partie basse

Tous les éléments structurels en bois des ossatures bois doivent se situer à une distance minimale de 200 mm du sol fini extérieur.

De ce fait, la lisse basse des constructions à ossature bois doit se situer à 200 mm du sol fini extérieur.

Une barrière d'étanchéité à l'eau vis-à-vis des remontées capillaires, associée à un dispositif d'étanchéité à l'air, doit être mise en œuvre entre la lisse basse et l'ouvrage de soubassement.

La membrane souple pare-pluie doit recouvrir la lisse basse.

L'étanchéité à la vapeur d'eau doit être assurée par le rétablissement de la continuité de la membrane pare-vapeur et par collage au mastic sur la dalle ou le plancher.

■ Cas de figure avec pare-pluie souple

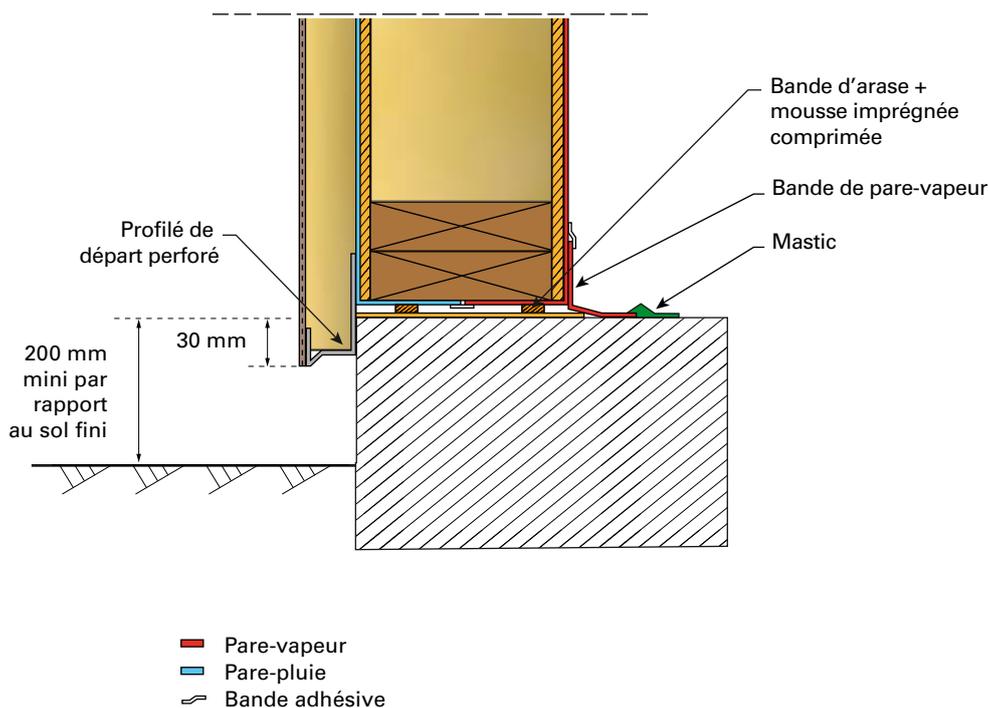


Figure 10 : Exemple de pied de façade ou mur au niveau du sol fini

■ Cas de figure avec pare-pluie rigide

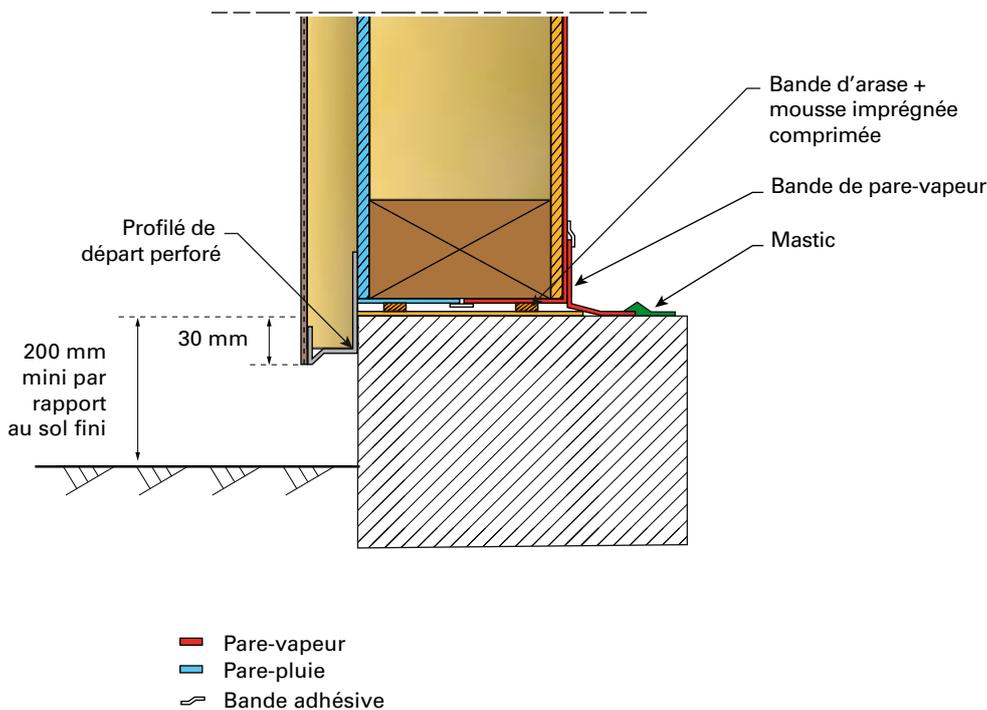


Figure 11 : Exemple de pied de façade ou mur au niveau du sol fini avec pare-pluie rigide

Il est possible de considérer que le niveau du sol extérieur est le fond d'un caniveau dont la profondeur minimale est de 200 mm. Ce caniveau doit avoir une grille métallique galvanisée et doit avoir une largeur minimale de 200 mm à partir de l'extérieur de l'ETICS. De plus, ce caniveau doit être raccordé au réseau d'évacuation des eaux pluviales.

■ Cas de figure avec pare-pluie souple et caniveau

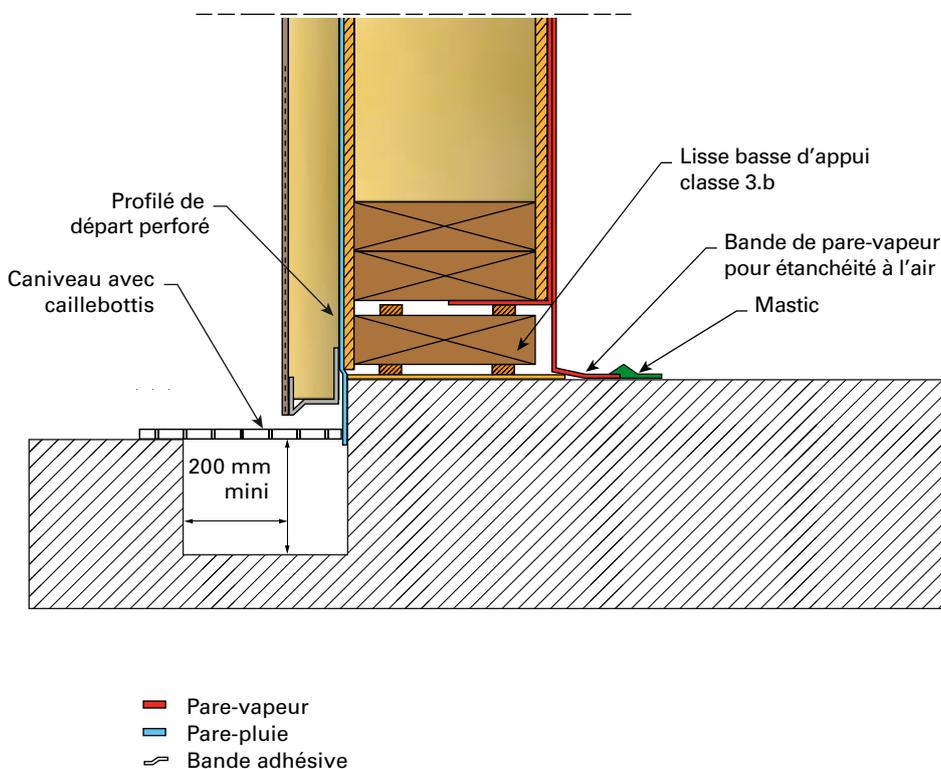


Figure 12 : Exemple de pied de façade ou mur avec caniveau

3.4.2 Angles rentrant et sortant

En fonction de l'épaisseur de la laine de roche choisie pour l'ETICS, la conception de la COB/FOB peut être impactée. En effet, les panneaux isolants ETICS ne se fixent qu'au droit des montants à ossature bois et les panneaux isolants doivent être fixés sans trop de porte-à-faux (prise au vent) ou sans être trop proches des bords (dégradation de l'angle du panneau isolant possible, contrainte vent également).

Dans les assemblages d'angle, l'étanchéité à l'eau et la barrière à la diffusion à la vapeur d'eau doivent être rétablies.

Dans le cas de COB ou de FOB, l'étanchéité à l'eau est rétablie par :

- un raccord collé par bande de pare-pluie ou bande adhésive large collées entre le pare-pluie des panneaux à ossature bois. La bande de pare-pluie est maintenue avec un adhésif rapporté ou intégré à cette membrane. Ce raccord doit avoir un recouvrement minimum de 100 mm ;
- la membrane pare-pluie d'un des panneaux de COB ou FOB est dégrafée et est ensuite plaquée sur l'autre panneau et fixée par un ruban adhésif.

Dans le cas de COB ou de FOB, la continuité de la barrière à la diffusion à la vapeur d'eau est rétablie par :

- un raccord collé entre lés de pare-vapeur avec un adhésif rapporté ou intégré à la membrane. Ce raccord doit avoir un recouvrement minimum de 100 mm ;
- la membrane pare-vapeur d'un des panneaux de COB ou FOB est dégrafée et est ensuite plaquée sur l'autre panneau et fixée par ruban adhésif.

NOTE

La représentation des panneaux de COB ou FOB peut différer de celles ci-dessous en cas d'écran thermique recouvrant la tranche de chaque panneau (protection du montant bois de rive).

3.4.2.1 Angle rentrant

Exemple de raccordement en angle rentrant pour les murs à ossature bois (COB) sans complément d'isolation pour la partie structure. Entre les panneaux de COB, il n'y a pas de mouvement possible :

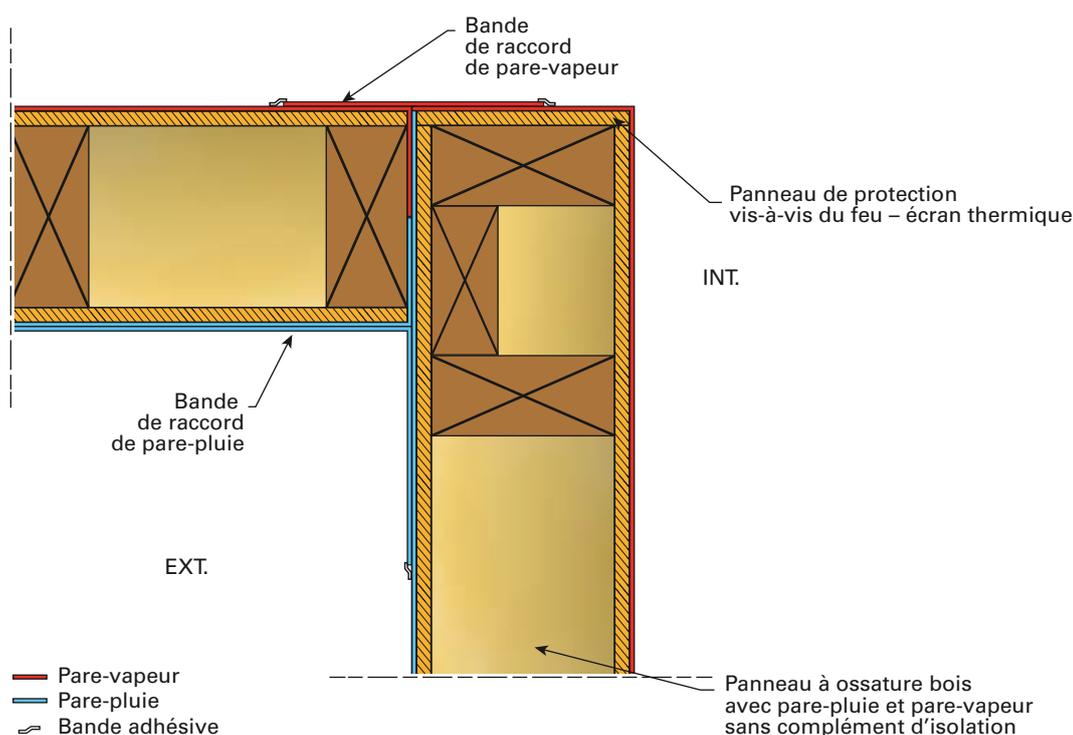


Figure 13 : Exemple d'angle rentrant en COB sans complément d'isolation – Partie cœur de paroi

Exemple de raccordement en angle rentrant dans le cas d'une façade à ossature bois (FOB) sans complément d'isolation :

- Les membranes pare-pluie et pare-vapeur doivent pouvoir absorber les déplacements entre les panneaux, c'est pour cela qu'il est généralement prévu un soufflet (membrane non tendue lors de la mise en œuvre) ;
- Entre les panneaux de FOB, un isolant en laine de roche doit être mis en place et maintenu sur un des panneaux. Cet isolant doit être comprimé afin de combler l'espace entre les panneaux même en cas de mouvement de ceux-ci (notamment écartement).

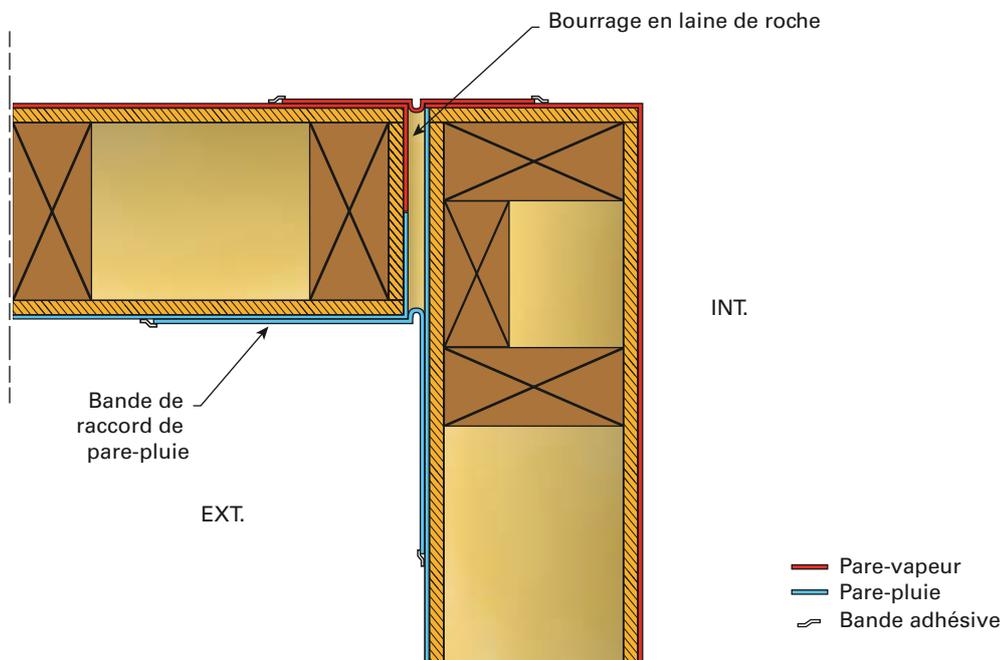


Figure 14 : Exemple d'angle rentrant FOB sans complément d'isolation – Partie cœur de paroi

Une autre solution est possible dans le cadre des FOB : il s'agit des panneaux d'angle fixés mécaniquement entre eux. Dans ce cas, il n'y a pas de mouvement différentiel entre les panneaux dans l'angle (cf. figure de l'angle COB).

3.4.2.2 Angle sortant

Exemple de raccordement en angle sortant pour les murs/constructions à ossature bois (COB) :

- Entre les panneaux de COB, il n'y a pas de mouvement possible.

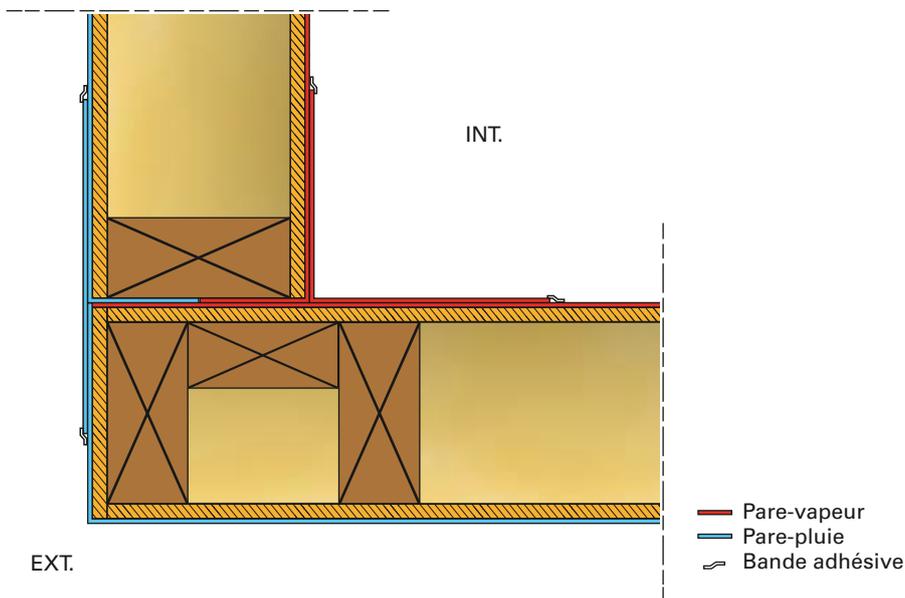


Figure 15 : Exemple d'angle sortant en COB sans complément d'isolation – Partie cœur de paroi

Exemple de raccordement en angle sortant pour les façades à ossature bois (FOB) :

- Les membranes pare-pluie et pare-vapeur doivent pouvoir absorber les déplacements entre les panneaux, c'est pour cela qu'il est généralement prévu un soufflet (membrane non tendue lors de la mise en œuvre).

Entre les panneaux de FOB, un isolant en laine de roche doit être mis en place et maintenu sur un des panneaux. Cet isolant doit être comprimé afin de combler l'espace entre les panneaux, même en cas de mouvement de ceux-ci (notamment écartement).

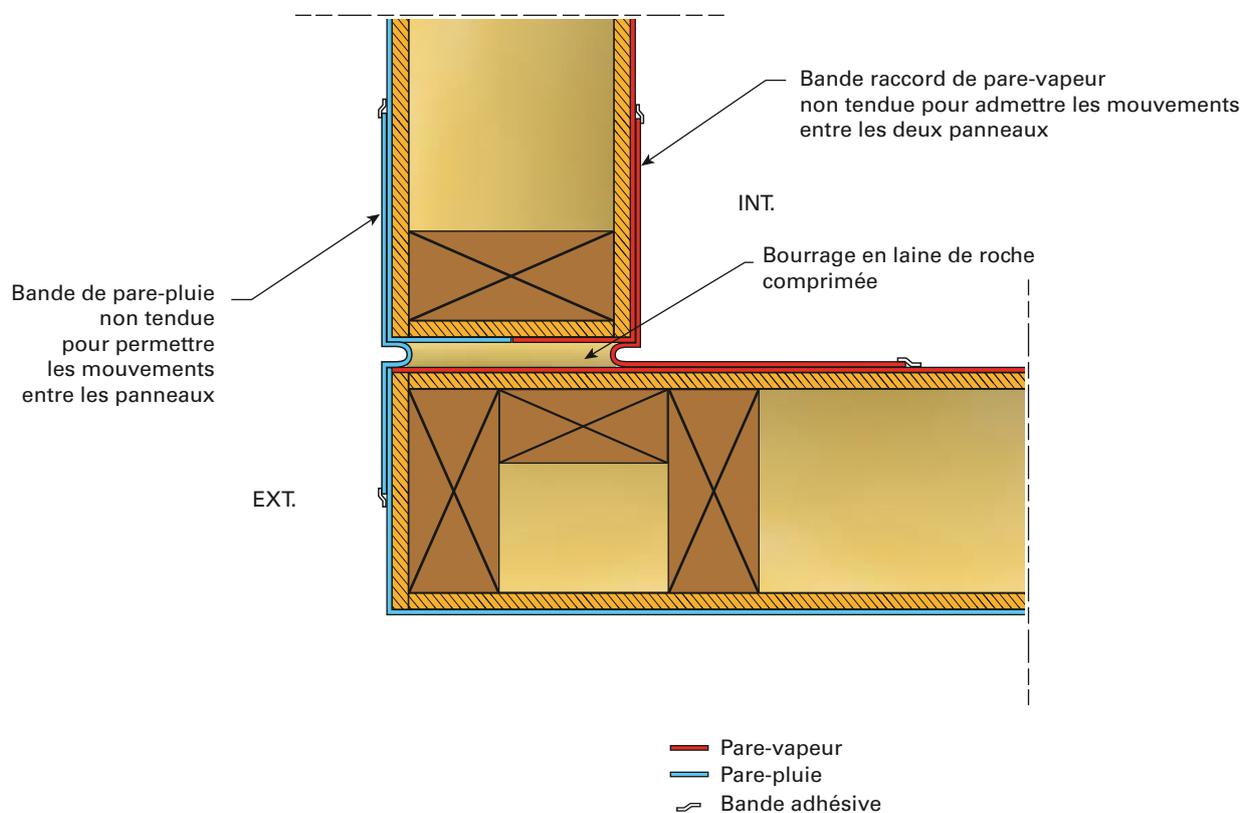


Figure 16 : Exemple d'angle sortant en FOB sans complément d'isolation – Partie cœur de paroi

Une autre solution est possible dans le cadre des FOB : il s'agit des panneaux d'angle fixés mécaniquement entre eux. Dans ce cas, il n'y a pas de mouvement différentiel entre les panneaux dans l'angle (cf. figure de l'angle COB).

3.4.3 Traitement des encadrements de baie – mise en œuvre d'un précadre en tunnel

La réalisation des encadrements de baies doit comprendre :

- la continuité du film pare-pluie en périphérie du chevêtre d'ossature bois par le biais de l'utilisation systématique d'angles préformés pour un système de niveau Ee2 ;
- la continuité de l'étanchéité à l'air et à la barrière à la vapeur d'eau en périphérie des baies ;
- l'encadrement de baie rapporté (précadre).

Deux solutions sont présentées dans ce chapitre mais plusieurs autres solutions peuvent être possibles.

NOTE

Certaines solutions semblent plus pertinentes vis-à-vis de la praticité de mise en œuvre, notamment par rapport au revêtement extérieur (préférence pour une mise en œuvre de la menuiserie au nu extérieur de la façade).

3.4.3.1 Mise en œuvre des menuiseries sur un précadre en tunnel

Exemple de mise en œuvre d'une menuiserie au nu intérieur de la façade sur un précadre en tunnel :

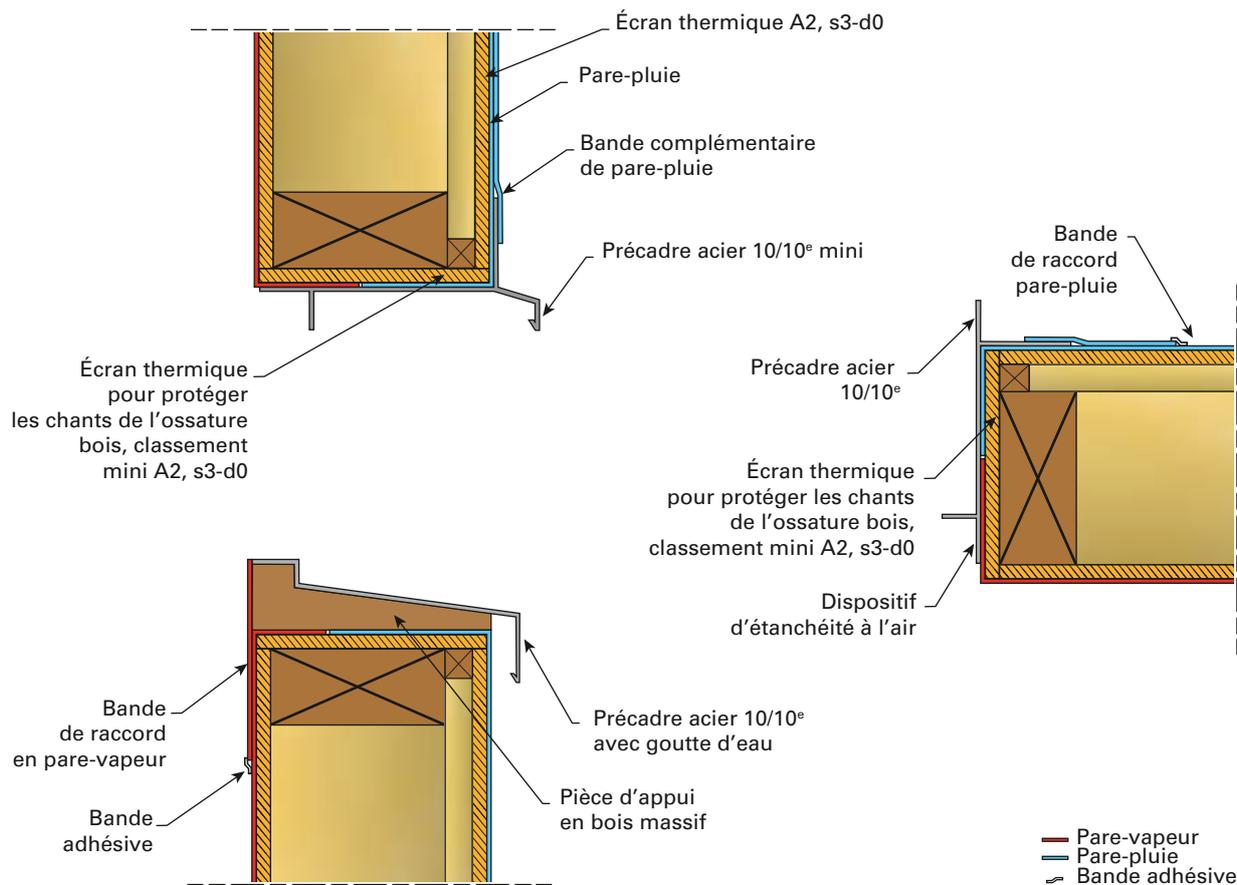


Figure 17 : Exemple de mise en œuvre du précadre étanché en tunnel

NOTE

Cette mise en œuvre nous semble optimale, du point de vue des contraintes liées à l'incendie, de la thermique, et à la mise en œuvre de l'ETICS.



Figure 18 : Exemple de précadre étanche soudé

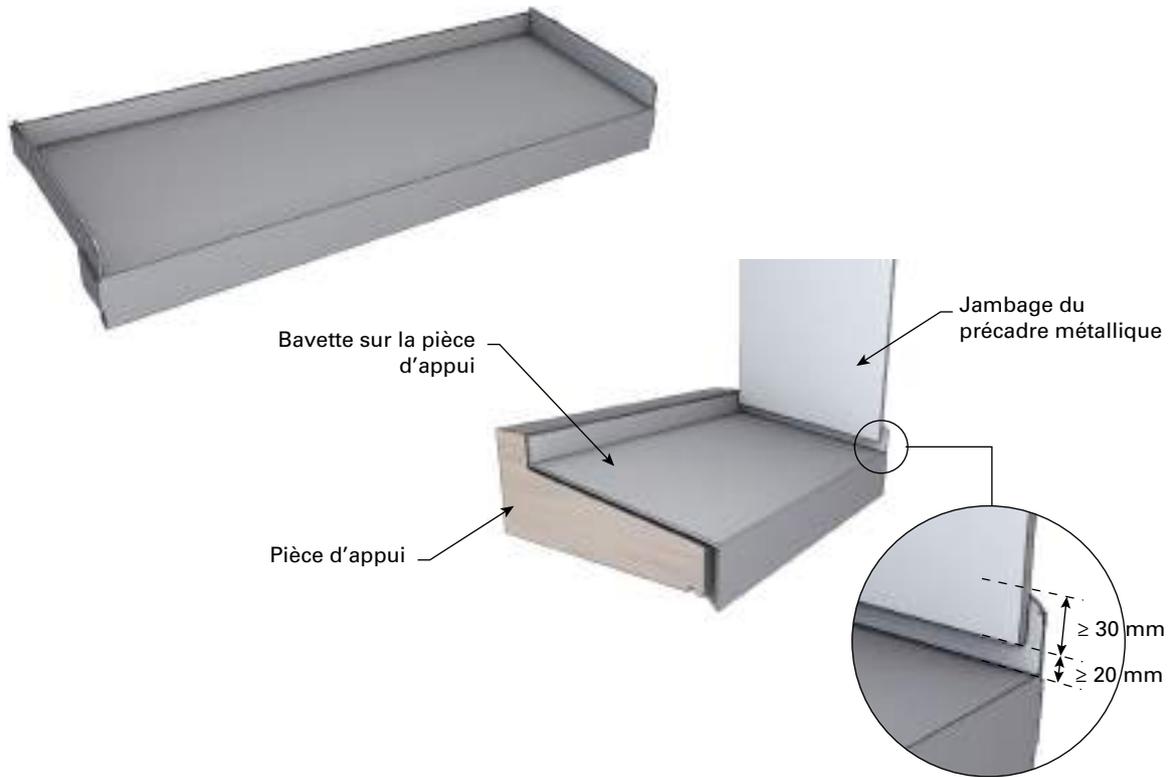


Figure 19 : Éléments d'un précadre assemblé

3.4.3.2 Mise en œuvre des menuiseries sur un précadre en applique extérieure

Exemple de solution pour la mise en œuvre des menuiseries sur un précadre en applique extérieure :

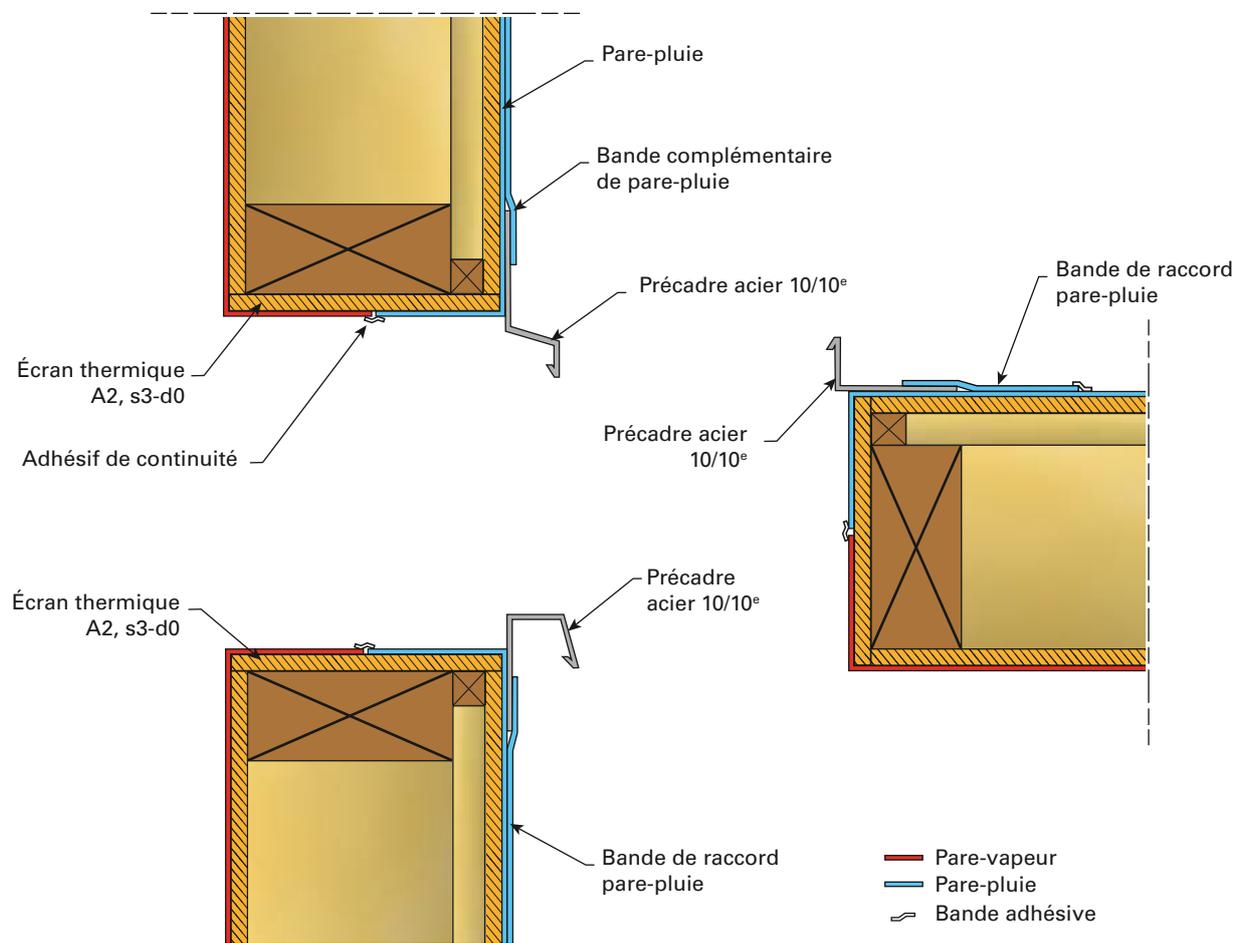


Figure 20 : Exemple de précadre en applique extérieure

Dans le cas de cette mise en œuvre (précadre en applique extérieure + menuiserie au nu extérieur), le précadre à goussets sera sans doute requis. La mise en œuvre de l'isolant de l'ETICS sera alors à soigner, du fait des découpes (grugeage) et du remplissage en laine nécessaire entre goussets, et derrière la membrane d'étanchéité, pour éviter un pont thermique important.

3.4.4 Acrotère, haut de façade

NOTE

Sur les figures suivantes, le traitement de la partie toiture-terrasse ne fait pas l'objet de ce guide et doit être traité conformément aux réglementations en vigueur.

Un panneau écran thermique peut recouvrir la tranche supérieure de la COB/FOB, avant mise en place du pare-pluie.

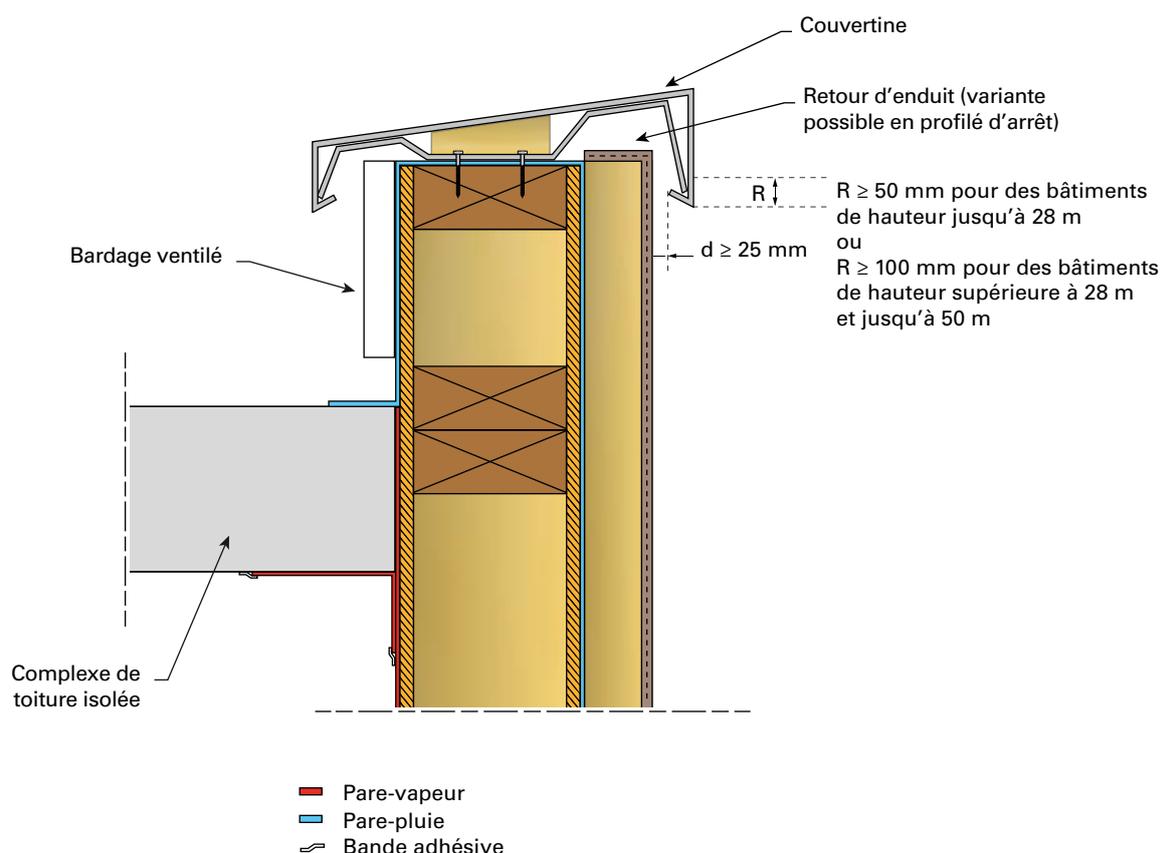


Figure 21 : Exemple d'acrotère

NOTE

Les toitures-terrasses ne font pas l'objet de ce guide. Il convient de se référer à la réglementation en vigueur.

Les couvertines doivent être éclissées au droit de leur jonction, afin de rétablir l'étanchéité.

■ Compatibilité Ee1

Un profilé formant goutte d'eau doit être mis en œuvre pour recouvrir l'arrêt haut de l'ETICS et respecter la géométrie précisée sur la figure ci-dessous.

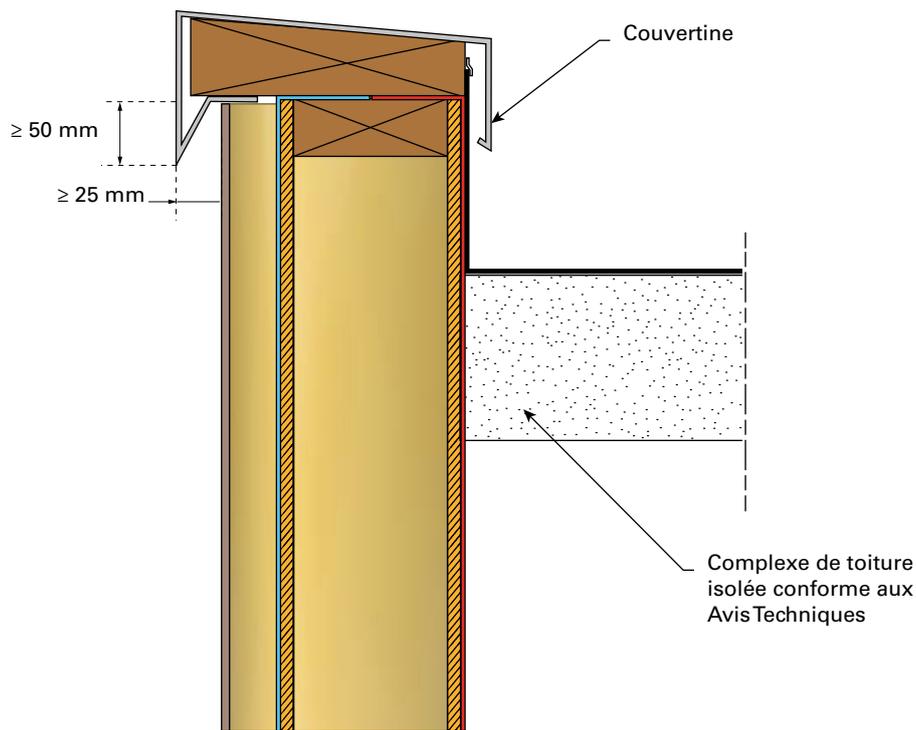


Figure 22 : Exemple d'acrotère pour Ee1

■ Compatibilité Ee2

Un profilé formant goutte d'eau (larmier) doit être mis en œuvre pour recouvrir l'arrêt haut de l'ETICS et respecter la géométrie précisée sur la figure ci-dessous et également permettre la réalisation d'un calfeutrement entre sa sous-face et le pare-pluie.

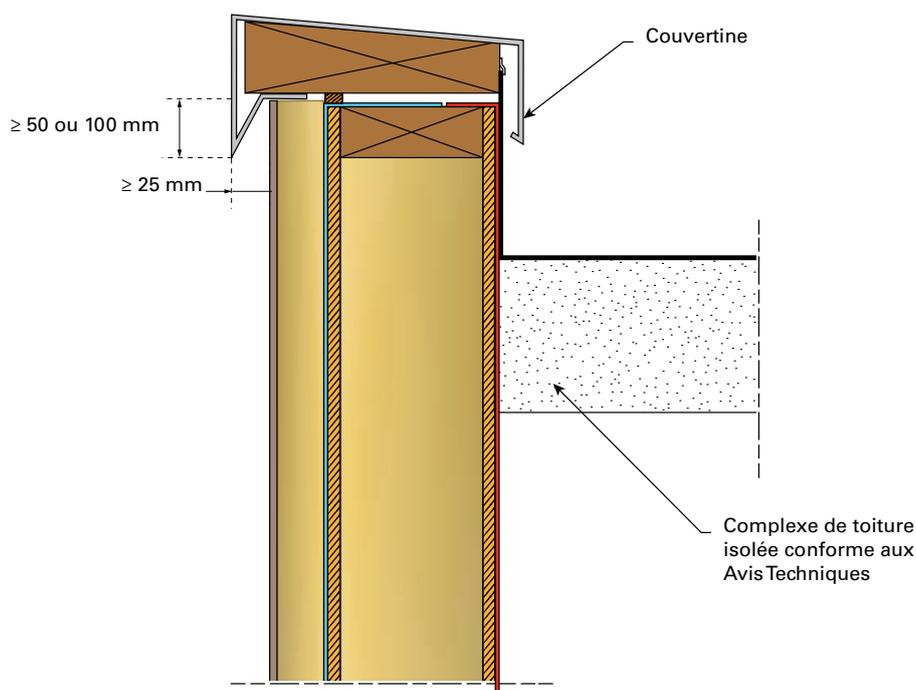
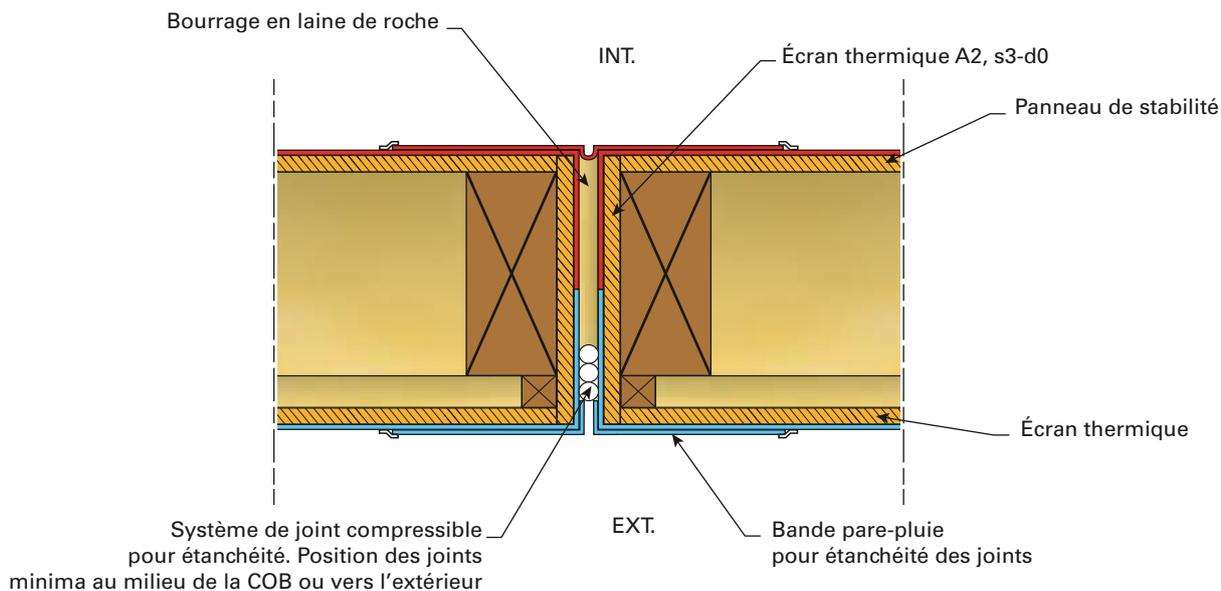


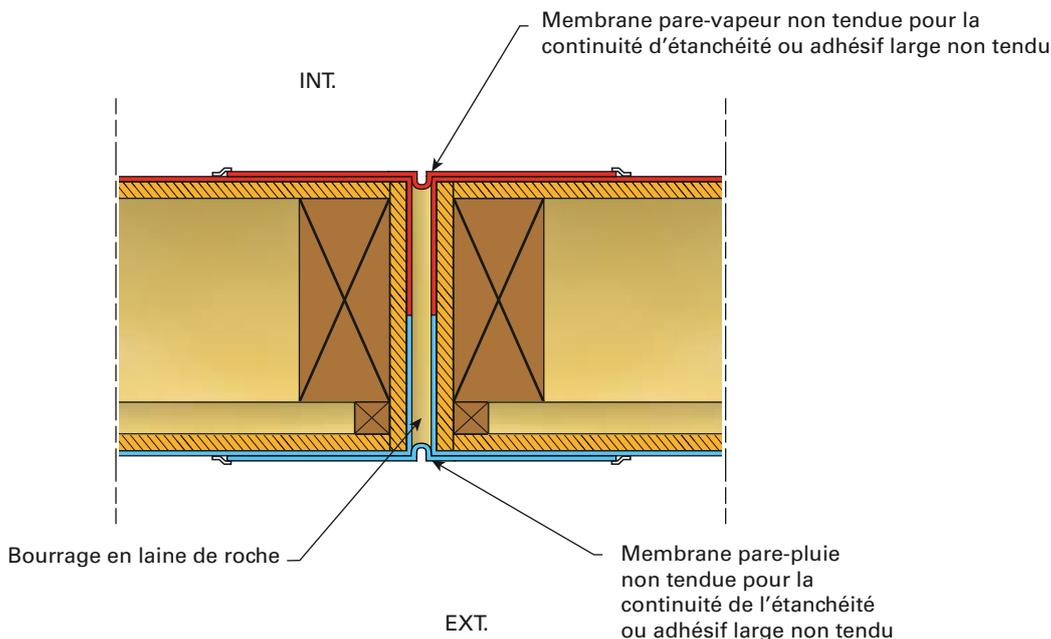
Figure 23 : Exemple d'acrotère pour Ee2

3.4.5 Joint de fractionnement

Exemple de joint de fractionnement vertical des revêtements extérieurs sur FOB (en considérant des mouvements possibles entre les panneaux à ossature bois) :



- Pare-vapeur
- Pare-pluie
- Bande adhésive



- Pare-vapeur
- Pare-pluie
- Bande adhésive

Figure 24 : Exemple de joint entre 2 panneaux à ossature bois avec raccordement en membranes et avec système de joint

3.4.6 Raccordement aux planchers

Les solutions d'accroche aux planchers dans le cadre de COB se réalisent conformément à la norme NF DTU 31.2. Des solutions types sont précisées dans la littérature.

Exemple d'accroche aux planchers dans le cadre de FOB :

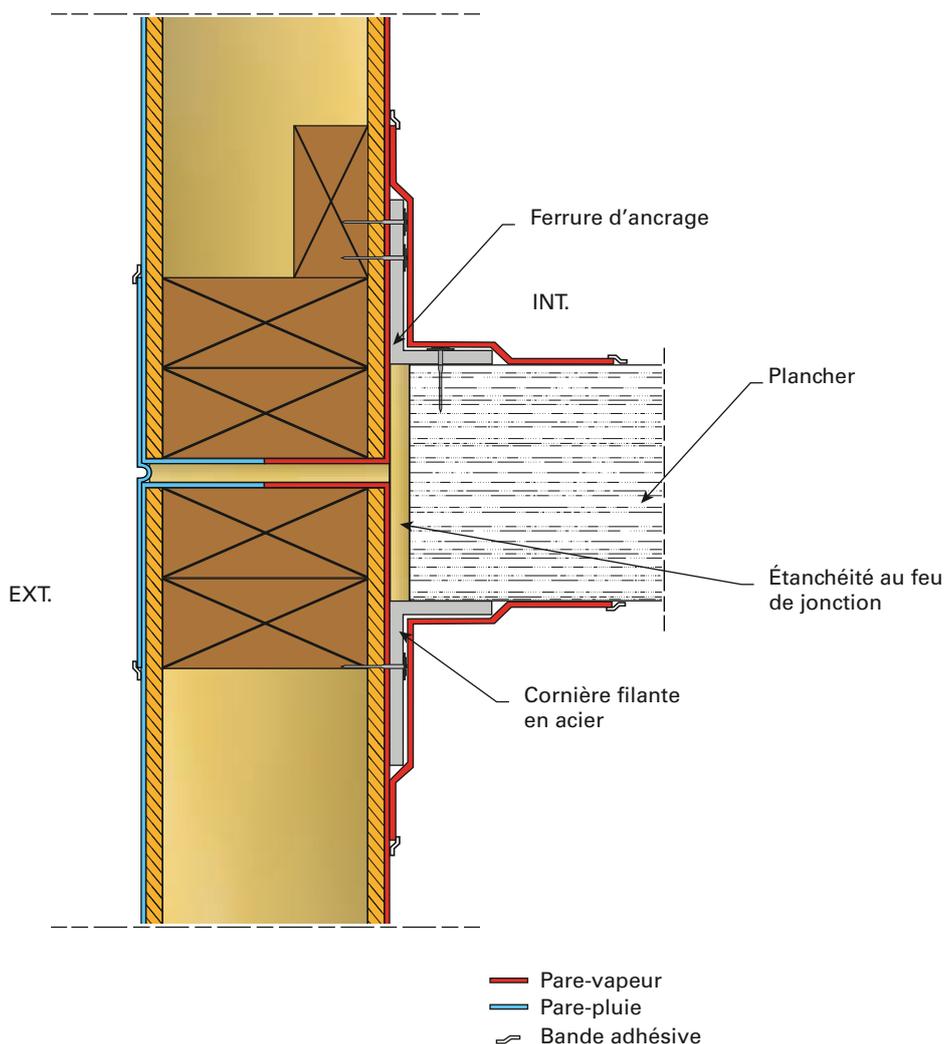


Figure 25 : Exemple de raccordement de panneaux FOB avec un plancher intermédiaire

Dans le cas des FOB, un bourrage en laine de roche entre les deux panneaux est nécessaire notamment vis-à-vis de l'incendie (cf. Annexe E). De même, une étanchéité de jonction doit être réalisée entre les panneaux de FOB et le plancher. Cette étanchéité doit être obligatoirement maintenue en place pendant la vie de l'ouvrage.

3.4.7 Mise en œuvre de traversée de paroi

Les perforations de parois devront être réalisées à l'aide de fourreaux situés aux emplacements des futurs éléments traversant la paroi (côté pare-pluie et côté pare-vapeur).

Si les membranes pare-pluie et/ou pare-vapeur sont mises en œuvre sur un support discontinu, la mise en œuvre des fourreaux doit être supportée par un panneau rigide à base de bois. Ce panneau support doit avoir une sur-longueur de 100 mm autour du fourreau.

Une pente vers l'extérieur doit être ménagée sur le fourreau de 3 %.

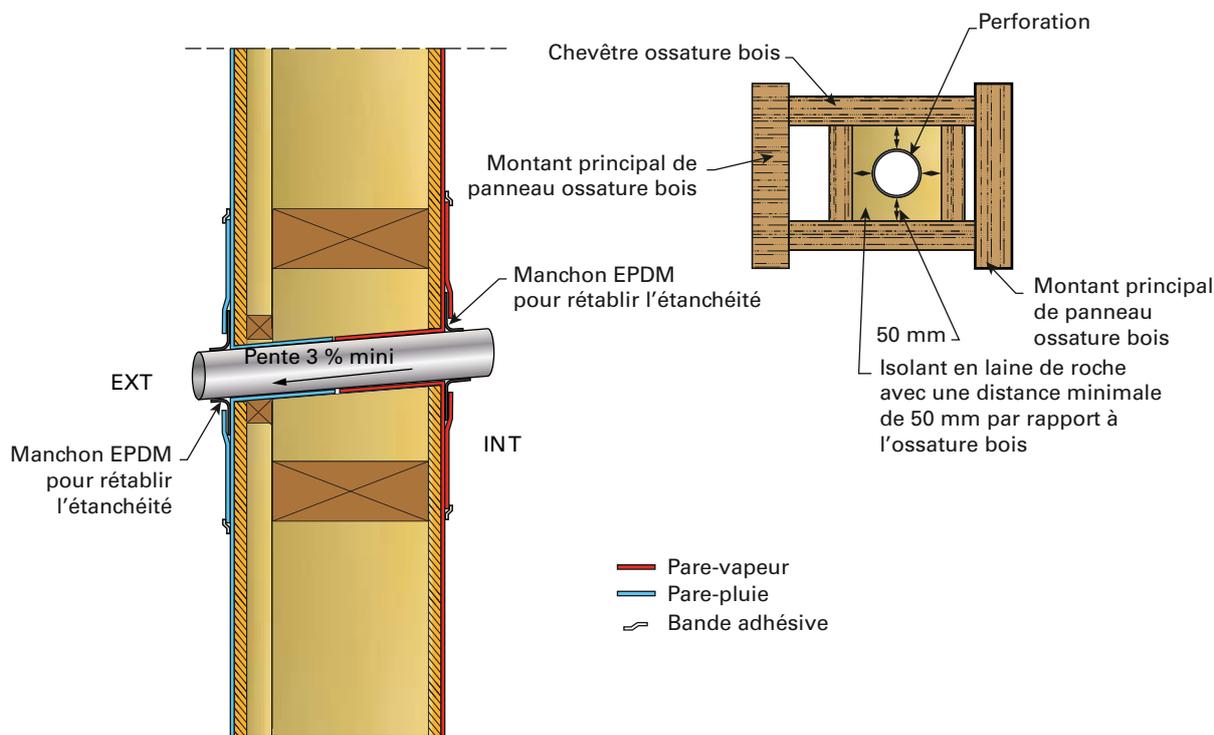


Figure 26 : Exemple de traversée de paroi

3.4.8 Intégration des balcons et coursives

Les balcons et coursives constituent une zone sensible des bâtiments à façades en bois. L'eau de pluie arrivant sur ces surfaces doit être gérée de manière telle que l'ossature bois ne puisse, en aucun cas, être affectée. Il est à noter que les accès aux bâtiments ne doivent pas comporter de ressaut, ce qui constitue une difficulté supplémentaire.

Avant d'aborder les différentes possibilités de traitement de ces eaux de pluie, il convient de rappeler qu'il existe différentes configurations ou conceptions de balcons. Les traitements proposés ne seront pas forcément compatibles avec l'ensemble de ces conceptions. Ainsi, les principales configurations de balcons sont illustrées par les schémas suivants :

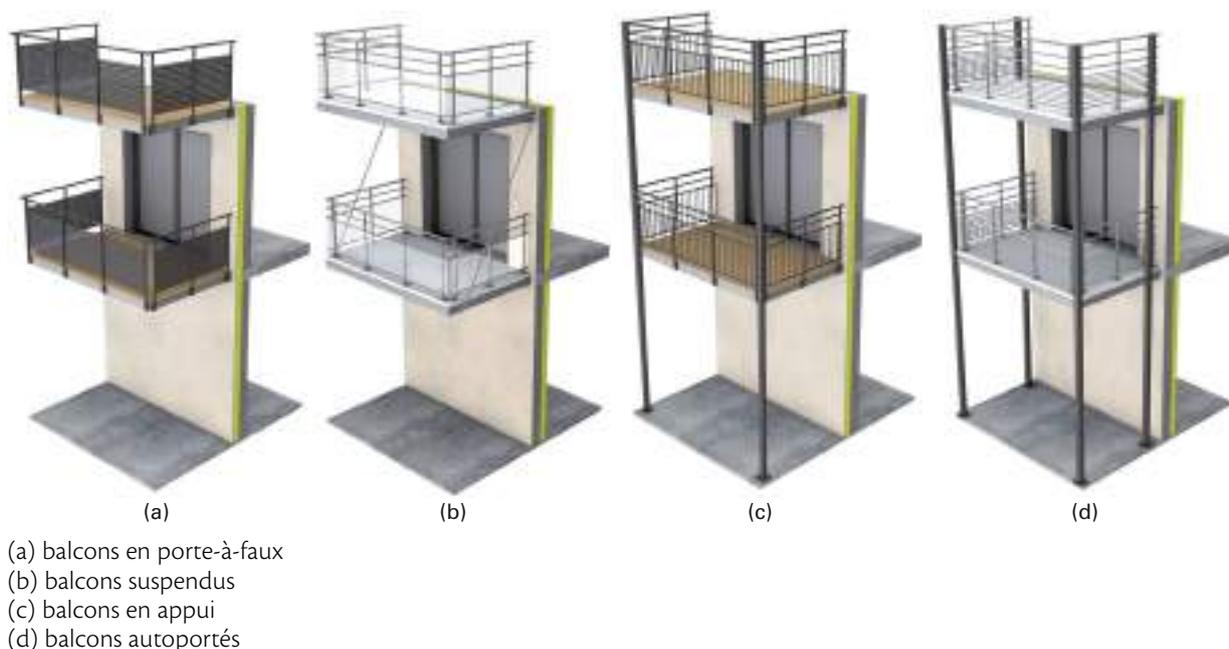


Figure 27 : Typologie de balcons

Ces configurations de balcons sont également valables pour les coursives.

À noter que la structure des balcons, coursives et terrasses peut être soit directement circulaire (avec éventuellement un revêtement collé associé), soit recouvert d'un revêtement sur plots. Ces deux modes de finition ont également un impact sur le traitement des eaux de pluie.

En complément des dispositions constructives pour les accroches de balcon en situation normale, des dispositions spécifiques pour justifier de la stabilité au feu des balcons sont définies dans l'Appréciation de laboratoire. (L'Appréciation de laboratoire générique pour les guides traite des balcons incombustibles et donne les méthodes de calcul vis-à-vis de l'incendie).

Avant d'exposer des exemples de traitement, il convient d'exposer les principes retenus.

3.4.8.1 Principes

Les dispositions prises doivent prévenir les pénétrations d'eau dans l'ossature bois.

À ce postulat général, il faut en ajouter trois autres plus particuliers :

- Une évacuation d'eau pluviale (EP) est certes visitable, mais elle n'est pas forcément visitée et entretenue ; les locaux accédant aux EP peuvent être inoccupés, l'entretien peut être négligé par les exploitants ou les occupants, etc. Par conséquent, une EP, même avec une section d'évacuation doublée par rapport aux règles prescrites, ne peut être considérée comme un dispositif fiable d'évacuation des eaux, même si celle-ci reste indispensable ;
- Dans le cas où des EP bouchées conduiraient, avec l'accumulation d'eau, à humidifier le support bois, des trop-pleins (TP) d'alerte sont obligatoires. La section d'écoulement des TP d'alerte est au moins égale à celle de la descente concernée. Elle peut être répartie en plusieurs trop-pleins. Les TP d'alerte sont positionnés dans des éléments verticaux et marquent une pente vers l'extérieur. Si les TP dans les éléments verticaux ne peuvent avoir la section suffisante, des TP d'alerte verticaux peuvent compléter la section manquante. La section d'écoulement minimale d'un TP d'alerte est de 50 cm².
- Une pente de quelques % éloignant les eaux de la façade n'est pas suffisante pour empêcher les eaux de s'accumuler en pied de façade. Le vent, agissant de façon concomitante avec la pluie, pousse, malgré la légère pente, les eaux vers la façade.

3.4.8.2 Exemples de traitements

Les exemples proposés par la suite ne constituent pas un catalogue exhaustif. D'autres solutions, respectant les principes énoncés précédemment peuvent également être envisagés.

■ Le surbot béton

La solution consiste à prévoir un relevé en béton, un surbot, de 20 cm afin de protéger la partie basse de l'ossature bois. Il s'agit de la seule solution envisagée par les NF DTU 31.2 et 31.4. En plus de complexifier la réalisation du gros œuvre, cette solution n'est envisageable que pour des ossatures bois interrompues au niveau des balcons ; l'ossature bois ne pouvant être filante sur la façade dans cette configuration.

■ Le chéneau filant

Cette solution de récupération des eaux le long de la façade nécessite un chéneau ayant une profondeur suffisante pour pouvoir intégrer les trop-pleins qui sont indispensables, en complément des évacuations d'eau pluviale.

Ces chéneaux sont nécessairement profonds car il est nécessaire d'intégrer des trop-pleins de section suffisante sous le niveau le plus bas déversement vers l'ossature bois. Ce niveau bas étant généralement situé au niveau des seuils de porte.

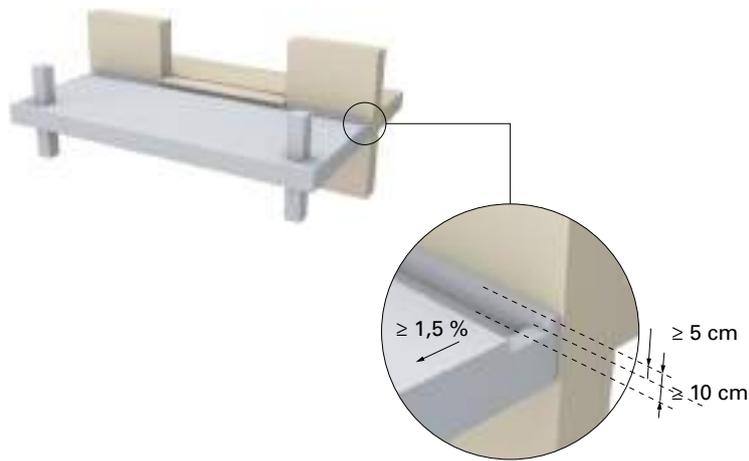


Figure 28 : Cheneau filant

Par conséquent, cette solution n'est généralement pas adaptée aux balcons en porte à faux du fait de l'affaiblissement important du balcon à proximité de l'encastrement. Elle reste toutefois envisageable pour les autres typologies de balcons.

■ Balcon non directement circulaire

Cette solution est envisageable pour les quatre typologies de balcons visées. La structure du balcon n'est pas directement circulaire ; des dalles sur plots ou un platelage est alors nécessaire. Des évacuations d'eaux pluviales et des trop-pleins sont également nécessaires.

Les figures suivantes illustrent cette solution dans le cas de balcons désolidarisés. Ces exemples peuvent également être adaptés à des balcons liés au reste de la structure et où l'ossature bois serait interrompue au niveau du balcon.

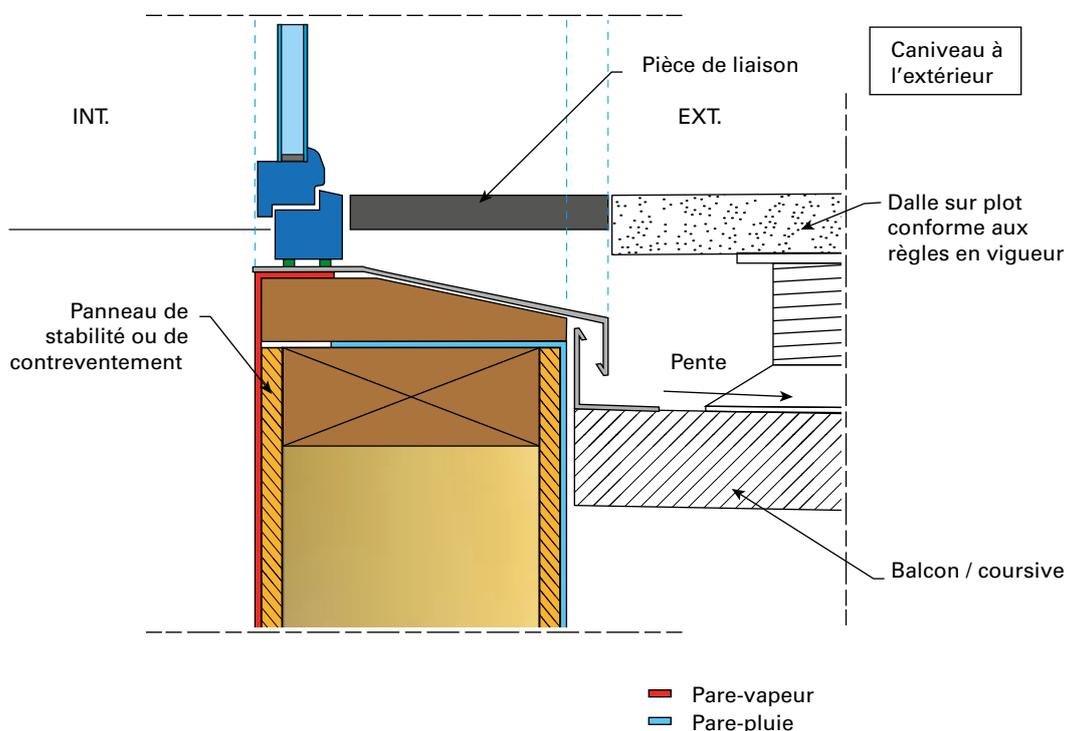


Figure 29 : Exemple de traitement d'un balcon non directement circulaire (au niveau d'un seuil de porte)

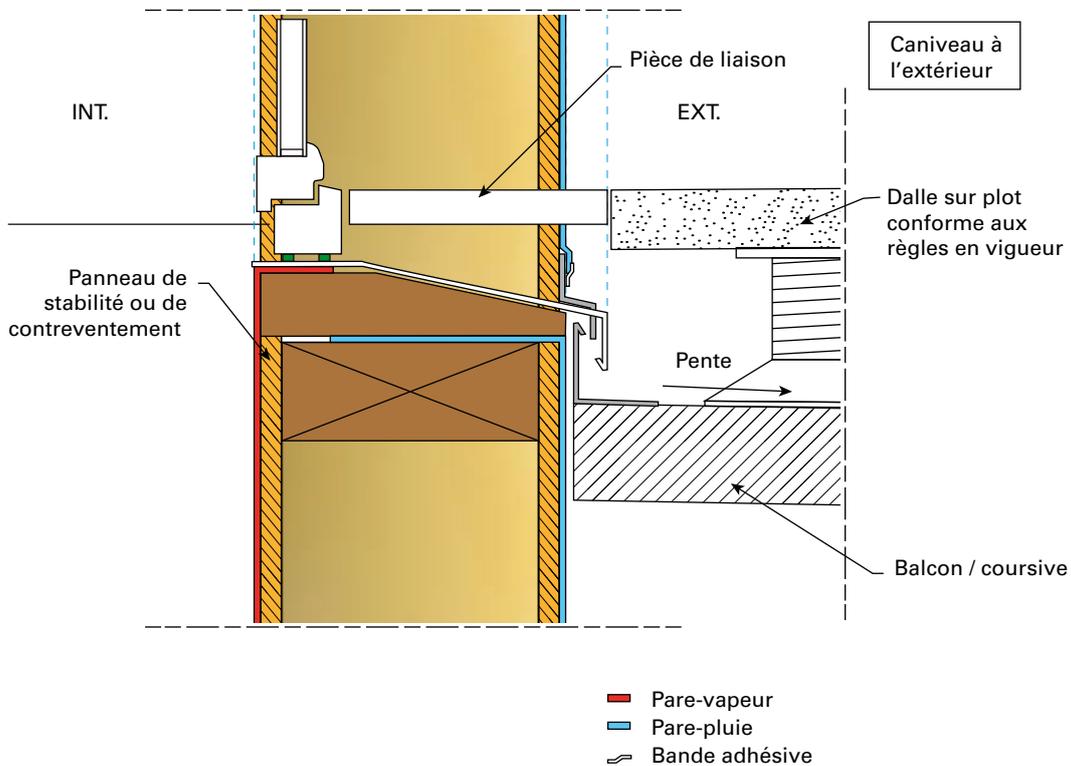


Figure 30 : Exemple de traitement d'un balcon non directement circulaire (au niveau d'un seuil de porte et d'une paroi opaque)

■ Balcon désolidarisé directement circulaire

Il s'agit d'une variante du chéneau filant. Elle peut être retenue dans le cas où on souhaiterait limiter l'épaisseur du balcon, nécessairement augmentée du fait du chéneau.

Dans cette variante, le chéneau, ainsi que les évacuations d'eau pluviale et les trop-pleins sont positionnés sous le balcon.

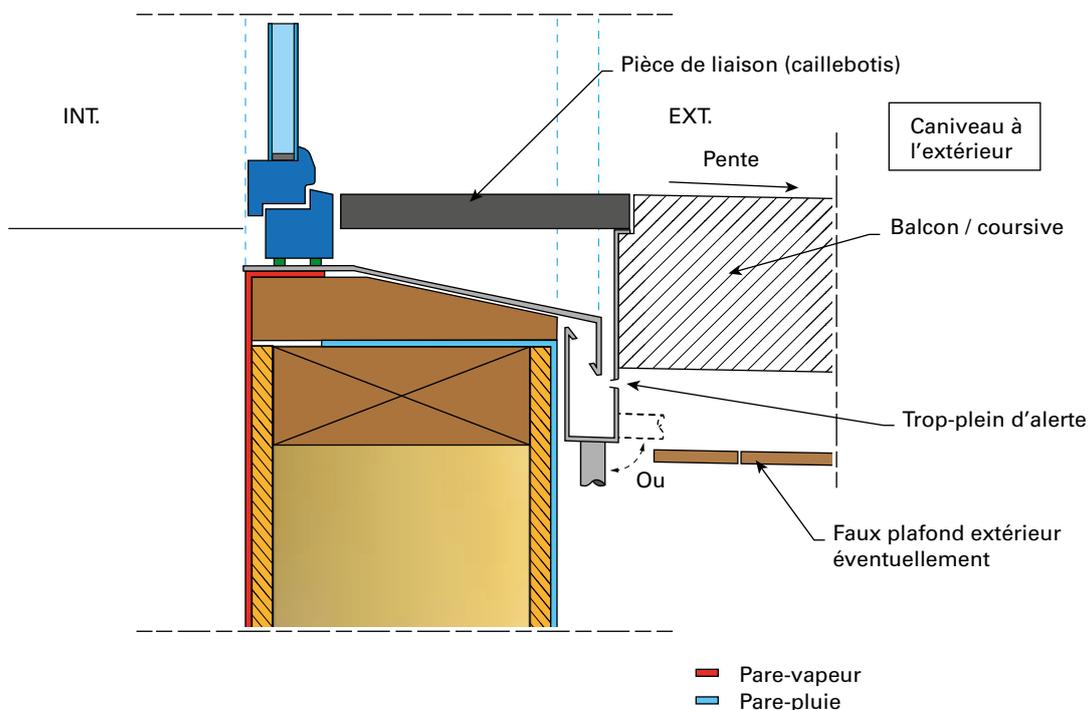


Figure 31 : Exemple de traitement d'un balcon désolidarisé directement circulaire penté vers l'extérieur (au niveau d'un seuil de porte)

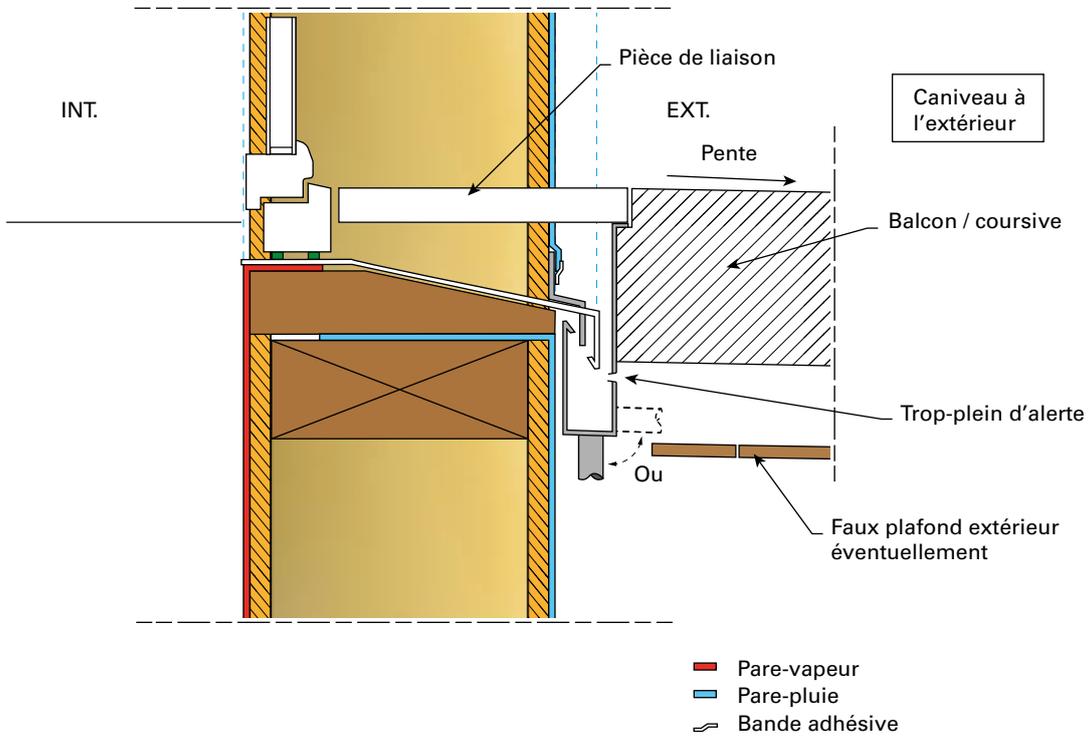


Figure 32 : Exemple de traitement d'un balcon désolidarisé directement circulaire penté vers l'extérieur (au niveau d'un seuil de porte et d'une paroi opaque)

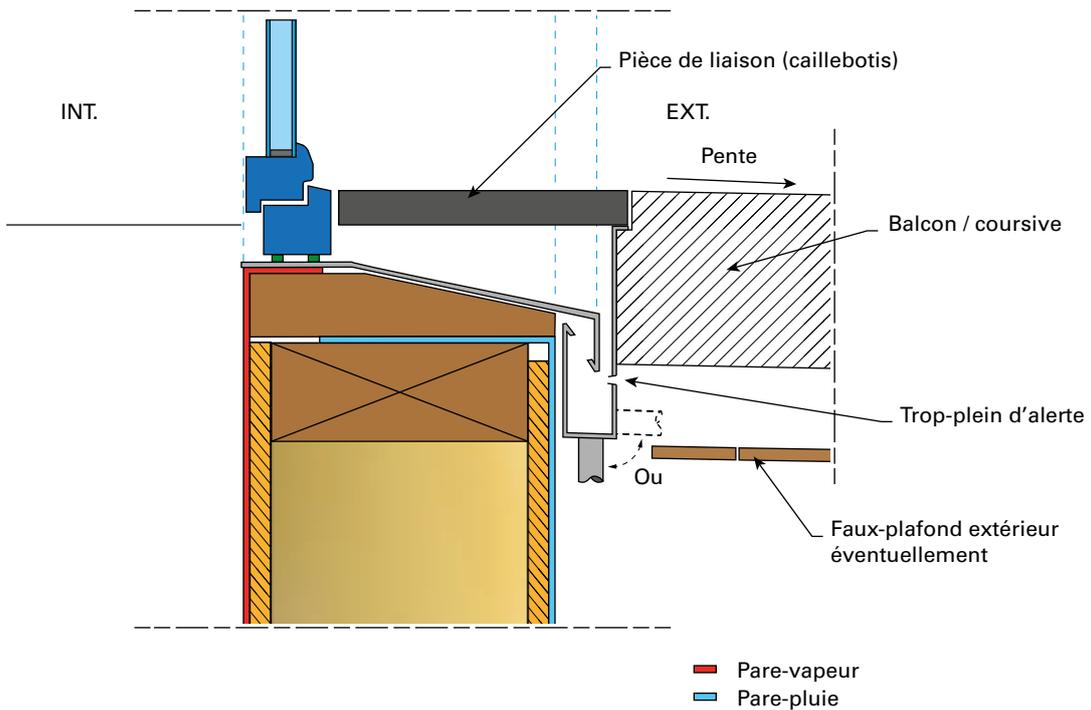


Figure 33 : Exemple de traitement d'un balcon désolidarisé directement circulaire penté vers la façade (au niveau d'un seuil de porte)

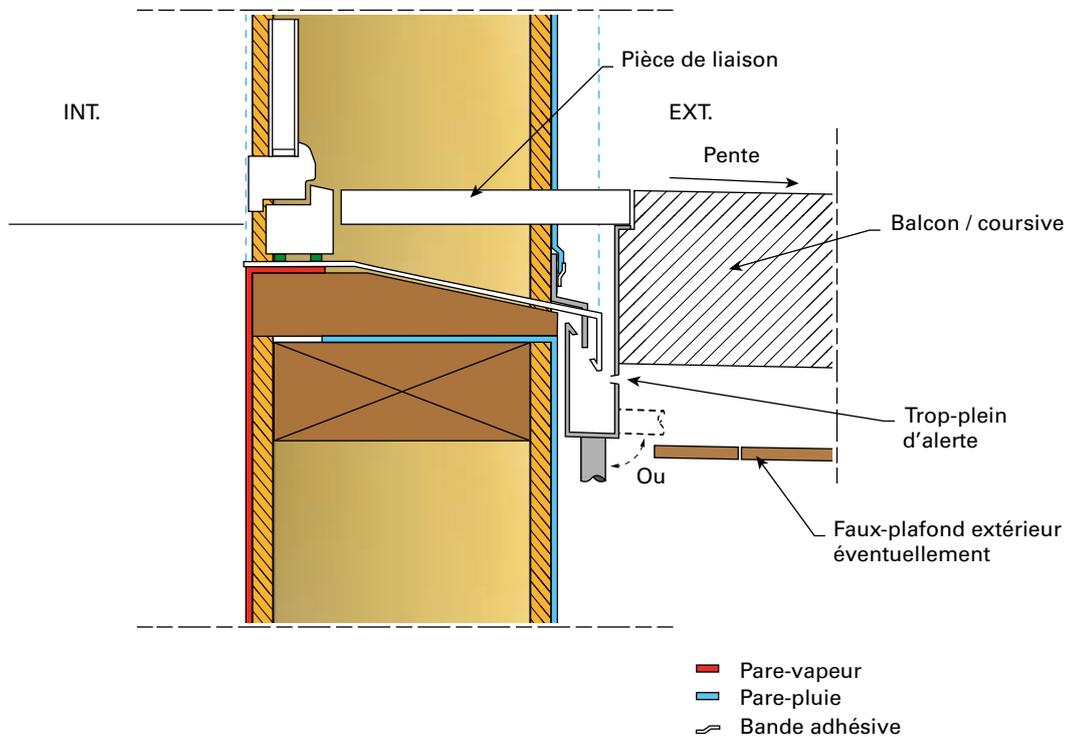


Figure 34 : Exemple de traitement d'un balcon désolidarisé directement circulaire penté vers la façade (au niveau d'un seuil de porte et d'une paroi opaque)

ATTENTION

Si les balcons et coursives peuvent contribuer à protéger l'ETICS de l'eau de pluie, il faut veiller à prévenir le risque de rejaillissement de l'eau sur l'ETICS mis en œuvre en façade.

Revêtement extérieur – ETICS

4.1 Constitution du revêtement extérieur de type ETICS

Un ETICS est système comprenant un système d'enduit (sous-enduit armé et couche de finition), un isolant, un mode de fixation de l'isolant et des accessoires.

Les ETICS visés doivent faire l'objet d'un Avis Technique (ou Document Technique d'Application) en cours de validité sur support bois.

L'ETICS doit bénéficier d'une Euroclasse B-s3,d0 minimum pour une utilisation en bâtiments de 3^e famille et A2-s3, d0 minimum pour une utilisation en 4^e famille.

4.1.1 Mode de fixation

Le mode de fixation retenu est de type mécanique par vis à rosace.

La fixation de l'isolant support d'enduit se fait dans les montants de l'ossature bois par vis à rosace tel que défini dans le paragraphe 2.6.1.

4.1.2 Isolant

Les isolants sont exclusivement en laine de roche et doivent répondre aux caractéristiques indiquées au § 2.6.2 du présent document.

4.1.3 Système d'enduit

Toutes les natures d'enduit (hydraulique, organique) peuvent être envisagées. Leur usage dépendra de certaines performances (reprise d'eau par capillarité, perméabilité à la vapeur d'eau, réaction au feu, résistance aux chocs, coefficient d'absorption solaire de la finition, etc.)

Configurations d'enduit qui sont visées dans le présent Guide :

- visé par un Atec, DTA ETICS sur support bois. Les consommations/épaisseurs du système d'enduit y sont indiquées ;
- épaisseur maximale du système d'enduit : $e \leq 18$ mm (source : étude CODIFAB) ;
- épaisseur d'air équivalente du système d'enduit : $S_d \leq 1$ m (source : étude CODIFAB et valeur seuil envisagée dans l'ETAG 004 qui vise les supports béton/maçonnerie) – indiquée dans l'ETA de l'ETICS ;
- reprise d'eau par capillarité de l'ensemble « isolant + enduit » après 24 heures : $< 0,6$ kg/m² – indiquée dans l'ETA de l'ETICS et réalisée selon l'ETAG 004.

NOTE

Seul le seuil de 0,5 kg/m² après 24 heures est indiqué dans les ETE/ATec et DTA ETICS. La valeur moyenne n'est pas affichée dans les documents publiés. Elle est généralement présente dans le Rapport d'évaluation associé à l'ETE ETICS, partie confidentielle mais accessible pour le tenant du système, ayant évalué son procédé.

Pour autant, les valeurs indiquées ci-dessus peuvent ne pas être assez sévères, au regard des résultats de l'étude hygrothermique réalisée en partie courante, mettant en évidence une vigilance dans le choix du système d'enduit.

Les caractéristiques du système d'enduit extérieur sont essentielles pour limiter les risques de condensation.

Deux caractéristiques hydriques sont primordiales :

- la perméabilité à la vapeur d'eau
- et
- les coefficients de succion et de redistribution de l'eau liquide (diffusion liquide) dans le système d'enduit.

Pour limiter les risques de condensation, l'enduit doit être très perméable aux transferts de vapeur d'eau, afin d'évacuer la vapeur d'eau traversant la paroi, et doit avoir une diffusion liquide faible, afin de limiter le transfert de l'eau liquide provenant de la pluie reçue par la paroi.

NOTE

Les résultats de l'étude hygrothermique montrent que lorsqu'il y a de la pluie battante :

- dans le cas d'un « enduit à la chaux », l'humidité relative de la partie de l'isolant en contact de l'enduit augmente très rapidement. Cela est dû au fort coefficient de diffusion liquide de l'enduit à la chaux ;
- dans le cas d'un « enduit bâtard », cette humidité relative atteint un niveau identique mais plus lentement ;
- dans le cas d'un enduit dit « étanche », la pluie battante n'a aucune incidence sur la variation de l'humidité relative de l'isolant.

Les deux caractéristiques importantes sont bien la diffusion liquide de l'enduit et sa courbe de sorption. Ces données ne sont pas disponibles à ce jour car ces essais ne sont pas réalisés dans le cadre de l'ETAG 004, référentiel des ETICS sur béton/maçonnerie.

Pour éviter tout risque lié à l'humidité, il faut que le coefficient de diffusion liquide de l'enduit soit le plus faible possible et que sa courbe de sorption présente une teneur en eau entre 80 et 98 % suffisamment importante pour encaisser la pluie battante, sans pour autant être trop forte, afin d'éviter que l'isolant tout proche n'accumule de l'eau.

4.1.4 Accessoires

Divers accessoires peuvent être nécessaires pour la mise en œuvre, comme par exemple pour traiter les joints du support, les encadrements de baies et les rejets d'eau etc.

Accessoires de mise en œuvre conformes au § 3.9 du Cahier CSTB 3035_V3, dont en particulier :

- profilés de raccordement et profilés pour couvre-joint ;
- vis en acier inoxydable compatibles pour les profilés ;
- absence de visserie galvanisée ou cadmiée en contact direct avec les profilés métalliques ;
- renforts d'arêtes ;
- produits de calfeutrement : mastics plastiques F 25E et bandes de mousse imprégnée pré-comprimée ;
- bande de mousse EPDM autocollante ;
- film pare-pluie souple pour traitement encadrement de baie, présentant une valeur $S_d = 0,18$ m.

4.2 Conditions de mise en œuvre

Aux conditions générales de mise en œuvre, des conditions spécifiques à la hauteur du bâtiment seront développées dans ce paragraphe.

4.2.1 Dispositions communes à tous les cas de mise en œuvre

Les dispositions communes à tous les cas de mise en œuvre sont celles décrites ci-dessous, elles sont renforcées par les contrôles définis au § 4.2.2 et les dispositions spécifiques décrites au § 4.2.3 :

- réception de la paroi support (COB ou FOB) : voir § 4.2.2.1 ;
- stockage sur chantier des composants de l'ETICS : stockés à l'abri des intempéries ;
- conditions générales de mise en œuvre de l'ETICS :
 - l'ETICS est toujours posé sur une COB avec panneau de contreventement ou FOB avec panneau de stabilité,
 - pour les bâtiments sans pare-pluie souple : les joints entre panneaux isolants de l'ETICS ne doivent pas correspondre aux joints entre panneaux supports et doivent présenter un décalage minimum de 200 mm,
 - au-delà de R+2 : du fait des résultats de l'étude hygrothermique et de l'absence de données concernant les enduits (susceptibles de répondre aux conditions limitant le fort risque d'humidification à l'interface « enduit extérieur et isolant en laine de roche »), des bavettes de recouvrement vont être mises en place tous les 2 niveaux (ou tous les niveaux, au-delà de 28 m) pour évacuer les eaux susceptibles d'être présentes dans l'isolant en laine de roche.

NOTE

Les simulations réalisées ne tiennent pas compte de l'effet gravitaire. Or, dans une laine de roche, les fibres sont suffisamment espacées pour permettre à de l'eau de condensation de s'écouler vers les parties basses de la paroi. Il pourrait y avoir une accumulation d'eau à cet endroit si rien n'est fait.

4.2.2 Contrôles

4.2.2.1 Réception du support

La mise hors d'eau des panneaux de COB ou FOB, supports d'ETICS, doit être systématiquement exécutée sans délai pour éviter la dégradation du support bois (ex : bâchage mis en œuvre par l'entreprise ayant posé ces panneaux pour bâtiments de hauteur < R+2).

Ainsi il convient de s'assurer des conditions suivantes :

- les panneaux de COB ou FOB sont protégés par le pare-pluie et le temps d'exposition aux UV admissible avant recouvrement du pare-pluie est respecté ;
- la paroi de la COB ou de la FOB doit être étanche à l'air avant mise en œuvre de l'ETICS ;
- les contrôles et tolérances définis dans le NF DTU 31.2 ou le NF DTU 31.4 sont effectués ;
- l'humidité du panneau support d'ETICS est contrôlée par une méthode adaptée au type de panneau. Avant la pose de l'ETICS, elle doit être comprise entre 8 et 12 %.

4.2.2.2 Contrôles en unité de fabrication

Les contrôles réalisés sur les composants de l'ETICS sont indiqués généralement dans le plan de contrôle associé au système.

4.2.2.3 Contrôles de mise en œuvre

Autocontrôles à prévoir sur site, lors de la mise en œuvre :

- respect des conditions d'application (conditions climatiques) ;
- respect des conditions de préparation des enduits (taux de gâchage éventuel, temps de mélange, temps de prise, etc.) et d'application (consommations et épaisseurs appliquées, temps de séchage) ;
- vigilance sur la bonne exécution des points singuliers, etc.

Ces autocontrôles sont consignés dans une fiche d'autocontrôle du type de celle donnée dans l'Annexe J des Recommandations Professionnelles RAGE « Procédés d'isolation thermique extérieure par enduit sur polystyrène expansé – Neuf/rénovation » de juillet 2014, qui reste à adapter à la mise en œuvre sur COB ou FOB.

4.2.3 Dispositions spécifiques en fonction de la hauteur du bâtiment

Sauf cas particulier, les ETICS sur support bois sont limités à des bâtiments conformes au NF DTU 31.2 de type R+2 ou 9 m (hors bord/front de mer).

Pour envisager une évolution de ce domaine d'emploi à des hauteurs supérieures, des dispositions spécifiques, fonction de la hauteur de la façade, sont nécessaires.

Les dispositions suivantes s'appliquent sur l'ensemble d'une façade. Elles ne dépendent pas de la position de l'ETICS sur la façade, mais de la hauteur maximale de la façade.

4.2.3.1 Dispositions et conditions spécifiques en partie courante

Quatre cas sont à envisager :

- $H \leq R+2$ (9 m) : application des dispositions des ATec/DTA de systèmes d'ETICS sans dispositions complémentaires particulières (pas de nécessité de pare-pluie), ou utilisation d'un pare-pluie rigide (voir tableau 11 du § 3.1) ;
- $9 \text{ m} < H \leq 18 \text{ m}$: mise en œuvre d'un pare-pluie sur l'ossature bois, traitement spécifique des baies décrit dans le présent guide, et application des dispositions des ATec/DTA de systèmes d'ETICS ;
- $18 \text{ m} < H \leq 28 \text{ m}$: en complément de la membrane pare-pluie, il est nécessaire de prévoir un dispositif d'évacuation (bavette de rejet d'eau) des eaux d'infiltration et de condensation tous les 2 niveaux. En complément, le panneau support du pare-pluie et de l'ETICS doit être de classe d'emploi 3.1 *a minima* conformément à la norme NF EN 335 ;

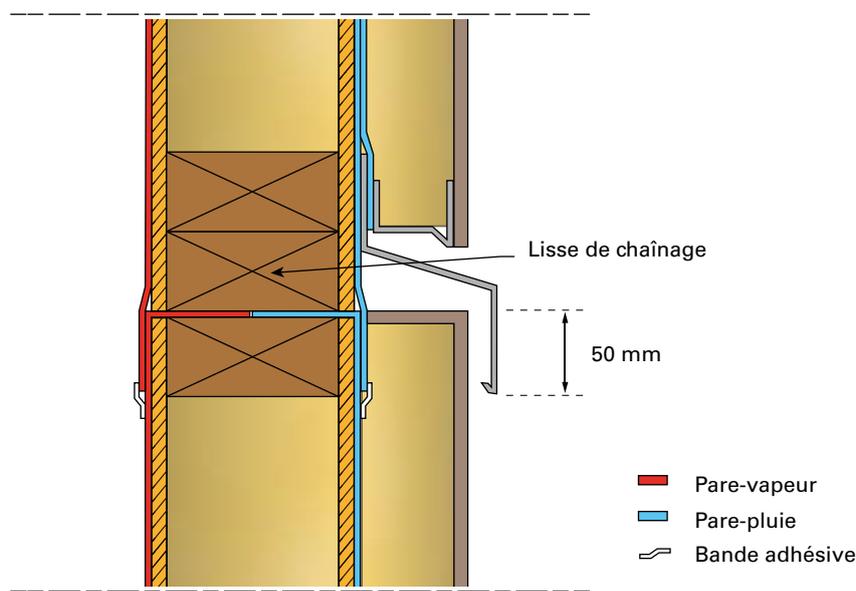


Figure 35 : Bavette de rejet d'eau

- $28 \text{ m} < H \leq 50 \text{ m}$: en complément des dispositions prévues pour les bâtiments entre 18 et 28 m de hauteur, des éléments architecturaux horizontaux, comme des coursives, doivent protéger la paroi extérieure de l'ETICS.

Une hauteur h de façade située entre deux planchers saillants est considérée comme protégée si le débord horizontal est au minimum de longueur $0,5 h$.

De plus, le dispositif d'évacuation des eaux d'infiltration et de condensation, tel que prévu pour les façades entre 18 et 28 m de hauteur, doit être prévu pour tous les niveaux.

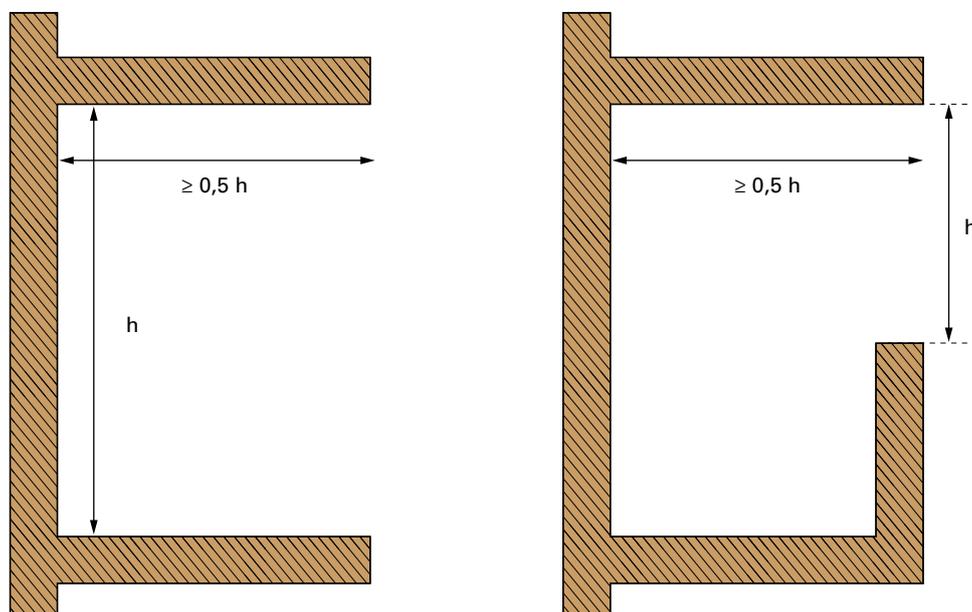


Figure 36 : Éléments architecturaux de protection

4.2.3.2 Dispositions spécifiques à la mise en œuvre des encadrements de baies

Deux cas sont à envisager :

- $H \leq R+2$ (9 m) : application des dispositions des ATec/DTA sans dispositions complémentaires particulières ;
- $H > 9 \text{ m}$: précadre obligatoire. Les autres dispositions définies pour les niveaux Ee1 et Ee2 dans les NF DTU 31.2 et NF DTU 31.4 sont adaptées au projet. Prévoir les protections en fonction des prescriptions du tableau 1 du § 1.1 de ce guide.

ATTENTION

Un essai AEV de la configuration retenue pour l'encadrement de baie sera à prévoir (seule exception : configuration déjà testée).

4.3 Paroi en partie courante

4.3.1 Coupe horizontale sur COB/FOB

Coupe horizontale d'un panneau de COB ou de FOB avec un système d'ETICS.

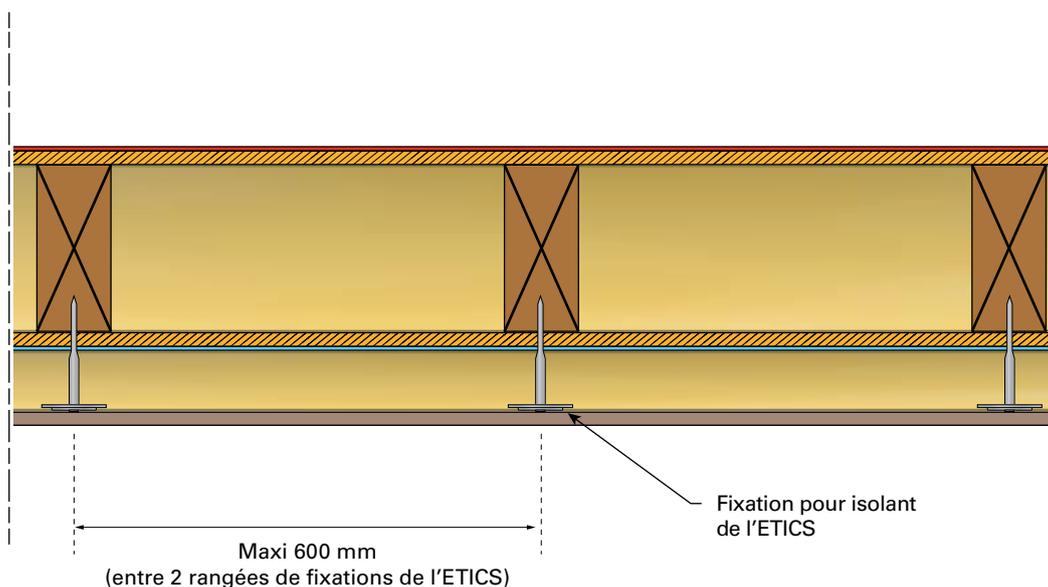
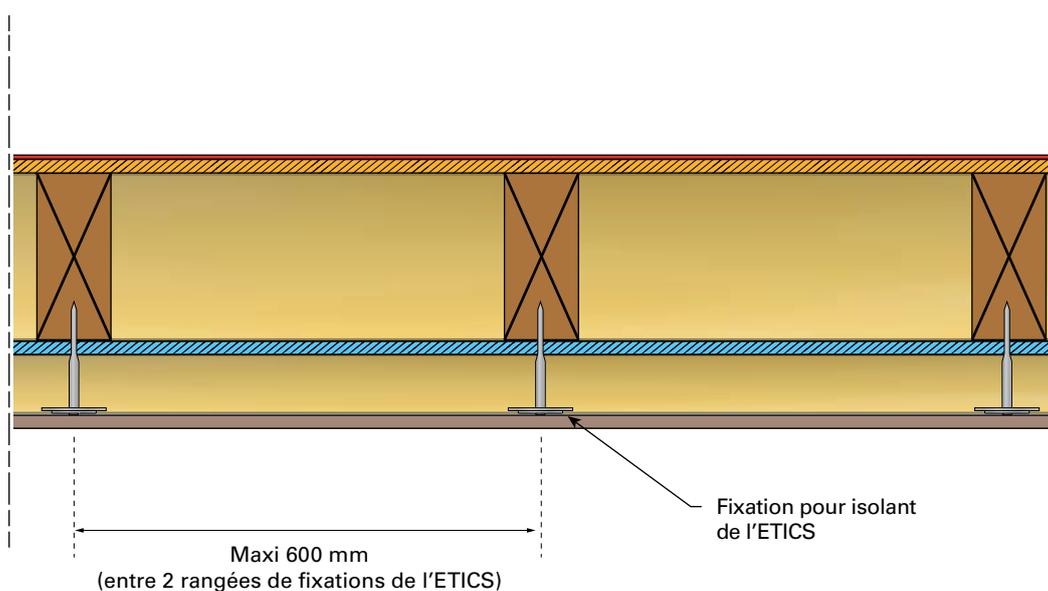


Figure 37 : Jonction avec pare-pluie souple



- Pare-vapeur
- Pare-pluie

Figure 38 : Jonction avec pare pluie rigide

ATTENTION

L'entraxe des fixations de l'isolant de l'ETICS doit être au maximum de 600 mm. De ce fait, le vide maximal entre montants de l'ossature de COB ou FOB ne peut pas être de 600 mm conformément aux normes NF DTU 31.2 et NF DTU 31.4.

Exemple de traitement du joint de dilatation :

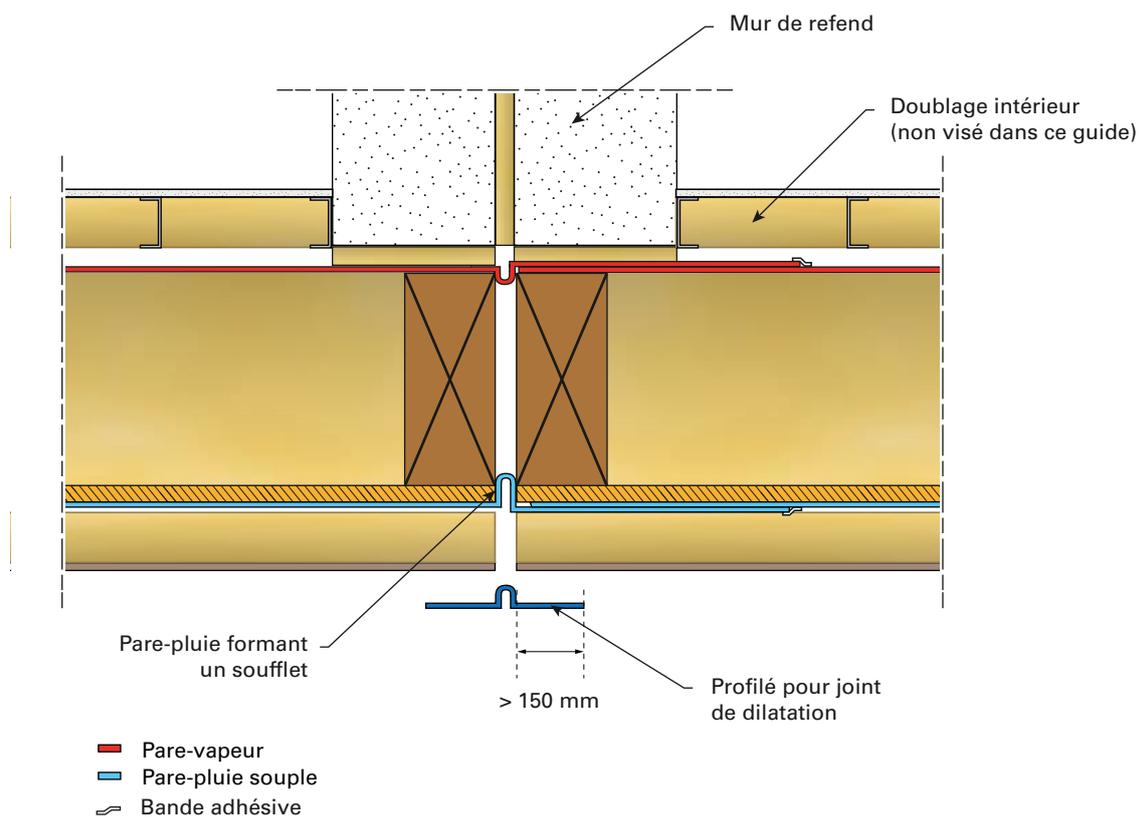
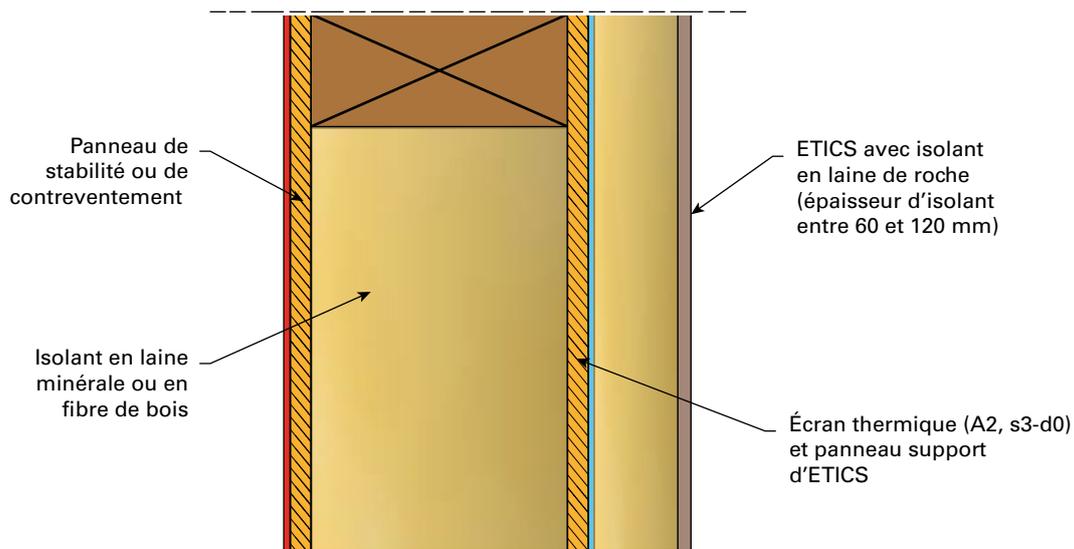


Figure 39 : Joint de dilatation

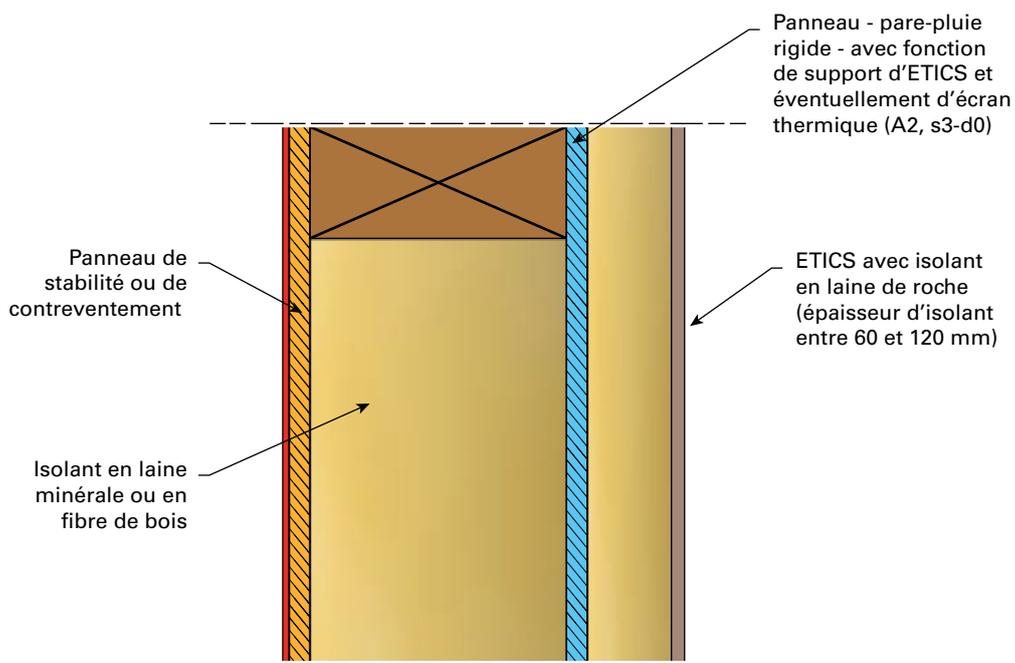
Dans le cas du traitement d'un joint de dilatation de l'ossature primaire sur les panneaux à ossature bois, le vide entre les panneaux doit comporter un bourrage en laine de roche, de même pour le traitement de l'étanchéité de jonction entre les panneaux et les murs de refend ou poteaux.

De plus, les membranes souples pare-pluie et pare-vapeur doivent permettre de reprendre les mouvements prévisibles sans se dégrader. L'ETICS ne pourra pas être continu au niveau des joints de dilatation.

4.3.2 Coupe verticale sur COB/FOB



- Pare-vapeur
- Pare-pluie



- Pare-vapeur
- Pare-pluie

Figure 40 : Coupe verticale en partie courante

4.3.3 Vue de face – plans de chevillage de l'isolant en laine de roche

Exemple de calepinage des fixations de l'isolant de l'ETICS dans les panneaux à ossature bois :

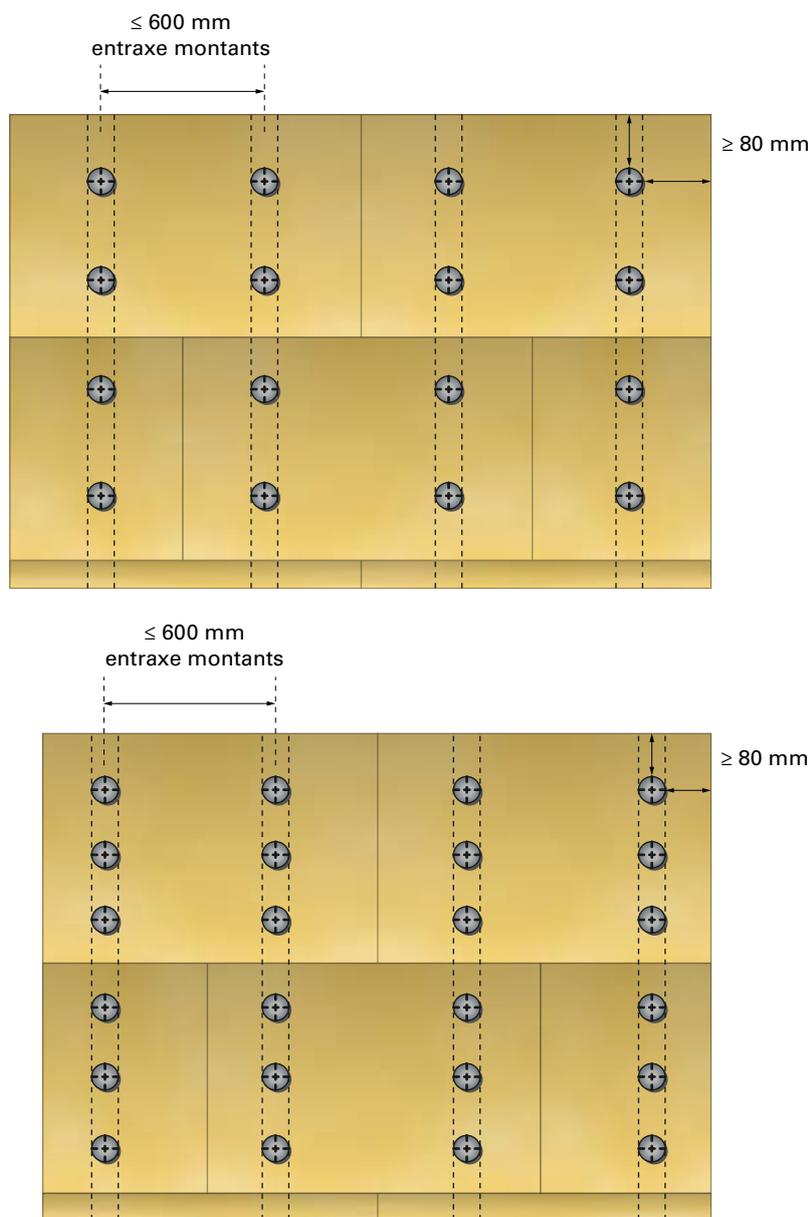


Figure 41 : Vue du chevillage

ATTENTION

L'entraxe maximal entre les rangées de fixations de l'isolant de l'ETICS est de 600 mm. De ce fait, il n'est pas possible d'avoir un vide entre montants d'ossature de 600 mm.

4.4 Points singuliers

Dans ce paragraphe, lorsque les contre-cloisons sont représentées, la représentation est schématique. Cela correspond à une ou plusieurs plaques en fonction du degré d'étanchéité au feu requis.

4.4.1 Départ en partie basse

Pour le traitement de l'ETICS, pas de particularité. Un profilé de départ est nécessaire. Celui-ci sera perforé pour évacuer les éventuelles eaux ayant atteint l'ETICS (par condensation et/ou par capillarité).

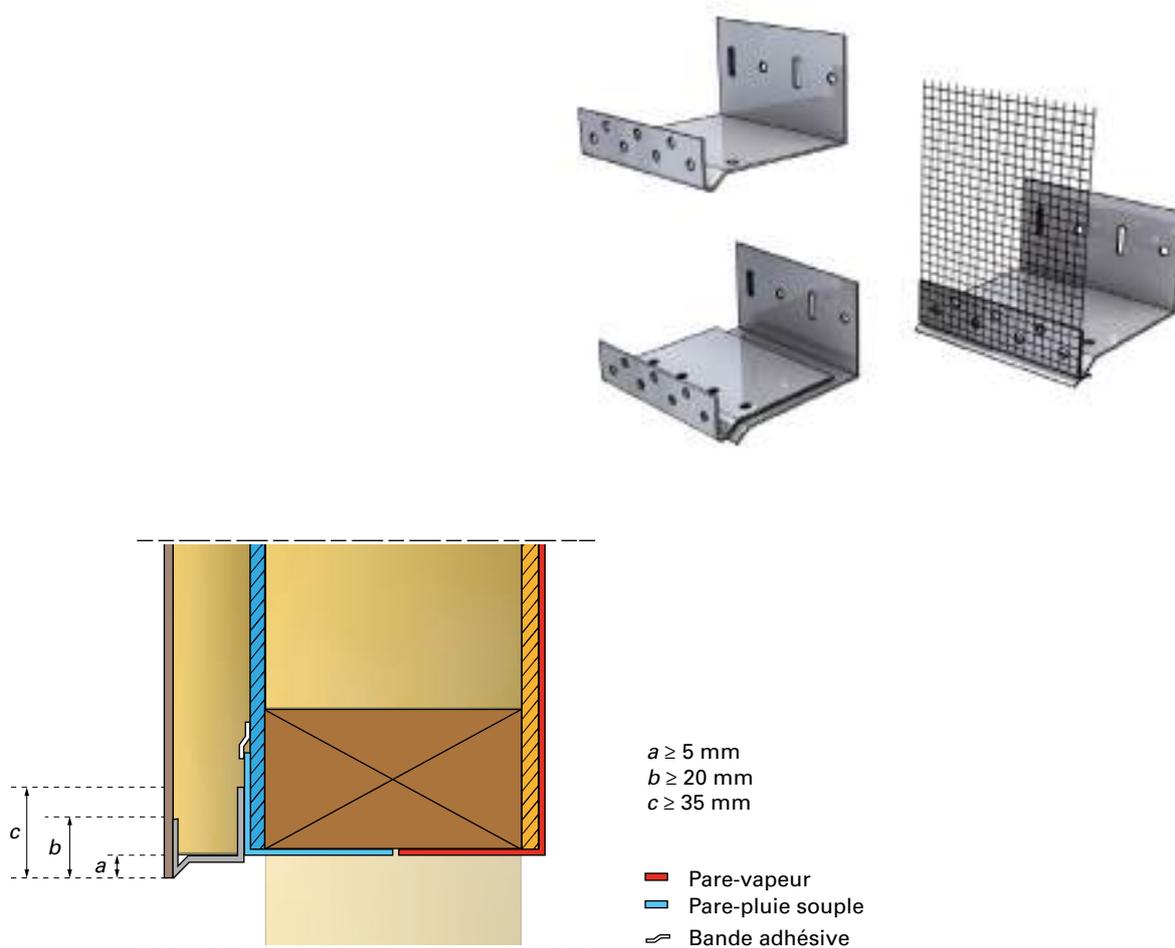


Figure 42 : Profilé de départ

En fonction de l'exposition aux chocs de la façade, cependant, un treillis complémentaire (simple trame ou trame renforcée en fibres de verre) peut être marouflé dans la couche de base armée. Sa mise en œuvre doit alors être conforme au Cahier du CSTB 3035_V3.

L'ETICS doit recouvrir la lisse basse et passer devant la dalle sur une hauteur minimale de 30 mm.

Dans le cas de la mise en œuvre d'un pare-pluie rigide, la jonction en pied de façade est assurée par l'ajout d'une bande de pare-pluie souple est ajoutée. Celle-ci peut être soit raccordée sous la lisse basse, soit sur la dalle.

Schéma avec pare-pluie souple :

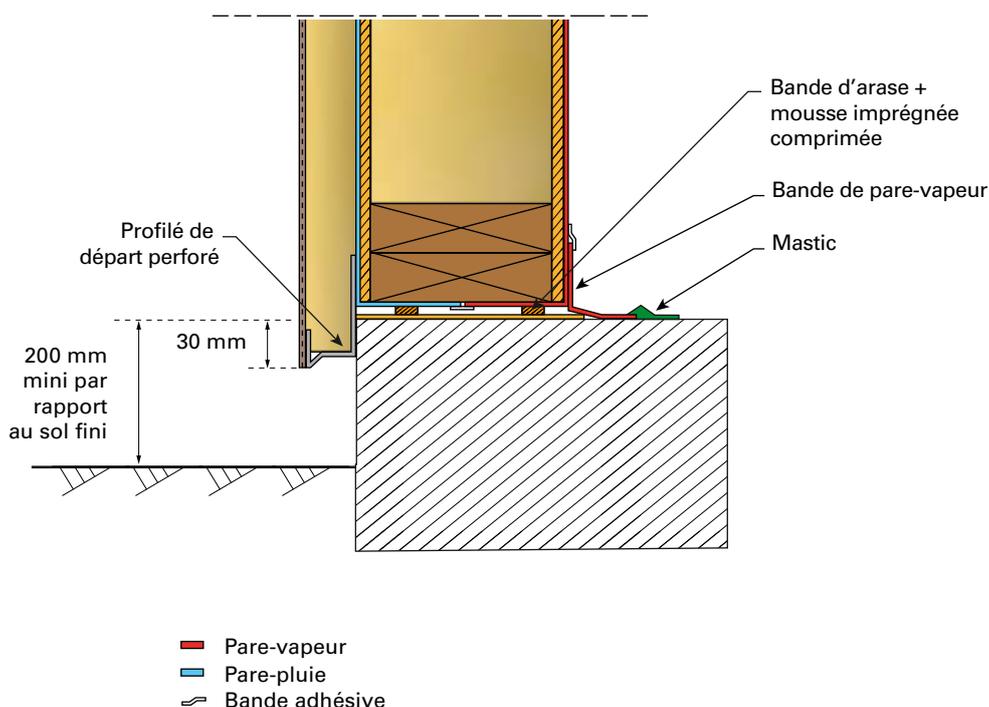


Figure 43 : Exemple de pied de façade avec un pare-pluie souple

Schéma avec pare-pluie rigide :

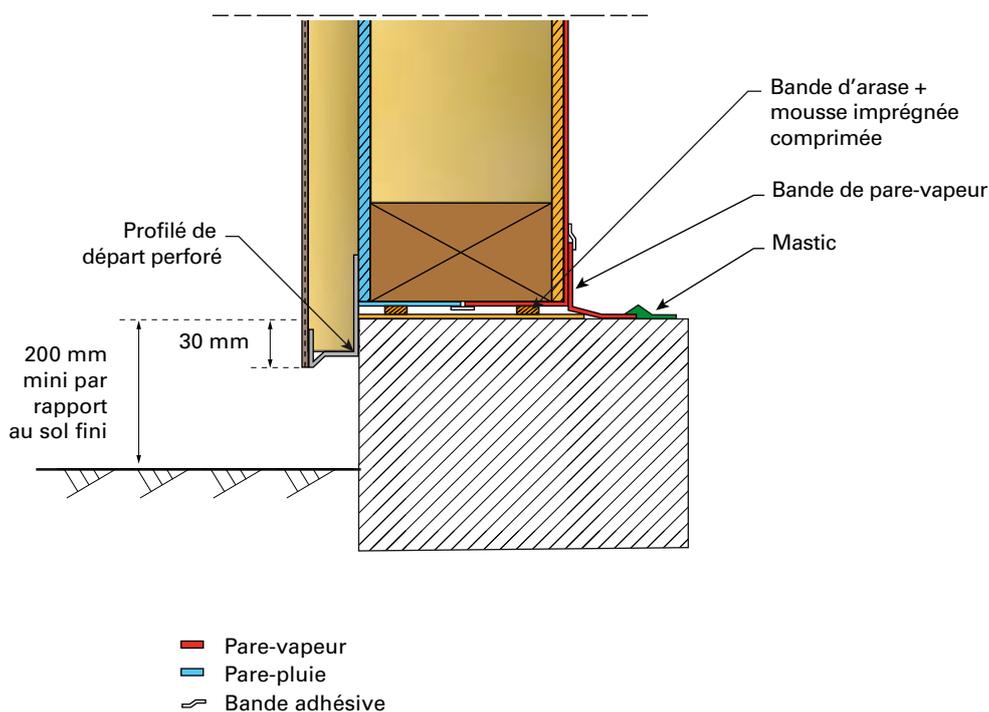


Figure 44 : Exemple de pied de façade avec un pare-pluie rigide

Il est possible de considérer que le niveau du sol extérieur est le fond d'un caniveau dont la profondeur minimale est de 200 mm. Ce caniveau doit avoir une grille métallique galvanisée et doit avoir une largeur minimale de 200 mm à partir de l'extérieur de l'ETICS. De plus, ce caniveau doit être raccordé au réseau d'évacuation des eaux pluviales.

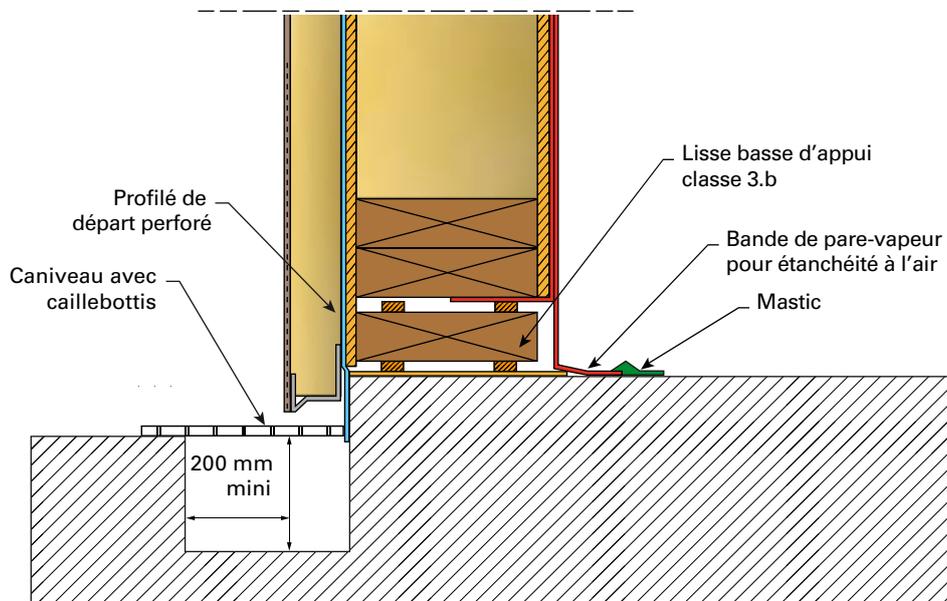


Figure 45 : Exemple de pied de façade en présence d'un caniveau extérieur

4.4.2 Angles rentrant et sortant

Dans les angles de façade, les panneaux isolants d'ETICS doivent être mis harpés.

Angle entrant sur COB :

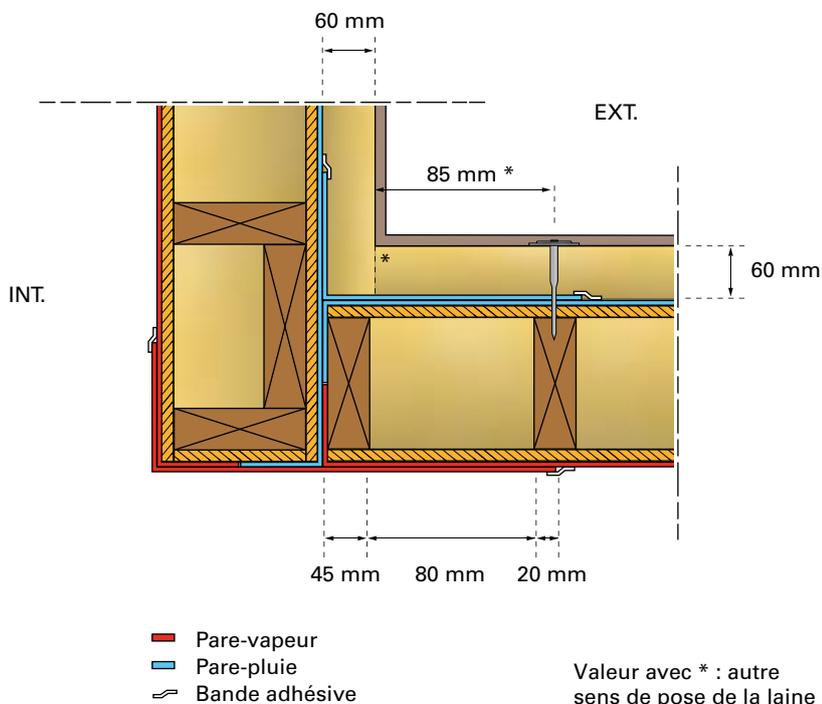


Figure 46 : Exemples d'angle entrant sur COB recouverte d'un ETICS avec une épaisseur d'isolant de 60 mm

Angle entrant sur COB recouverte d'un ETICS avec une épaisseur d'isolant de 100 mm :

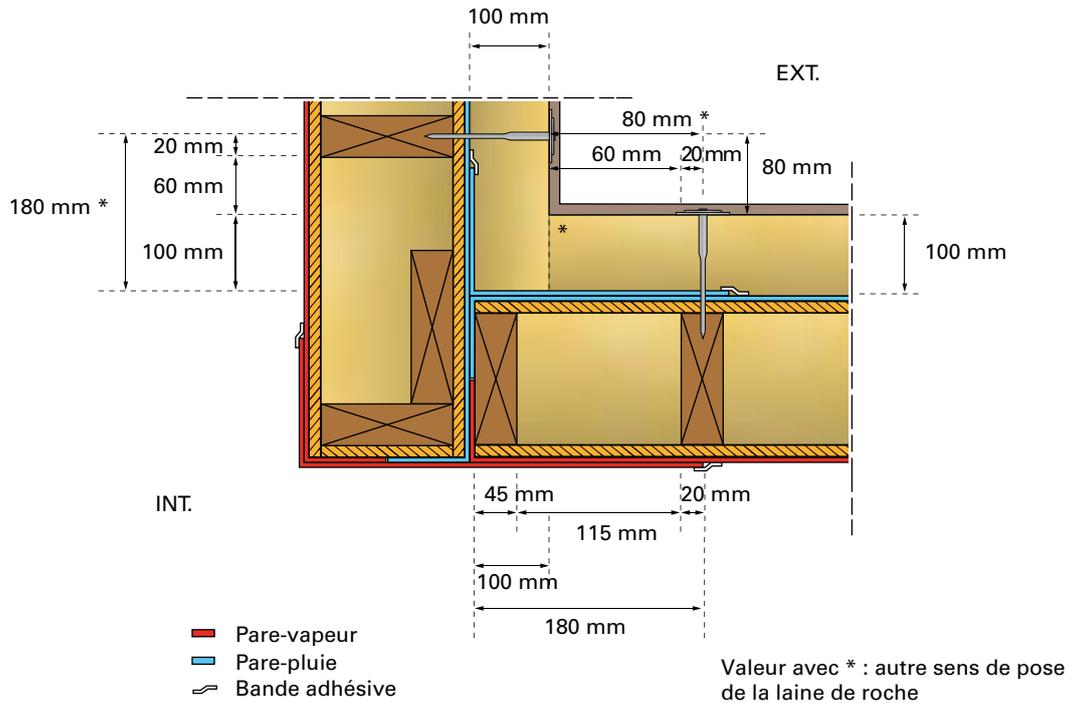


Figure 48 : Exemple d'angle entrant sur COB recouverte d'un ETICS avec une épaisseur d'isolant de 100 mm

La figure 49 est différente de la figure 46 au niveau de l'épaisseur d'isolant en laine de roche de l'ETICS. Ces figures illustrent la réflexion à avoir concernant la fixation des panneaux isolants de l'ETICS vis-à-vis des supports (au droit des montants de la COB et distances à respecter).

Exemple de profils de continuité d'ETICS :

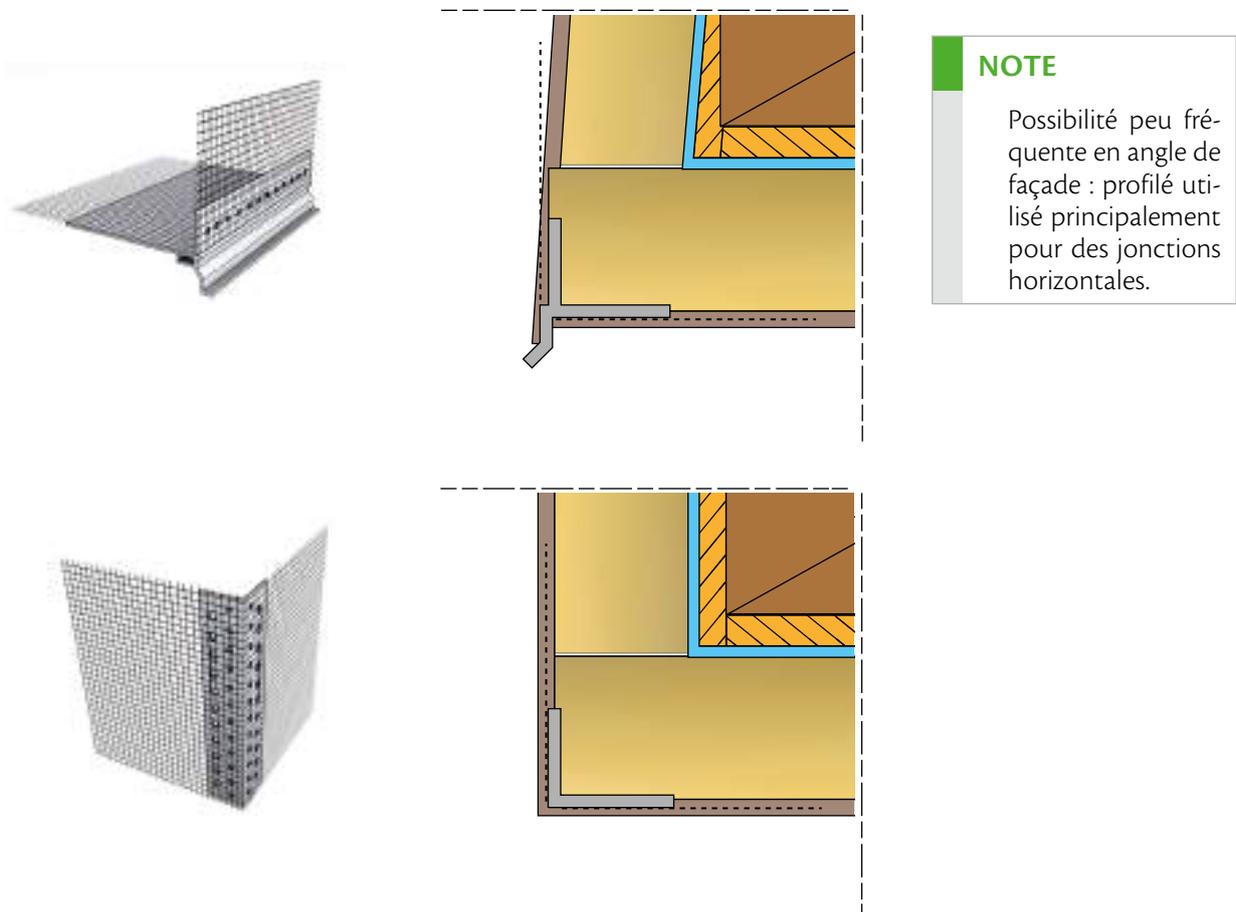
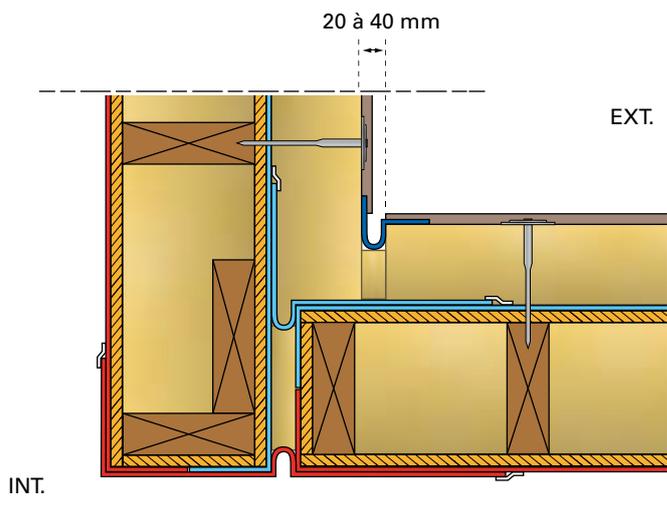
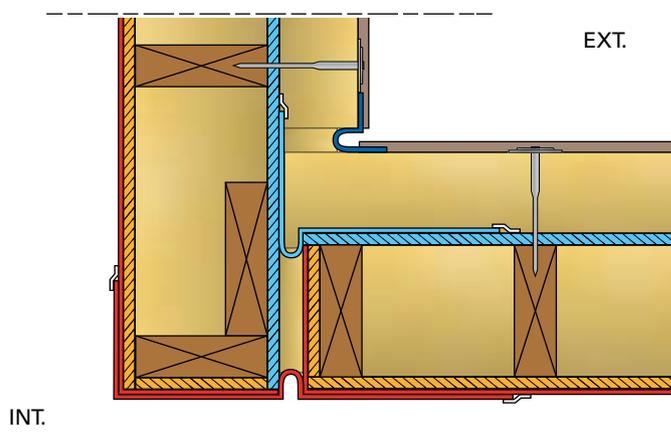


Figure 49 : Profil de continuité d'angle

Angle entrant sur FOB :



- Pare-vapeur
- Pare-pluie
- Bande adhésive

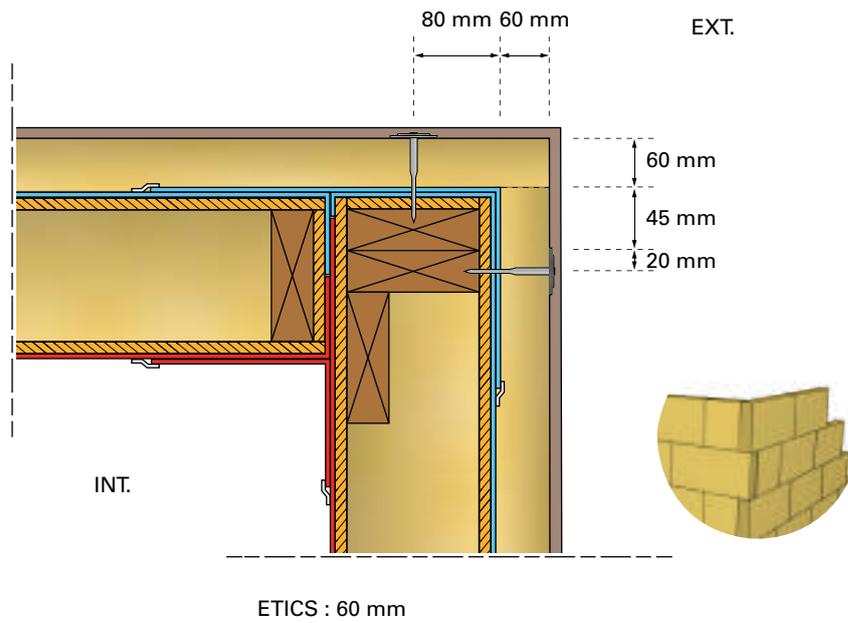


- Pare-vapeur
- Pare-pluie
- Bande adhésive

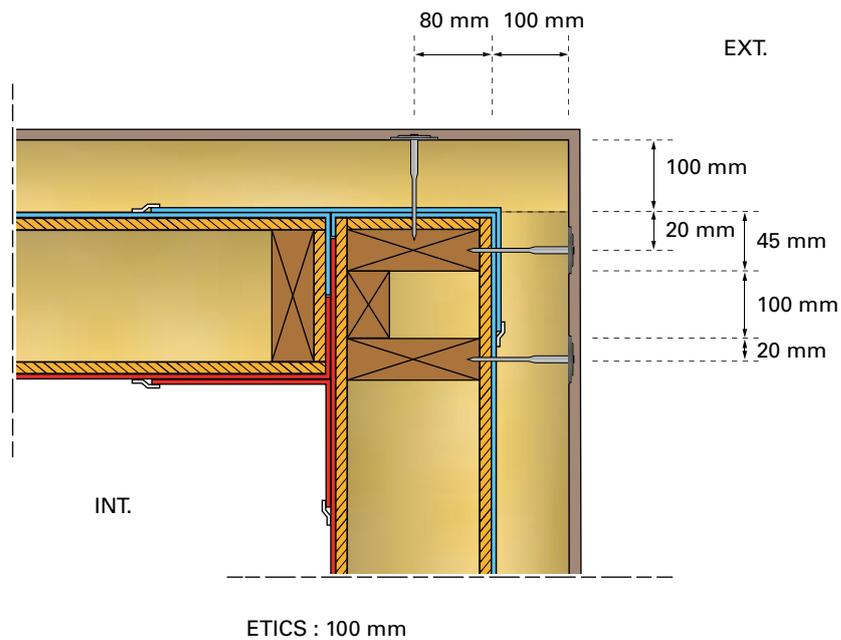
Figure 50 : Exemples de solution d'angle sortant sur FOB

Dans le cas des FOB, il est important de ne pas avoir un ETICS continu dans les angles, afin de permettre les mouvements de panneaux à ossature bois et cela, sans dégrader le revêtement extérieur.

Angle sortant sur COB (160 mm) :



- █ Pare-vapeur
- █ Pare-pluie
- Bande adhésive



- █ Pare-vapeur
- █ Pare-pluie
- Bande adhésive

Figure 51 : Exemples d'angle sortant sur COB recouverte d'un ETICS avec une épaisseur d'isolant de 60 mm et harpage des panneaux isolants de l'ETICS

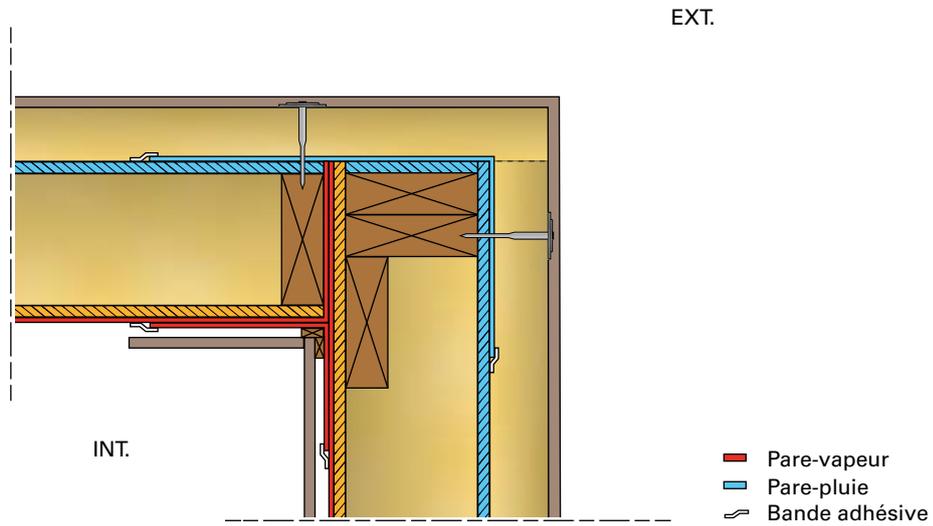


Figure 52 : Exemple d'angle sortant sur COB avec un pare-pluie rigide et recouverte d'un ETICS avec une épaisseur d'isolant de 60 mm

Angle sortant sur FOB :

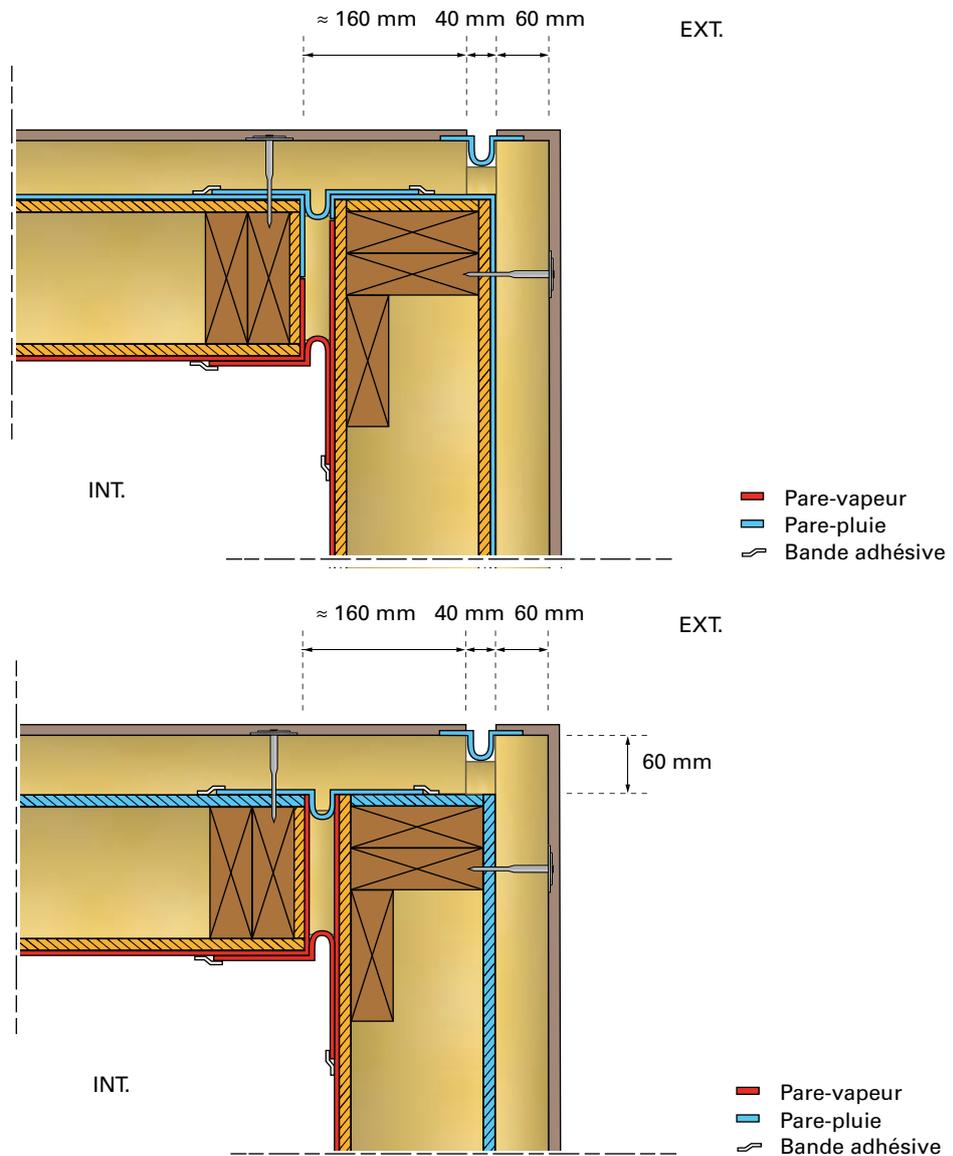


Figure 53 : Exemples de solution d'un angle sortant sur COB recouverte d'un ETICS avec une épaisseur d'isolant de 60 mm

ATTENTION

Pas de fixation de la laine de roche de l'ETICS sur la partie en porte à faux, au droit du montant du panneau support FOB perpendiculaire.

NOTE

Une attention particulière doit être portée à ce type de jonction. En effet, les configurations présentant un panneau isolant extérieur avec un porte-à-faux important pourraient entraîner une limitation de leur utilisation (étude de la résistance à la dépression au vent de la laine de roche non fixée mécaniquement dans une zone en angle, par rapport à la sollicitation au vent associée à la hauteur du bâtiment).

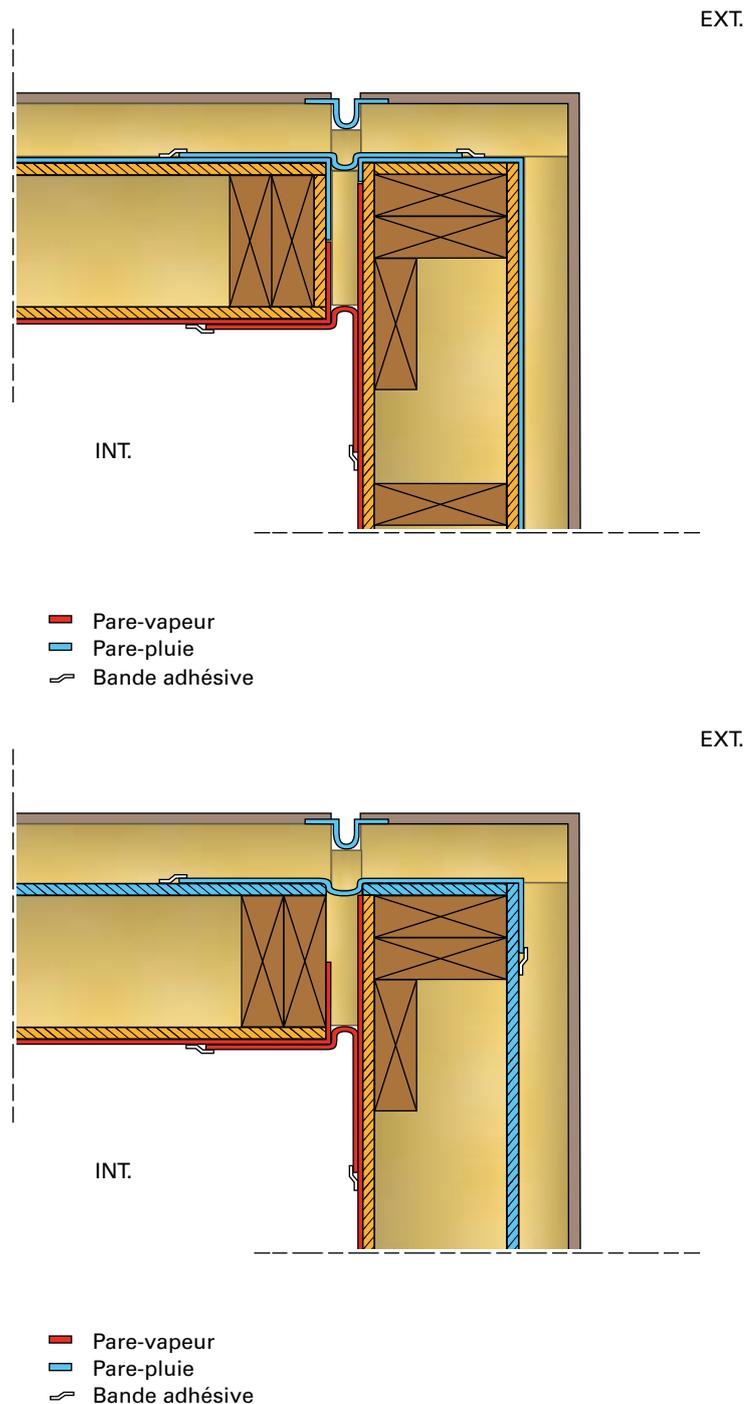


Figure 54 : Exemples de solution d'un angle sortant sur FOB recouverte d'un ETICS avec une épaisseur d'isolant de 60 mm

4.4.3 Traitement des encadrements de baie

4.4.3.1 Mise en œuvre du revêtement extérieur en périphérie des baies

La mise en œuvre de l'ETICS en périphérie des baies est schématisée au § 3.4.3. Les règles de mise en œuvre sont celles décrites dans le Cahier du CSTB 3709_V2 :

Aux angles de la baie, des découpes en « L » des panneaux isolants de l'ETICS doivent être réalisées afin d'éviter les joints filants entre panneaux. Les distances horizontales d_1 , d_3 et verticales d_2 , d_4 indiquées sur la figure ci-dessous doivent être au moins égales à 400 mm par rapport au gros œuvre, du fait de la présence de la membrane d'étanchéité.

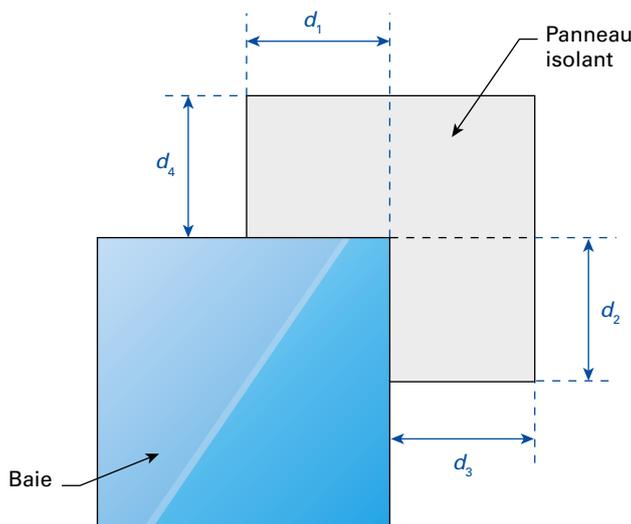


Figure 55 :

Le système d'enduit est systématiquement désolidarisé du dormant de la fenêtre par l'intermédiaire d'une garniture (bande de mousse imprégnée pré-comprimée, mastic sur fond de joint, etc.) ou d'un profilé de raccord.

La fixation de l'isolant sur le dormant de la fenêtre n'est pas admise.

Un dispositif formant goutte d'eau (larmier) doit être intégré dans le système d'enduit au niveau de la voussure (par exemple un profilé en PVC muni de retours avec treillis en fibre de verre).

Lorsque la pièce d'appui de la fenêtre ne reprend pas l'épaisseur totale de l'isolant, la tranche supérieure de l'isolant est recouverte de la couche de base armée au niveau de l'appui de baie. Une bavette rapportée recouvre alors cette partie ; cette bavette doit respecter les exigences décrites au paragraphe 5.1.7 du NF DTU 36.5 P1-1 et complétées par les dispositions prévues dans le Cahier 3709_V2. Cette bavette ne doit pas perturber les performances acoustiques de la fenêtre (à cet effet, on pourra utiliser par exemple un matériau résilient à l'interface entre la bavette et le dormant). Un mastic polyuréthane SNJF 1^{re} catégorie, disposé en cordons, permet de solidariser la bavette au système et d'améliorer l'adhérence et l'étanchéité à l'air (le mastic doit être compatible avec les matériaux constituant la bavette et l'enduit de base). De plus, une deuxième fixation mécanique de la bavette (patte-équerre par exemple) est nécessaire à la jonction entre bavettes ou pour des bavettes de longueur supérieure ou égale à 3 m.

Pour le traitement des extrémités de l'appui, l'emploi de relevés spécifiques encastrés dans l'isolant est préconisé, ce dernier ayant été préalablement découpé : cette solution est la plus efficace contre les pénétrations d'eau et permet d'éviter les éventuelles remontées capillaires en tableaux.

ATTENTION

Il existe une difficulté liée au grugeage de l'isolant en laine de roche.

Lorsque les menuiseries sont mises en œuvre sur un précadre métallique, il y aura lieu de vérifier au cas par cas que l'éventuel pont thermique causé par le précadre, n'entraîne pas de risque de condensation.

4.4.3.2 Mise en œuvre des menuiseries en tunnel sur précadre

NOTE

Les contrecloisons sont représentées de façon schématique. Il faut se référer à l'Appréciation de laboratoire spécifique à ce guide.

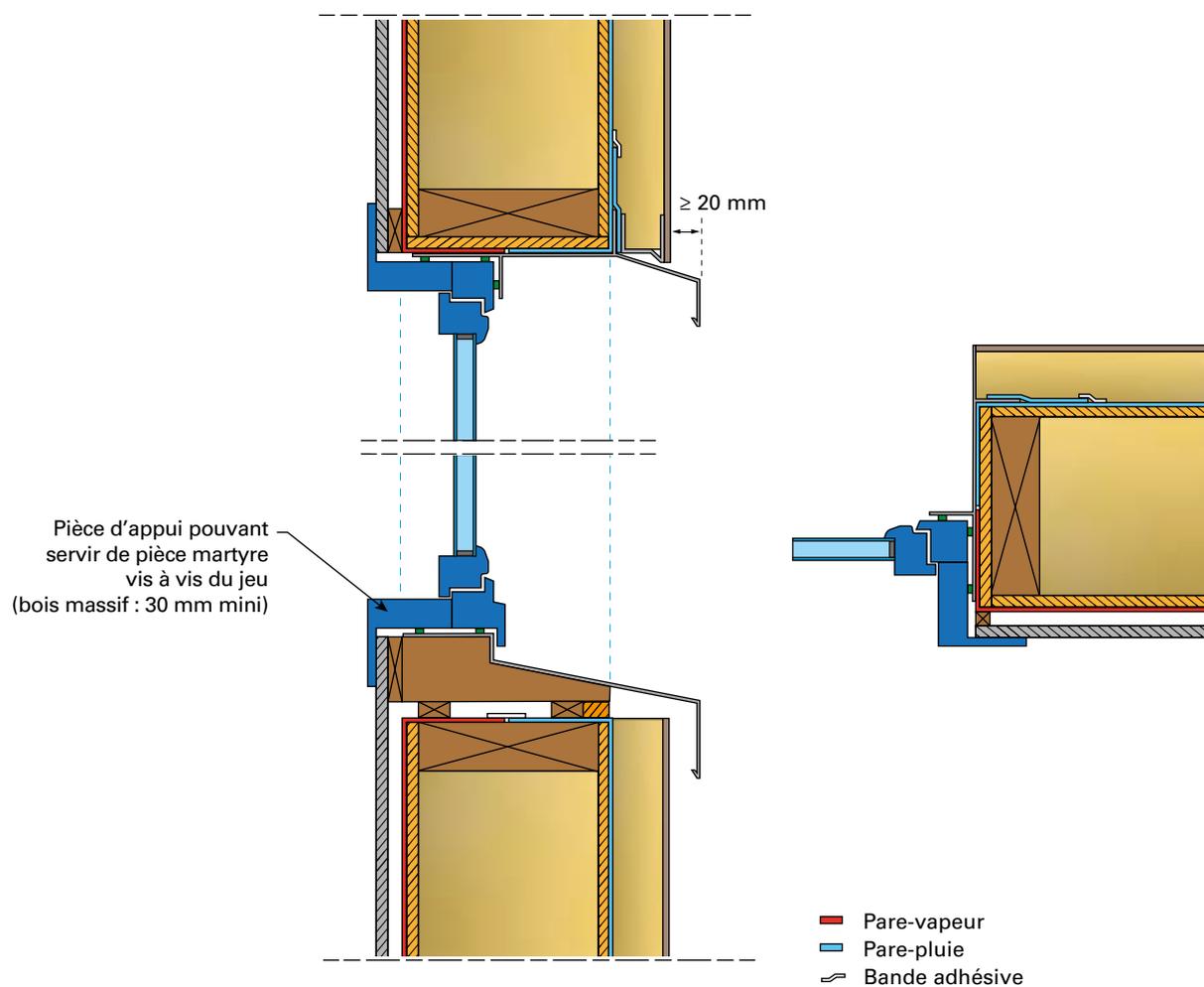


Figure 56 : Menuiserie dans le précadre au nu intérieur du panneau

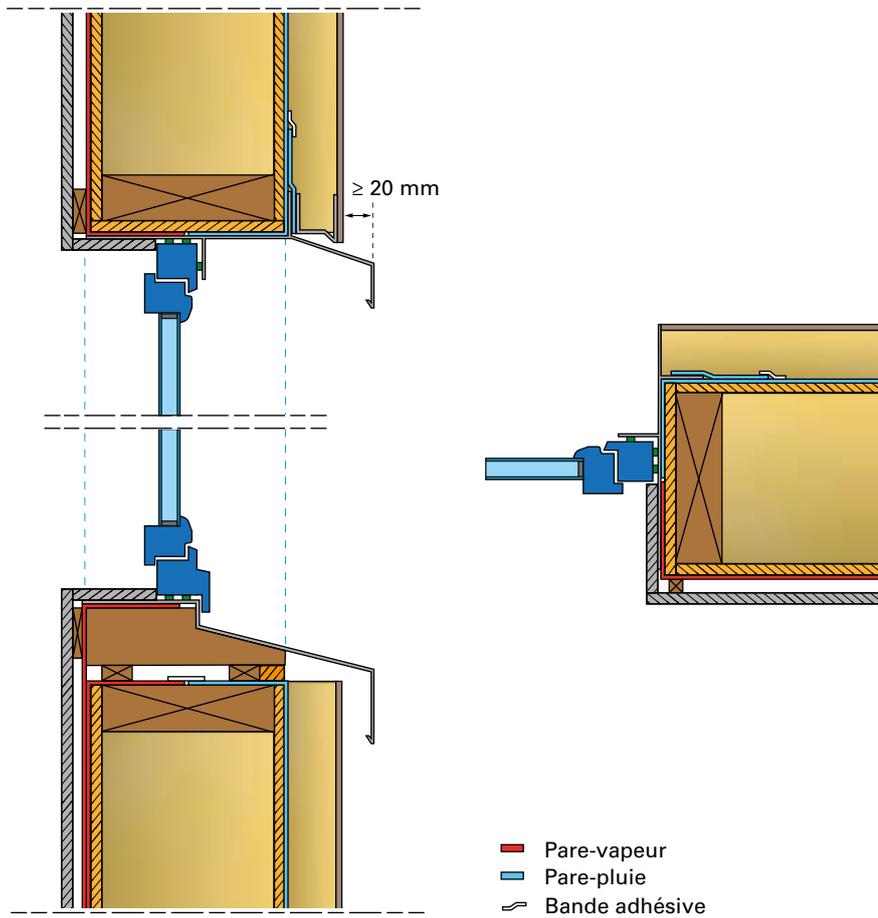


Figure 57 : Menuiserie dans le précadre au milieu de l'épaisseur du panneau

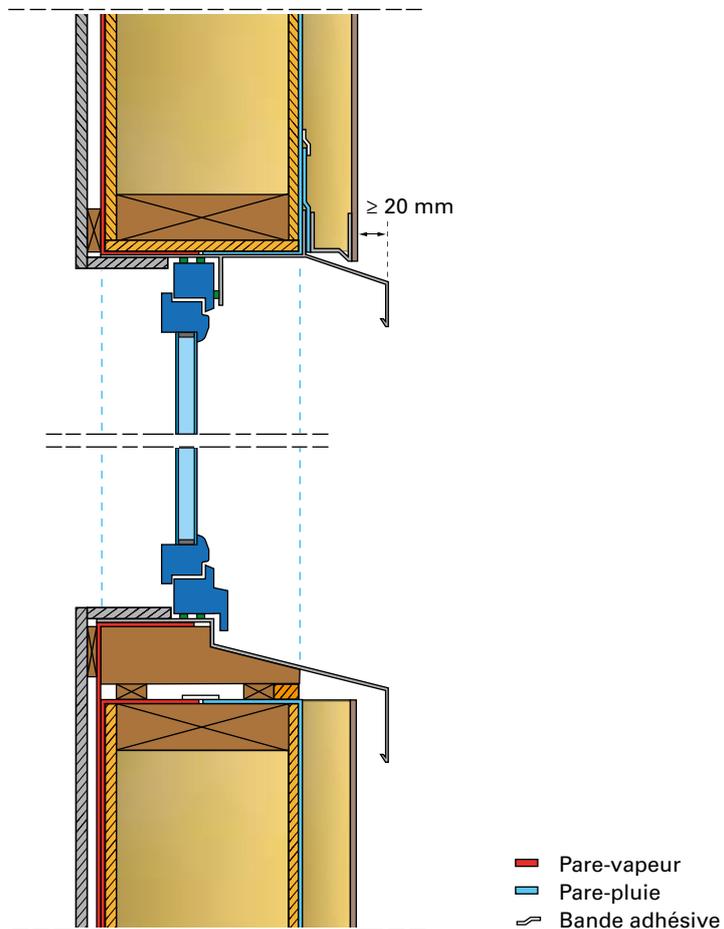


Figure 58 : Menuiserie dans le précadre au nu extérieur du panneau

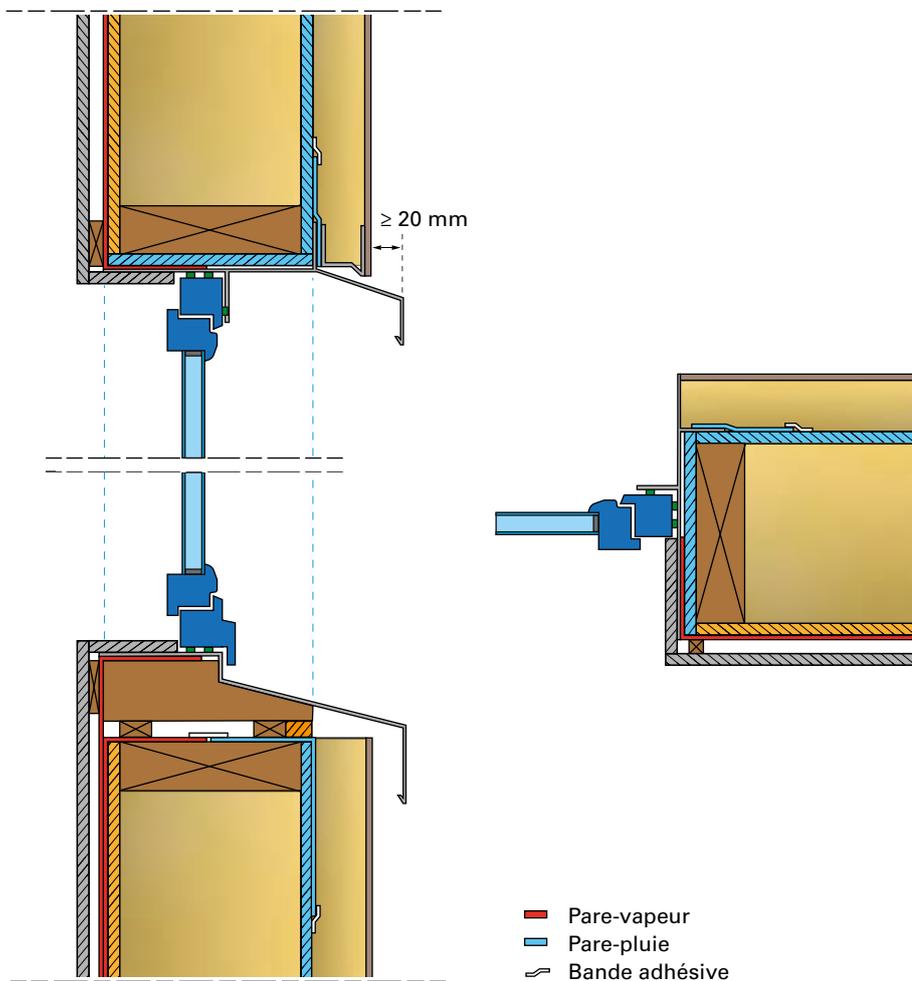


Figure 59 : Solution de mise en œuvre d'une menuiserie et de son précadre sur un panneau avec un pare-pluie rigide

4.4.3.3 Mise en œuvre des menuiseries en tunnel sur précadre en applique extérieure

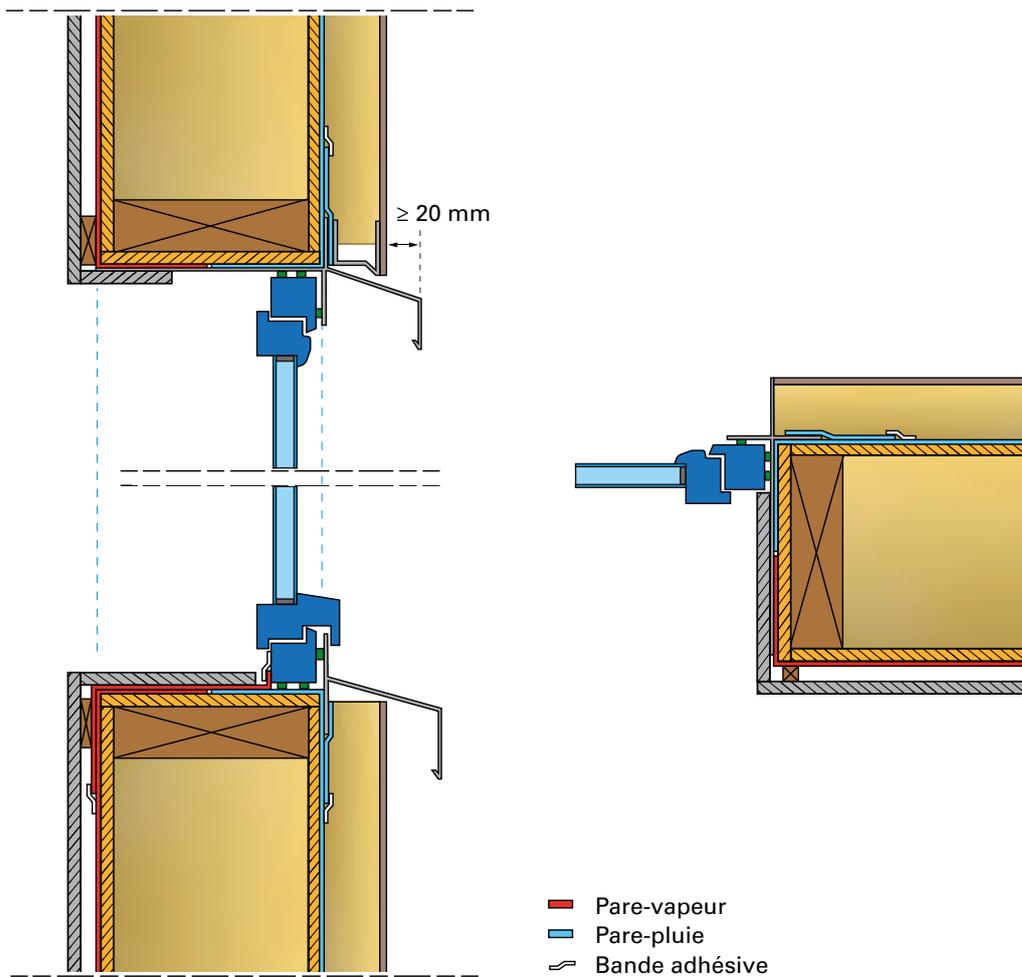


Figure 60 : Solution de mise en œuvre d'un précadre en applique extérieure du panneau avec sa menuiserie

4.4.4 Mise en œuvre du revêtement extérieur au niveau des joints de dilatation

Profilés en métal ou en PVC (à angle droit ou à angle variable), posés au droit des joints de dilatation du gros œuvre, dont le rôle est de maintenir hors d'eau la tranche du système et d'absorber les mouvements relatifs des deux parties du système. Le profilé peut être perforé ou muni d'un treillis en fibres de verre avec retours d'au moins 10 cm.

L'épaisseur du profilé doit être au moins égale à 5/10 mm s'il est métallique et 12/10 mm s'il est en PVC.

Le joint de dilatation doit être préalablement rempli avec un isolant souple (ex. : laine minérale), afin de limiter des déperditions thermiques.

Le couvre-joint doit à la fois :

- former écran à la pluie ;
- absorber les mouvements entre les deux bords de l'isolant ;
- résister aux sollicitations diverses (chocs, poinçonnement, etc.) ;
- rester fixé compte tenu des mouvements prévisibles des parois.

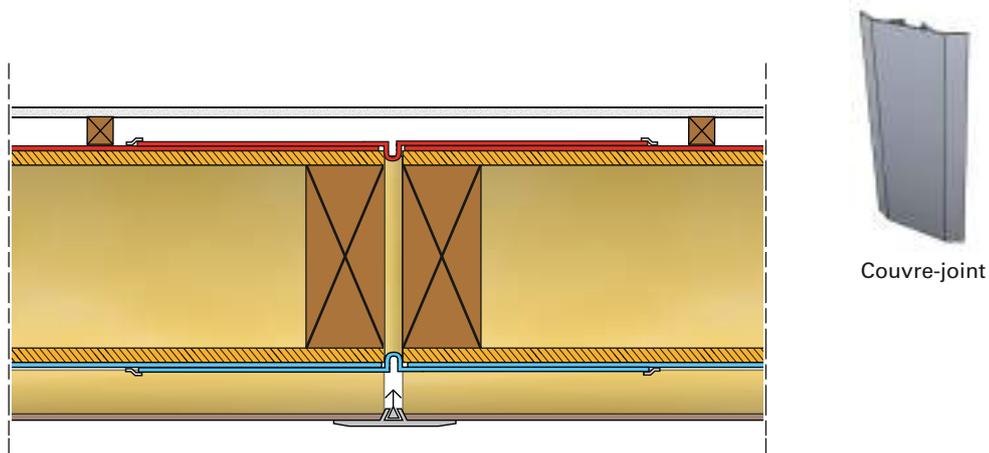


Figure 61 : Exemple de solution pour le traitement de l'ETICS au niveau d'un joint de dilatation

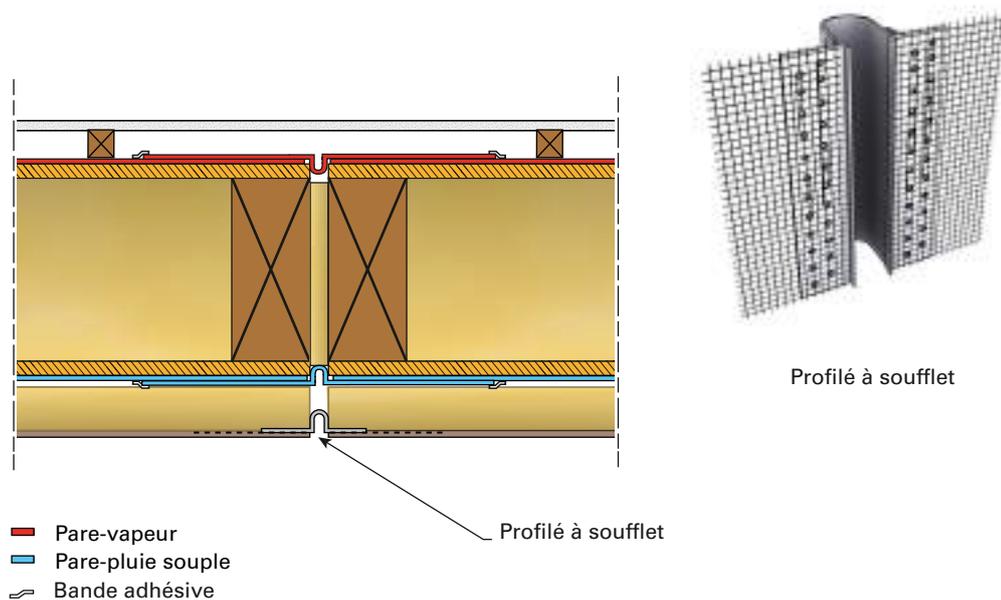
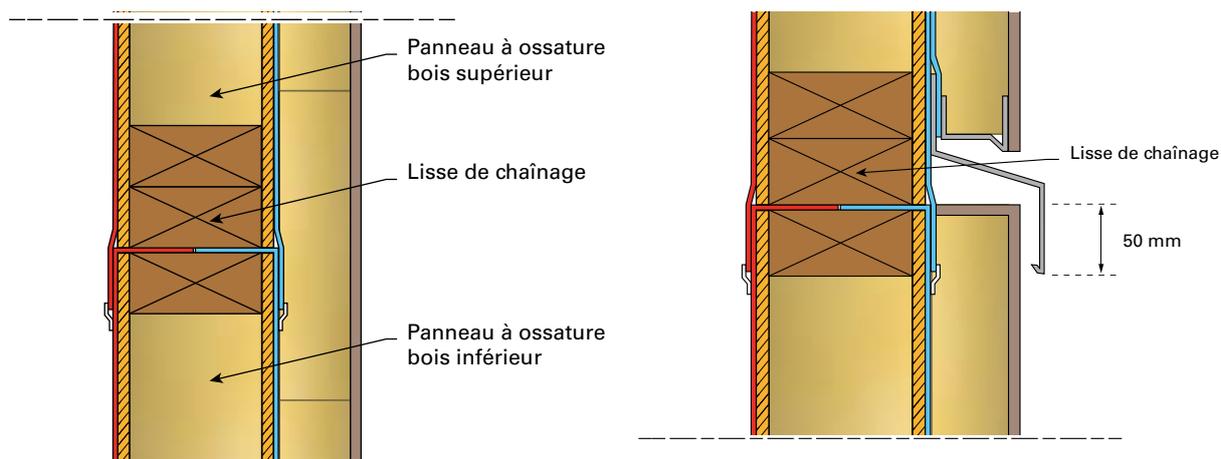


Figure 62 : Exemple de solution pour le traitement de l'ETICS au niveau d'un joint de dilatation

4.4.5 Fractionnement au droit de plancher

■ Schéma sur COB



— Pare-vapeur
— Pare-pluie
~ Bande adhésive

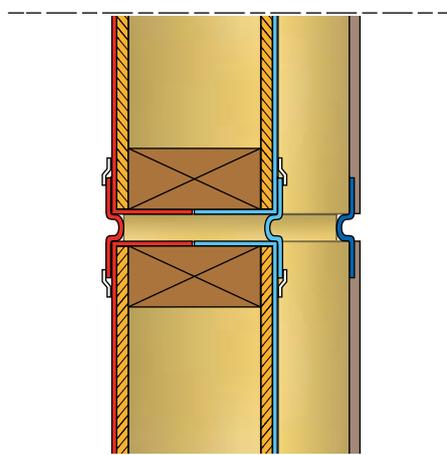
— Pare-vapeur
— Pare-pluie
~ Bande adhésive

Figure 63 : Solutions de joint de fractionnement en COB

NOTE

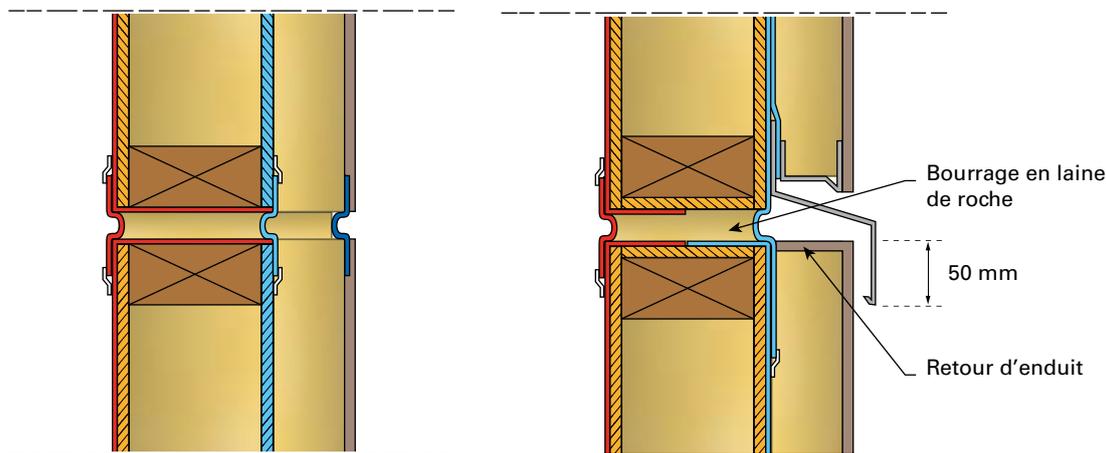
La mise en œuvre est limitée aux dispositions des conditions du § 4.2.3 de ce guide.

■ Schéma sur FOB



— Pare-vapeur
— Pare-pluie
~ Bande adhésive

Figure 64 : Autre solution de joint de fractionnement en FOB



— Pare-vapeur
— Pare-pluie
— Bande adhésive

— Pare-vapeur
— Pare-pluie
— Bande adhésive

Figure 65 : Solutions sur FOB pour le traitement des jonctions de panneaux

4.4.6 Cas des traversées de paroi

■ Compatibilité Ee1

Un calfeutrement continu (mastic sur fond de joint ou mousse imprégnée pré-comprimée) doit être mis en œuvre entre le fourreau traversant la paroi et le système ETICS, dans le plan de la couche de base armée.

■ Compatibilité Ee2

Un manchon ou manchette élastique en caoutchouc EPDM doit être mis en œuvre conformément au NF DTU 31.2 ou NF DTU 31.4 dans le plan du pare-pluie, pour permettre son raccordement au fourreau traversant la paroi.

Un calfeutrement continu (mastic sur fond de joint ou mousse imprégnée pré-comprimée) doit être mis en œuvre entre le fourreau traversant la paroi et l'ETICS, dans le plan de la couche de base armée.

Pour la réalisation de perforations de paroi, celles-ci devront être réalisées avec la mise en œuvre de fourreau à l'emplacement des futurs éléments traversant la paroi (côté pare-pluie et côté pare-vapeur).

Si les membranes pare-pluie et/ou pare-vapeur sont mises en œuvre sur un support discontinu, alors la mise en œuvre des fourreaux doit être supportée par un panneau rigide à base de bois. Ce panneau support doit avoir une sur-longueur de 100 mm autour du fourreau.

Une pente de 3 % vers l'extérieur doit être ménagée sur le fourreau.

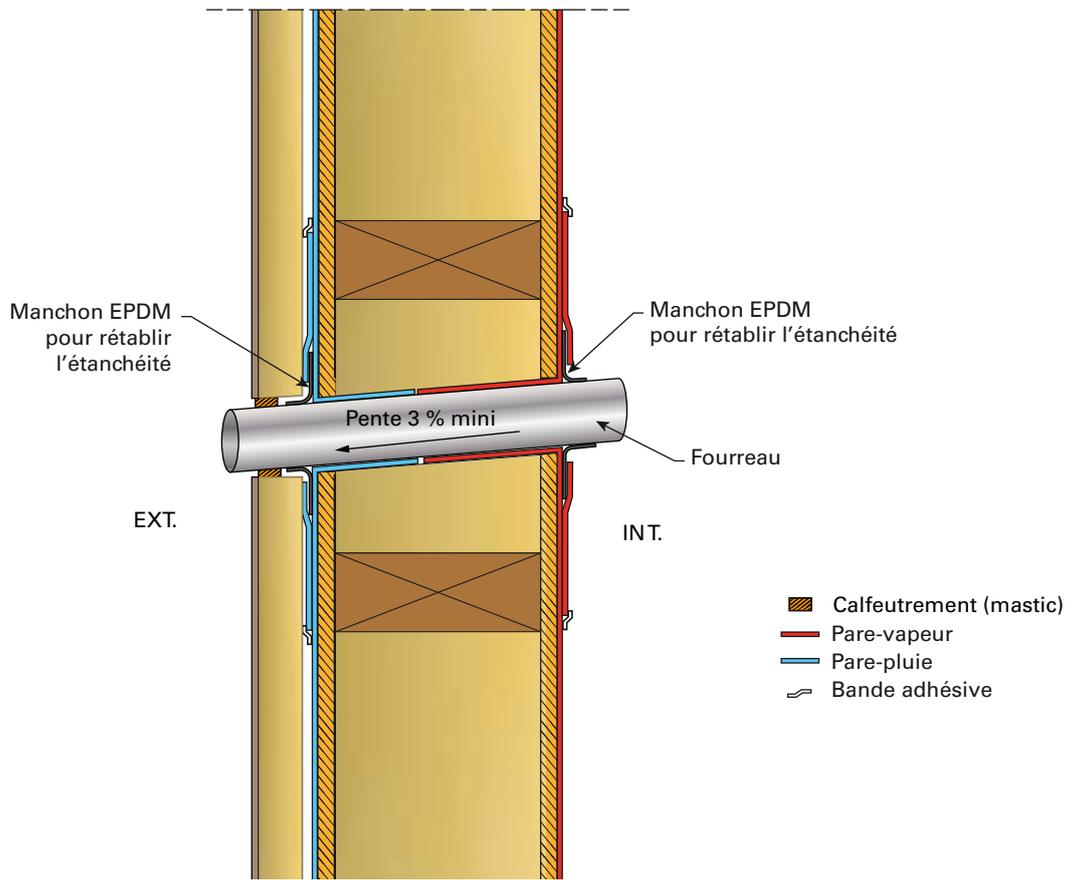


Figure 66 : Solution de perforation de paroi de l'ETICS

4.4.7 Jonction avec procédé bardage terre-cuite

Exemple où l'ETICS est posé en premier et où on peut finir la tranche de l'ETICS. La désolidarisation est réalisée avec un mastic sur fond de joint, une bande de mousse imprégnée ou un profilé de raccord.

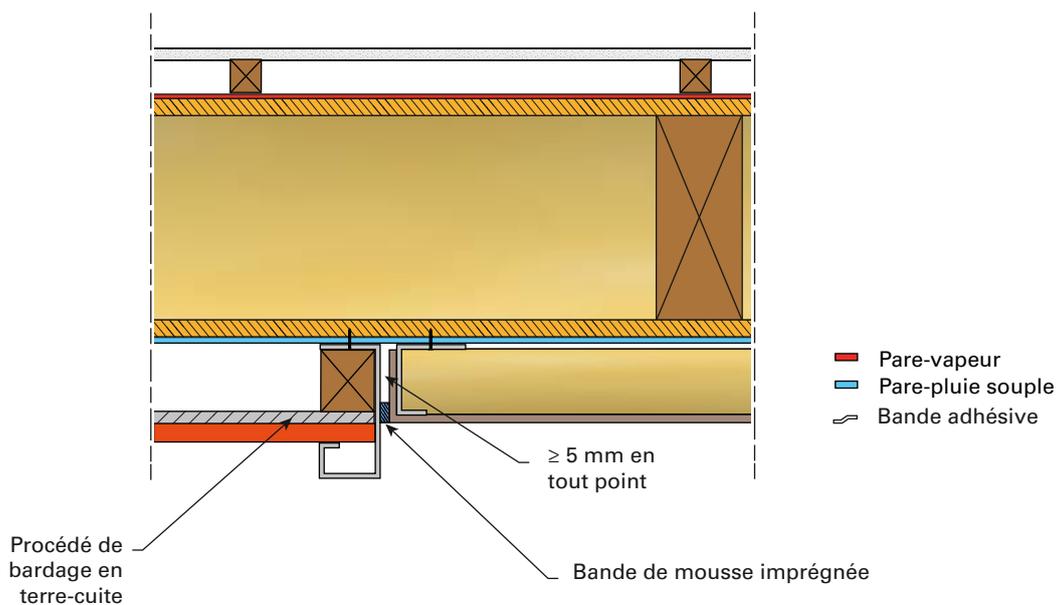


Figure 67 : Solution de jonction entre différents types de revêtements – ETICS posé en premier

Exemple où le système ETICS est posé en premier et où on sait qu'il y a un autre système mis en œuvre à côté. La désolidarisation est réalisée avec un mastic sur fond de joint, une bande de mousse imprégnée ou un profilé de raccord.

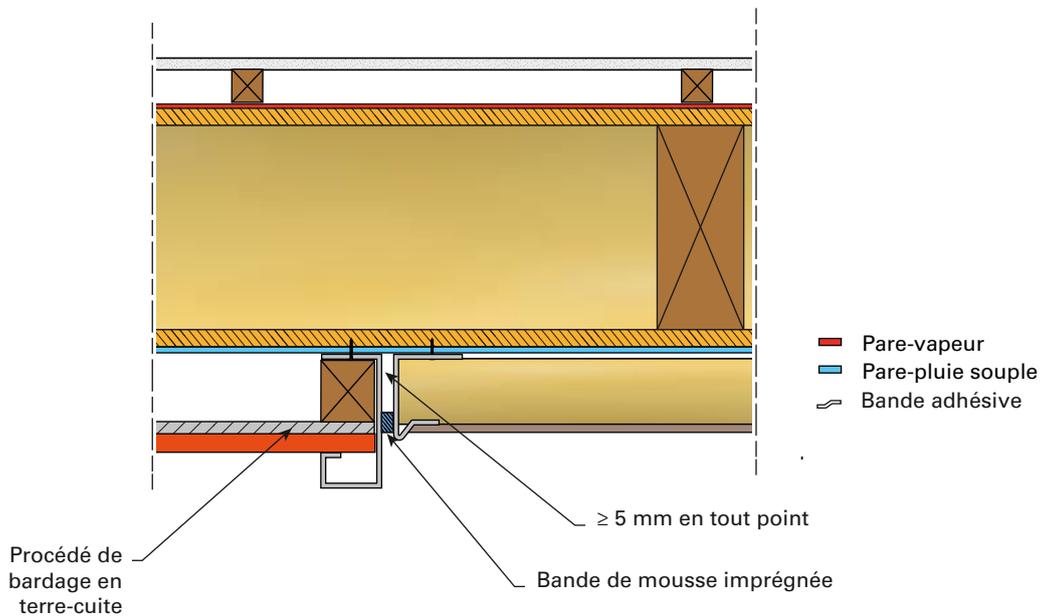


Figure 68 : Solution de jonction entre différents types de revêtements connus

Exemple où l'ETICS est posé en second : dans ce cas le profil d'arrêt latéral n'est pas nécessaire. La désolidarisation est réalisée avec un mastic sur fond de joint, une bande de mousse imprégnée ou un profilé de raccord.

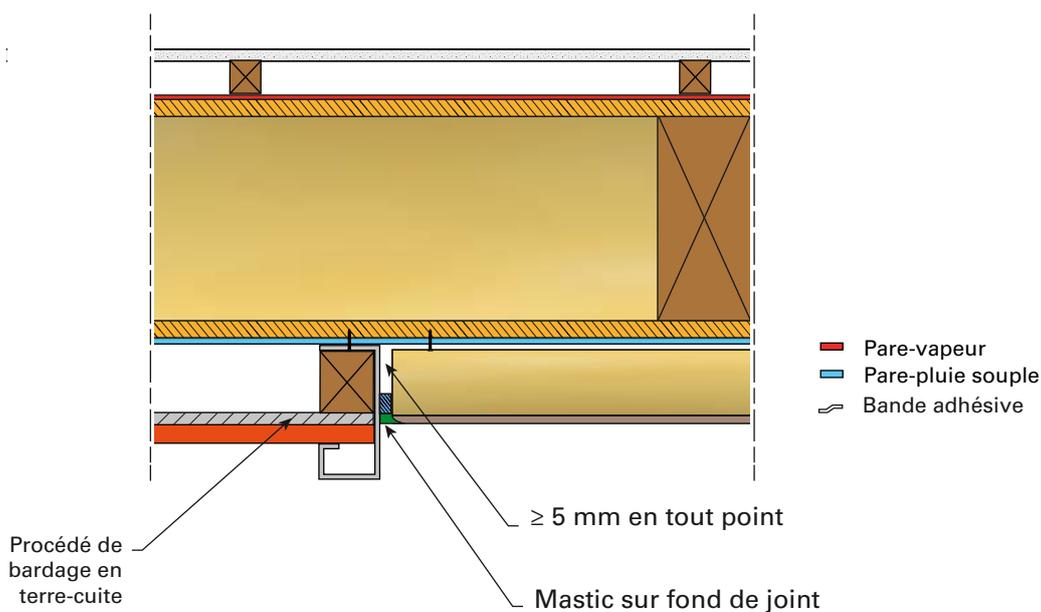


Figure 69 : Solution de jonction entre différents types de revêtements – ETICS posé en second

ATTENTION

Pour atteindre un niveau Ee2, le calfeutrement doit être protégé par un profilé.

Justifications de l'aptitude à l'emploi

5.1 Stabilité

Les éléments de stabilité, les schémas statiques, les fixations ainsi que la méthodologie de dimensionnement sont définis dans cette partie.

5.1.1 Schéma statique

Dans ce point, sont traitées les dispositions spécifiques pour le mode de fixation des parois à ossature bois afin de limiter au plus les efforts induits par les mouvements de l'ossature support dans la structure de la FOB.

ATTENTION

Dans le cadre des façades à ossature bois non porteuse, donc qui ne participent pas au contreventement général de l'ouvrage, le schéma statique à privilégier est un schéma isostatique vis-à-vis de la reprise des efforts du poids propre de ces éléments car les blocs de façades « flottent » en toute indépendance sur leurs supports; dans ces conditions, le travail du panneau de stabilité est important.

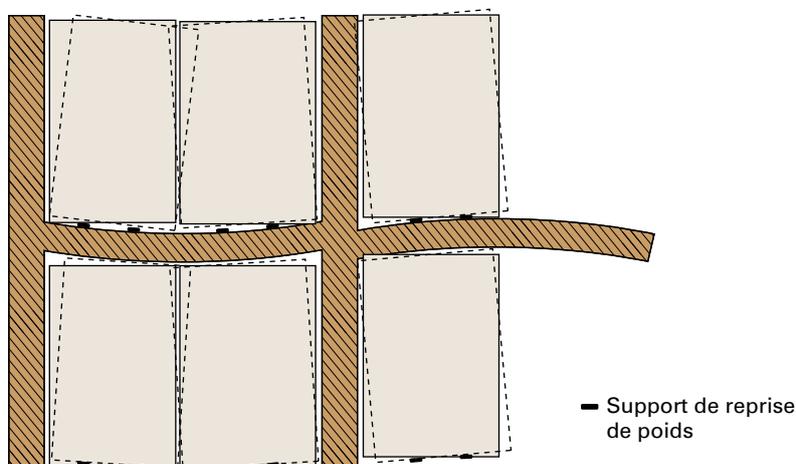


Figure 70 : Panneaux posés sur 2 appuis --> schéma isostatique

Si le panneau est appuyé sur plusieurs appuis, il y a interaction entre le panneau et la poutre/plancher support au prorata des rigidités, à savoir :

- si le panneau est « souple » (participation du panneau de stabilité faible), il va suivre le mouvement du plancher/poutre support ;
- si le panneau est « rigide », il va retenir le plancher/poutre support en fonctionnant en poutre voile.

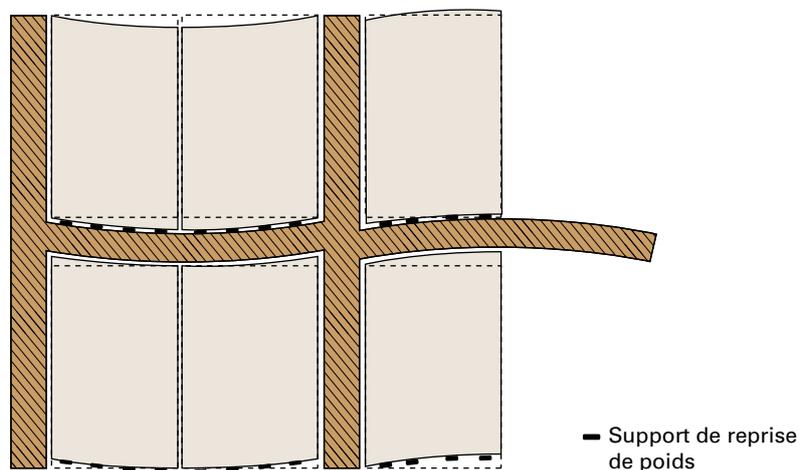


Figure 71 : Panneaux à appuis multiples (> 2) --> schéma hyperstatique

Un schéma isostatique de reprise du poids propre du panneau de façade permet d'éviter toute interaction structure/façade. A contrario, un schéma hyperstatique nécessite d'étudier plus finement l'impact des efforts engendrés par les mouvements des supports sur la façade (ossature et fixations).

ATTENTION

Une option de schéma hyperstatique nécessite un dimensionnement qui doit être réalisé conjointement avec le lot structure et le lot façade en considérant les capacités de reprise de mouvement différentiel du revêtement extérieur.

La solution privilégiée pour la pose des façades FOB est de poser les panneaux sur les poutres de rive ou dalle, ceci permet de :

- faciliter le passage des efforts de poids propre ;
- améliorer la robustesse de l'étanchéité des menuiseries et des balcons ;
- éviter de solliciter les assemblages de l'ossature des panneaux avec des efforts de traction de longue durée puisque l'intégralité des efforts verticaux dus essentiellement au poids propre sont repris en partie basse du panneau.

5.1.2 Dimensionnement

Le dimensionnement des ossatures bois des panneaux de façade sera réalisé conformément aux réglementations en vigueur en considérant le schéma statique retenu ainsi que les critères indiqués en § 2.6.1 et § 4.2.

Ce dimensionnement devra prendre en considération :

- les déformations de la structure support calculées suivant le référentiel à l'Eurocode de la structure support (Eurocode 2 pour le béton, l'Eurocode 3 pour l'acier, l'Eurocode 5 pour le bois, etc.) afin de définir les jeux entre panneaux ;
- de justifier l'ossature du panneau (montant, traverse et panneau de stabilité) au sens de l'Eurocode 4 en intégrant les dispositions constructives du NF DTU 31.4.

ATTENTION

- Avec un schéma hyperstatique de reprise du panneau de façade, le dimensionnement des fixations du panneau de stabilité peut se révéler délicat dans le cas d'un plancher trop souple.
Pour l'ETICS, 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 le minimum entre le 1/500^e d'une hauteur d'étage (max.3 m) et 6 mm dans le plan et hors plan de la paroi.
- Le dimensionnement de la paroi support d'ETICS (COB ou FOB) doit également justifier que la déformation différentielle entre deux montants successifs ne dépasse pas 3 mm (cf. calcul en Annexe C1 de ce guide).
- Dans le plan de la façade, et en l'absence d'évaluation expérimentale, il est possible de considérer qu'un ETICS avec un isolant en laine de roche peut accepter une déformation de 3 mm entre deux montants consécutifs.

5.2 Sécurité en cas d'incendie

Dans ce paragraphe, les classements minimaux des produits ou des systèmes seront définis vis-à-vis de la réaction au feu et les spécificités des parois conformément aux Appréciation de laboratoire seront précisées en fonction du type et du classement des ouvrages.

5.2.1 Classement en réaction au feu des produits/des systèmes

Le classement en réaction au feu des produits ou des procédés est défini dans les évaluations spécifiques à chaque produit ou procédé.

L'ETICS doit bénéficier d'une Euroclasse en adéquation avec celle demandée par la réglementation de l'ouvrage concerné.

5.2.2 Appréciation de laboratoire (Annexe E)

Une Appréciation de Laboratoire (APL) générique est réalisée dans le cadre de ce guide en tenant compte de l'ensemble des dispositions définies ci-avant.

Cette Appréciation de laboratoire estimera la conformité des systèmes de façade aux exigences de l'IT249, des guides et notes associés et des règlements en vigueur.

ATTENTION

Néanmoins, les conséquences du risque de chute d'objet lors un incendie ne sont pas évaluées par cette Appréciation de laboratoire mais elle pourra proposer des recommandations.

5.3 Résistance au vent

Les situations considérées dans ce guide sont :

- France Métropolitaine avec les limites définies ci-après :
 - Région de vent : 1 et 2 (hors La Défense) ;
 - Catégorie de rugosité du terrain : II, IIIa, IIIb et IV ;

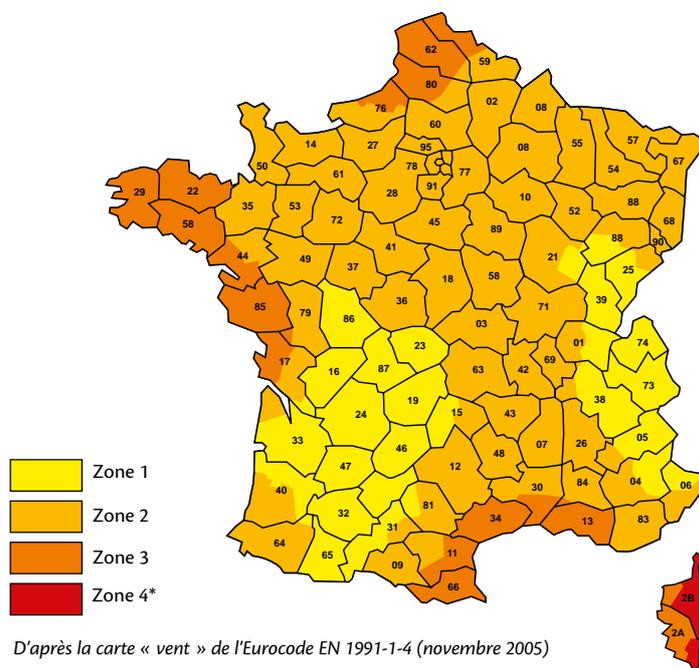


Figure 72 : Carte de France des régions de vent

Tableau 14 : Catégories de terrain selon l'Eurocode 1, partie 1.4, et son Annexe nationale

0	Mer ou zone côtière exposée aux vents de la mer ; lacs et plans d'eau parcourus par le vent sur une distance d'au moins 5 km
II	Rase campagne avec ou non quelques obstacles isolés (arbres, bâtiments, etc.) séparés les uns des autres de plus de 40 fois leur hauteur
IIIa	Campagne avec des haies ; vignobles, bocage, habitat dispersé
IIIb	Zones urbanisées ou industrielles, bocages denses, verger
IV	Zones urbaines dont au moins 15 % de la surface est recouverte de bâtiments dont la hauteur moyenne est supérieure à 15 m, forêt

5.3.1 Paroi support

La résistance admissible au vent des panneaux à ossature bois au sens de l'Eurocode 1 est à vérifier par calcul selon l'Eurocode 5 et à vérifier par l'essai AEV conformément à la norme NF EN 13830 dont le protocole est défini en Annexe B4.

5.3.2 ETICS

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.

Les actions du vent en dépression seront déterminées selon l'Eurocode 1, la sollicitation caractéristique de dépression due au vent est multipliée par un coefficient égal à 1,5. Pour des bâtiments simples, le Cahier du CSTB 3749 pour des efforts calculés selon l'Eurocode 1 a été publié afin de proposer des valeurs tabulées.

Une fois la sollicitation connue, il est ensuite nécessaire de la comparer à la résistance de l'ETICS.

Il existe deux modes de rupture possible : soit au niveau de la liaison fixation/support, soit au niveau de la liaison fixation/isolant.

NOTE

La méthodologie de détermination de la résistance au vent des ETICS est donnée dans le Cahier du CSTB 3701.

Dans le cas d'une fixation dans une ossature bois, et à condition d'employer des fixations appropriées, le mode de rupture se situe toujours entre l'isolant et les fixations. On parle alors de rupture par « déboutonnage » (figure ci-dessous).

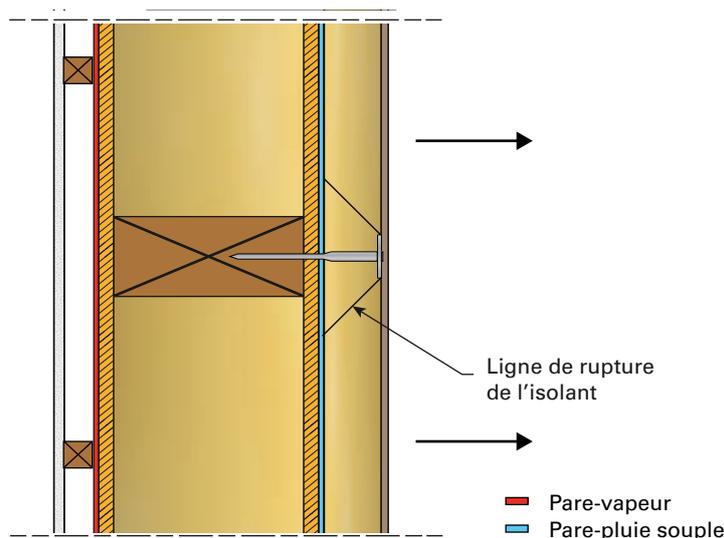


Figure 73 : Exemple de rupture par déboutonnage de l'isolant de l'ETICS

En plus de la densité de fixations, la résistance au vent de l'ETICS dépend donc de l'isolant et de son épaisseur.

Les résistances de calcul au vent sont indiquées dans l'ATec (ou le DTA) de l'ETICS sur support bois. Elles sont fonction des différents paramètres :

- la densité de fixation ;
- la référence du panneau isolant choisi ;
- l'épaisseur d'isolation.

Ces valeurs sont ensuite directement à comparer à la sollicitation de calcul à l'action du vent en dépression pour le bâtiment.

Il n'est pas possible d'accroître la résistance au vent de l'ETICS en augmentant indéfiniment le nombre de fixations. La densité de fixations est limitée car il est nécessaire d'assurer une certaine distance entre les fixations, ainsi qu'avec les bords des panneaux isolants. La densité dépend également de l'espacement des montants verticaux de l'ossature bois, montants où sont obligatoirement vissées les fixations. La densité maximale de fixations est indiquée dans les ATec/DTA ETICS sur COB.

NOTE

Lorsque que c'est possible, il est important d'informer le charpentier des éventuelles contraintes de conception de la COB/FOB 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/FOB afin que le façadier puisse mettre en œuvre un nombre de fixations adapté à la sollicitation du vent.

5.4 Résistance aux chocs

La résistance aux chocs d'une façade comporte deux aspects distincts : la résistance aux chocs de sécurité et la résistance aux chocs de conservation des performances. Les définitions de ces exigences fonctionnelles sont indiquées dans la NF P 08-302.

5.4.1 Résistance aux chocs de sécurité

Cette exigence est remplie si :

- sous l'action de chocs exceptionnels dont le risque est raisonnablement prévisible, l'ouvrage de façade peut être dégradé, mais sa dégradation éventuelle ne doit mettre en cause :
 - ni la sécurité des personnes se trouvant à l'intérieur ou à l'extérieur, par la chute d'éléments ou de débris contondants ou coupants ; après ce choc, il n'est pas exigé que la sécurité des personnes soit encore assurée de la même manière ;
 - ni la stabilité de la construction ;
- en étage, la personne qui occasionne le choc ne doit pas pouvoir traverser la façade.

Cette exigence a donc principalement un impact sur la conception de l'ossature bois et le choix du parement intérieur.

Le niveau de l'action due à ces chocs dépend de classes d'exposition définies dans la NF P 08-302. La résistance d'une façade à cette action est vérifiée expérimentalement conformément au protocole décrit dans la NF P 08-301.

Des solutions génériques, vérifiant les exigences de la NF P 08-302, ont été regroupées dans une étude publiée par le CODIFAB, « Résistance aux chocs des parois à ossature bois ».

5.4.2 Résistance aux chocs de conservation des performances

Sous l'action de chocs accidentels, non exceptionnels, consécutifs à l'occupation normale, la façade doit conserver toutes ses performances, y compris son aspect.

Cette exigence a donc principalement un impact sur le choix des revêtements intérieurs et extérieurs.

Pour les parements intérieurs, à l'image de la résistance aux chocs de sécurité, des niveaux d'action sont définis dans la NF P 08-302. La résistance est également évaluée expérimentalement conformément à la NF P 08-301 et des solutions génériques sont disponibles dans l'étude publiée par le CODIFAB, « Résistance aux chocs des parois à ossature bois ».

Pour les parements extérieurs, la classification proposée par l'ETAG 004 est utilisée. Trois catégories d'utilisation d'une façade sont ainsi définies et reprises dans le tableau ci-dessous. Le Cahier du CSTB 3035_V3 a associé des exemples de parties de façade pouvant correspondre aux différentes catégories d'utilisation.

Tableau 15 : Définitions et exemples des catégories d'utilisation

Catégories d'utilisation	Définitions	Exemples
I	Zone facilement accessible au public au niveau du sol et vulnérable aux chocs de corps durs mais non soumise à une utilisation anormalement sévère.	Parties de bâtiment accessibles non protégées : circulation, trottoir, etc.
II	Zone exposée à des chocs (jets d'objets ou coups) plus ou moins violents, mais dans des endroits publics où la hauteur du système limite l'étendue de l'impact, ou à des niveaux inférieurs lorsque l'accès au bâtiment est principalement utilisé par des personnes soigneuses.	Parties de bâtiment accessibles mais protégées et peu sollicitées, balcons, loggias.
III	Zone qui n'est pas susceptible d'être endommagée par des chocs normaux causés par des personnes ou par des objets (jets d'objets ou coups).	Parties courantes de bâtiment en étage et en rez-de-chaussée inaccessibles.

L'ATec ou le DTA de l'ETICS indique la catégorie d'utilisation pouvant être envisagée, en fonction du système d'enduit (couche de base associée au revêtement de finition), du type de treillis retenu (simple armature normale, double armature normale, armature renforcée et armature normale).

Évidemment, une configuration adaptée à la catégorie d'utilisation I est également valable pour les catégories d'utilisation II et III.

5.5 Étanchéité

ATTENTION

Dans ce chapitre, les dispositions permettant d'assurer la continuité des plans d'étanchéité à l'eau, à l'air de la paroi en fonction de la typologie de mise en œuvre des menuiseries, des interfaces avec les balcons, etc. seront données, mais dans tous les cas, chantier par chantier ou conception par conception, un essai AEV complémentaire sera à réaliser, conformément à la norme NF EN 13830.

5.5.1 Étanchéité à l'air

L'étanchéité ou perméabilité à l'air (infiltrométrie) est réalisée côté intérieur de paroi. Les points spécifiques à étudier sont en périphérie des baies ainsi qu'au niveau des raccordements des parois avec les planchers (joint horizontal) et entre les parois (joint vertical).

5.5.2 Étanchéité à l'eau

L'étanchéité à l'eau de pluie d'une ossature bois classique, conforme au NF DTU 31.2 ou au NF DTU 31.4, est assurée par un pare-pluie extérieur. Dans le cas où cette ossature bois est revêtue d'un ETICS, le pare-pluie classique ne peut constituer, à lui seul, un plan d'étanchéité du fait des nombreuses fixations de l'ETICS.

En l'absence de plan d'étanchéité, il est alors nécessaire de prévoir des dispositions complémentaires, modulées en fonction de l'exposition à la pluie et au vent de la façade, afin d'évacuer les eaux pouvant s'infiltrer dans le système d'enduit et de limiter, par des dispositions architecturales, l'exposition de la façade.

ATTENTION

Plusieurs situations ont été identifiées, pour des hauteurs allant jusqu'à 50 m (cf. paragraphe 4.2.3.1). Ces dispositions correspondent aux conditions climatiques et d'exposition au vent telles que définies dans le domaine d'emploi de ce document. De même, elles ne sont adaptées qu'à des isolants supports d'enduit en laine de roche. Le comportement à l'eau d'isolants hydrophiles ou à structure fermée serait différent.

Par ailleurs, les continuités d'étanchéité doivent être soignées en périphérie des baies, au niveau des accidents de la façade, au niveau des raccordements entre panneaux de façade et au niveau des points singuliers comme la partie basse de la façade ou la partie haute.

5.6 Durabilité

5.6.1 Protection des bois

La durabilité des essences de bois utilisées doit être respectivement conforme aux NF DTU 31.2 et NF DTU 31.4.

Les essences de bois qui peuvent être utilisées dans les constructions à ossature bois, sont définies dans l'article 8 du fascicule de documentation FD P20-651 en fonction de la classe d'emploi et de longévité de l'ouvrage.

Pour rappel, les classes d'emploi sont définies dans la norme NF EN 335.

Tous les bois de structure ainsi que les panneaux à base de bois doivent être de classe d'emploi 2. Seules les lisses basses ou les traverses basses seront de classe d'emploi 3.2, du fait qu'il s'agit d'éléments qui peuvent être en contact avec des ouvrages maçonnés.

Pour les façades de hauteur supérieure à 18 m, le panneau support du pare-pluie et de l'ETICS doit être de classe d'emploi 3.1.

Les appuis de baie à base de bois devront être *a minima* en classe d'emploi 3.1.

5.6.2 Comportement hygrothermique

Les résultats des simulations effectuées sur la façade ETICS et dans les conditions définies dans l'Annexe C2 de ce document (issues de l'étude des transferts hygrothermiques), répondent aux critères pour éviter tous risques de condensation et de développement fongique des différents cas de figure.

En comparant les différents cas de figure, les résultats de l'étude hygrothermique en partie courante montrent que pour les conditions climatiques étudiées, l'ETICS en laine de roche préserve l'isolant en fibres de bois de la COB/FOB de tout développement fongique en permettant une diminution importante de la teneur en eau maximale de l'isolant en fibres de bois :

- le complément d'isolation intérieure ne modifie que très peu les teneurs en eau et les humidités relatives des différents produits de la paroi ;
- plus la température extérieure en hiver est basse en moyenne et plus la teneur en eau du complément d'isolation extérieur (isolant de l'ETICS) est forte ;
- le rafraîchissement intérieur conduit à une augmentation de la teneur en eau du panneau OSB intérieur contre le pare-vapeur, sans toutefois dépasser les limites d'acceptation pour éviter tous risques liés à l'humidité.

5.6.3 Prise en compte du risque termites

Les principales régions concernées par ces infestations sont le Sud-Ouest, les côtes Atlantique et Méditerranéenne, les départements bordant les vallées du Rhône, de la Garonne et de la Loire ainsi que l'Île-de-France.

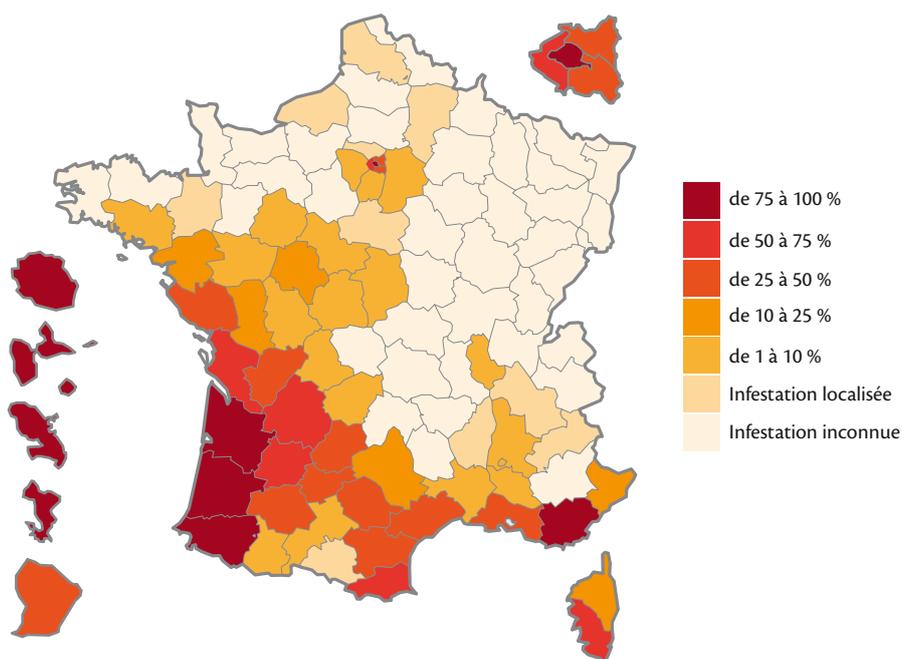


Figure 74 : Carte de France des zones contaminées par les termites

Les zones contaminées par les termites sont définies par arrêté préfectoral. Une carte est disponible sur le site internet www.service-public.fr. Dans le cas où la construction se situe dans une zone contaminée, des dispositions spécifiques sont à prendre pour protéger le bâtiment.

Afin de protéger les ouvrages à ossature bois du risque termites et insectes xylophages, la réglementation a évolué. Ainsi, dans le neuf, il est désormais obligatoire de :

- prendre des mesures de protection contre les insectes xylophages des bois et matériaux à base de bois participant à la solidité des bâtiments ;
- prendre des mesures de protection des bâtiments avant construction pour prévenir des infestations de termites souterrains.

Ces moyens de protection vis-à-vis des attaques de termites sont :

- barrières physiques : il s'agit d'obstacles aux cheminements des termites comme les débords de dalle et les boucliers métalliques. Ces moyens de protection permettent également de rendre plus visibles les cordonnets des termites ;
- traitement des bois d'ossature : il s'agit de traiter préventivement les bois d'ossature qui ne peuvent pas être visités au cours de la vie de l'ouvrage.

5.6.4 Durabilité de l'ETICS

Comme toutes les parois exposées aux sollicitations extérieures, les systèmes d'isolation thermique extérieure par enduit peuvent subir un certain nombre de dégradations (chocs, perforations, arrachement) résultant d'actes intentionnels (vandalisme) ou non.

En général, ces désordres affectent le système et peuvent mettre en cause sa durabilité, ainsi que celle du support en bois, s'ils ne sont pas rapidement traités.

Les méthodologies de réfection des chocs affectant le système d'enduit sont indiquées au paragraphe 6.2 du Cahier du CSTB 3035_V3.

Il convient de rappeler que pour limiter le nombre et l'étendue de ces dégradations, il est indispensable de veiller à ce que le système d'enduit soit adapté aux catégories d'utilisation (cf. paragraphe 5.4.2).

La durabilité d'un ETICS peut être estimée équivalente à celle d'un enduit traditionnel sur un support maçonné. Cette durabilité peut être réduite par une mauvaise mise en œuvre, en particulier au niveau des points singuliers, ou par des actes de malveillance (dégradations ou chocs volontaires).

Certaines situations affectent directement la durabilité de l'ETICS et, dans le cas d'un support bois, celle de son support également. Dans ces situations, il est nécessaire d'intervenir dans les plus brefs délais, afin de réparer les désordres constatés.

Ces situations sont :

- la fissuration ou l'enfoncement du système d'enduit ;
- la désolidarisation de l'ETICS avec son support ;
- le décollement ou le cloquage du système d'enduit.

En cas de fissuration, il est impératif de procéder à une protection provisoire à l'eau de la zone concernée, en attendant une réparation complète de la zone impactée. Cette protection provisoire peut être réalisée par un mastic appliqué sur la fissure.

Les défauts d'aspect ou les salissures, tels que décrits au paragraphe 7.3 du Cahier du CSTB 3035_V3, ont un impact limité sur la durabilité de l'ETICS.

Réglementation, normes et autres documents de référence

A.1 Textes législatifs et réglementaires

A.1.1 La RT 2012

■ Textes principaux

Code de la construction et de l'habitation (Partie Législative et Réglementaire) : Chapitre 1 Règles générales – Section 4 Performance énergétique et environnementale et caractéristiques énergétiques et environnementales – Articles L111-9 à L111-10-5, R111-20 à R111-22-3.

■ Décrets et Arrêtés Exigences de la RT 2012

- Décret n° 2010-1269 du 26 octobre 2010 relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des constructions.
- Arrêté du 26 octobre 2010 modifié relatif aux caractéristiques thermiques et aux exigences de performance énergétique des bâtiments nouveaux et des parties nouvelles de bâtiments (+ rectificatif).
- Arrêté du 28 décembre 2012 modifié relatif aux caractéristiques thermiques et aux exigences de performance énergétique des bâtiments nouveaux et des parties nouvelles de bâtiments autres que ceux concernés par l'article 2 du décret du 26 octobre 2010 relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétiques des constructions + Rectificatif.
- Décret n° 2012-1530 du 28 décembre 2012 relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des constructions de bâtiments.
- Arrêté du 11 décembre 2014 relatif aux caractéristiques thermiques et aux exigences de performance énergétique applicables aux bâtiments nouveaux et aux parties nouvelles de bâtiment de petite surface et diverses simplifications.
- Arrêté du 25 juillet 2016 mettant à jour la référence normative pour la mesure de la perméabilité à l'air du bâtiment dans le cadre de la RT 2012.

■ Arrêtés Méthode de la RT 2012

- Arrêté du 30 avril 2013 portant approbation de la méthode de calcul Th-BCE 2012 prévue aux articles 4, 5 et 6 de l'arrêté du 26 octobre 2010 relatif aux caractéristiques thermiques et aux exigences de performance énergétique des bâtiments nouveaux et des parties nouvelles de bâtiments.

■ Arrêtés Attestations de prise en compte de la RT 2012

- Décret n° 2011-544 du 18 mai 2011 relatif aux attestations de prise en compte de la réglementation thermique et de réalisation d'une étude de faisabilité relative aux approvisionnements en énergie pour les bâtiments neufs ou les parties nouvelles de bâtiments.
- Arrêté du 11 octobre 2011 modifié relatif aux attestations de prise en compte de la réglementation thermique et de réalisation d'une étude de faisabilité relative aux approvisionnements en énergie pour les bâtiments neufs ou les parties nouvelles de bâtiments.

■ Études de faisabilité des approvisionnements en énergie

- Décret n° 2007-363 du 19 mars 2007 relatif aux études de faisabilité des approvisionnements en énergie, aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des bâtiments existants et à l'affichage du diagnostic de performance énergétique.

■ Méthode de calcul Th-BCE

- RT 2012 – Méthode de calcul Th-BCE (mai 2013) : Annexe à l'arrêté du 30 avril 2013 portant approbation de la méthode de calcul Th-BCE.
- RT 2012 – Modificatif de la méthode de calcul Th-BCE (janvier 2015) : Annexe III de l'arrêté du 11 décembre 2014 relatif aux caractéristiques thermiques et aux exigences de performance énergétique applicables aux bâtiments nouveaux et aux parties nouvelles de bâtiment de petite surface et diverses simplifications.

A.1.2 La réglementation acoustique

- Arrêté du 30 juin 1999 relatif aux caractéristiques acoustiques des bâtiments d'habitation et circulaire d'application du 28 janvier 2000.
- Exemples de solutions acoustiques – Réglementation acoustique 2000 – janvier 2014.
- Arrêté du 25 avril 2003 relatif à la limitation du bruit dans les hôtels, les établissements d'enseignement et de santé et circulaire d'application du 25 avril 2003.

A.1.3 La sécurité incendie

- Arrêté du 31 janvier 1986 modifié relatif à la protection contre l'incendie des bâtiments d'habitation
- Guide « Bois construction et propagation du feu par les façades » En application de l'instruction technique 249 version 2, CSTB Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, FCBA Institut Technologique Forêt Cellulose Bois-construction Ameublement, mars 2019.
- Arrêté du 7 août 2019 modifiant l'arrêté du 31 janvier 1986 relatif à la protection contre l'incendie des bâtiments d'habitation.
- Arrêté du 7 août 2019 relatif aux travaux de modification des immeubles de moyenne hauteur et précisant les solutions constructives acceptables pour les rénovations de façade.
- Arrêté du 13 novembre 2019 modifiant l'arrêté du 7 août 2019 modifiant l'arrêté du 31 janvier 1986 relatif à la protection contre l'incendie des bâtiments d'habitation
- Décret N° 2019-1191 du 15 novembre 2019 relatif au statut des constructions destinées à l'hébergement des délégations au sein du village olympique et paralympique de 2024
- Arrêté du 2 décembre 2019 relatif au statut des constructions destinées à l'hébergement des délégations au sein du village olympique et paralympique de 2024
- Bâtiments bois de moyenne et grande hauteur > 28 m – Préconisations pour la sécurité en cas d'incendie pour les immeubles bois prévus dans le cadre des prochains JOP de Paris en 2024, ADIV-BOIS, version 2.4 du 10 mars 2020
- Bâtiments en bois multi-niveaux – Bâtiments d'habitation de 8 à 28 m – Préconisations pour la sécurité en cas d'incendie pour les immeubles bois prévus dans le cadre des prochains JOP de Paris en 2024, ADIVBOIS, version 2.4 du 10 mars 2020

A.2 Normes DTU

- NF DTU 31.2 – Travaux de bâtiment – Construction de maisons et bâtiments à ossature en bois
Partie 1-1 : Cahier des clauses techniques types (CCT) (Indice de classement : P21-204-1-1), mai 2019.
Partie 1-2 : Critères généraux de choix des matériaux (CGM) (Indice de classement : P21-204-1-2), mai 2019.
Partie 2 : Cahier des clauses administratives spéciales types (CCS) (Indice de classement : P21-204-2), mai 2019.
- NF DTU 31.4 – Travaux de bâtiment – Façades à ossature bois
Partie 1-1 : Cahier des clauses techniques types (CCTP), avril 2020
Partie 1-2 : Critères généraux de choix des matériaux (CGM), avril 2020
Partie 2 : Cahier des clauses administratives spéciales types (CCS), avril 2020

- NF DTU 20.1 P1-1 : Travaux de bâtiment – Ouvrages en maçonnerie de petits éléments – Parois et murs
Partie 1-1 : Cahier des clauses techniques types (Indice de classement : P10-202-1-1), juillet 2020
Partie 1-2 : Critères généraux de choix des matériaux (Indice de classement : P10-202-1-2), juillet 2020
Partie 2 : Cahier des clauses administratives spéciales types (Indice de classement : P10-202-2), juillet 2020
Partie 3 : Dispositions constructives minimales (Indice de classement : P10-202-3), juillet 2020
- NF DTU 36.5 – Travaux de bâtiment – Mise en œuvre des fenêtres et portes extérieures
Partie 1-1 : Cahiers des clauses techniques types (Indice de classement : P20-202-1-1), avril 2010.
Partie 1-2 : Critères généraux de choix des matériaux (CGM) (Indice de classement : P20-202-1-2), avril 2010.
Partie 2 : Cahier des clauses administratives spéciales types (Indice de classement : P20-202-2), avril 2010.
Partie 3 : mémento de choix en fonction de l'exposition (Indice de classement : P20-202-3), octobre 2020
- NF DTU 44.1 – Travaux de bâtiment – Étanchéité des joints de façade par mise en œuvre de mastics
Partie 1-1 : Cahier des clauses techniques types (Indice de classement : P85-210-1-1), août 2012.
Partie 1-2 : Critères généraux de choix des matériaux (Indice de classement : P85-210-1-2), août 2012.
Partie 2 : Cahier des clauses administratives spéciales types (Indice de classement : P85-210-2), août 2012

A.3 Eurocodes

- NF EN 1990 : Eurocodes structuraux – Bases de calcul des structures + Amendement A1 (juillet 2006) (Indice de classement P06-100-1), mars 2003.
- NF EN 1990/A1/NA : Eurocodes structuraux – Bases de calcul des structures – Annexe nationale à la NF EN 1990/A1 (Indice de classement P06-100-1/A1/NA), décembre 2007.
- NF EN 1990/NA : Eurocodes structuraux – Bases de calcul des structures – Annexe nationale à la NF EN 1990 (Indice de classement P06-100-1/NA), décembre 2011.
- NF EN 1991-1-1 : Eurocode 1 – Actions sur les structures – Partie 1-1 : Actions générales – Poids volumiques, poids propres, charges d'exploitation des bâtiments, mars 2003.
- NF EN 1991-1-3 : Eurocode 1 – Actions sur les structures – Partie 1-3 : Actions générales – Charges de neige + Amendement A1 (octobre 2015), avril 2004.
- NF EN 1991-1-4/NA/A2 : Eurocode 1 – Actions sur les structures – Partie 1-4 : actions générales – Actions du vent – annexe nationale à la NF EN 1991-1-4, septembre 2012
- NF EN 1992-1-1/NA : Eurocode 2 – Partie 1.1 – Règles générales et règles pour les bâtiments – annexe nationale à la NF EN 1992-1-1, mars 2016
- NF EN 1992-1-2/NA : Eurocode 2 – Partie 1-2 : Règles générales – Calcul du comportement au feu – annexe nationale à la NF EN 1992-1-2/NA, octobre 2007
- NF EN 1993-1-1/NA : Eurocode 3 – Partie 1.1 – Règles générales et règles pour les bâtiments – annexe nationale à la NF EN 1993-1-1, août 2013
- NF EN 1993-1-2/NA : Eurocode 3 – Partie 1-2 : Règles générales – Calcul du comportement au feu – annexe nationale à la NF EN 1992-1-2/NA, octobre 2007
- NF EN 1994-1-1/NA : Eurocode 4 – Partie 1.1 – Règles générales et règles pour les bâtiments – annexe nationale à la NF EN 1994-1-1, avril 2007
- NF EN 1994-1-2/NA : Eurocode 4 – Partie 1-2 : Règles générales – Calcul du comportement au feu – annexe nationale à la NF EN 1994-1-2/NA, octobre 2007
- La NF EN 1995-1-1/NA : Eurocode 5 – Partie 1-1 : Généralités – Règles communes et règles pour les bâtiments – annexe nationale à la NF EN 1995-1-1/NA, mai 2010
- La NF EN 1995-1-2/NA : Eurocode 5 – Partie 1-2 : Généralités – Calcul des structures au feu – annexe nationale à la NF EN 1995-1-1/NA, avril 2020

- La NF EN 1998-1/NA : Eurocode 8 – Partie 1 : règles Générales, actions sismiques et règles pour les bâtiments – annexe nationale à la NF EN 1998-1/NA, décembre 2013
- La NF EN 1998-3/NA : Eurocode 8 – Partie 3 : Evaluations et renforcements des bâtiments – annexe nationale à la NF EN 1998-3/NA, janvier 2008
- NV 65 (DTU P06-002) : Règles NV 65 – Règles définissant les effets de la neige et du vent sur les constructions et annexes, février 2009

A.4 Normes

A.4.1 Normes produits

- NF EN 13162 + A1 : Produits isolants thermiques pour le bâtiment – Produits manufacturés en laine minérale (MW) – Spécification, mai 2015
- NF EN 13171 : 2012 + A1 : 2015 : Produits isolants thermiques pour le bâtiment – Produits manufacturés en fibres de bois (WF) – Spécification, mars 2015
- NF EN 13859-2 : Feuilles souples d'étanchéité – Définitions et caractéristiques des écrans souples – Partie 2 : écrans souples pour murs extérieurs, juillet 2014
- NF EN 13894 : Produits et systèmes pour la protection et la réparation des structures en béton – Méthodes d'essais – Détermination de la fatigue sous charge dynamique – Partie 2 : après durcissement, avril 2003
- NF P 85-570 : Produits pour joints – Mousses imprégnées – Définitions, spécifications – Produits pour joints – Mousses imprégnées – Spécifications et méthodes d'essai, septembre 2020
- NF EN ISO 11600 /A1 : Construction immobilière – Produits pour joints – Classification et exigences pour les mastics, novembre 2011
- NF P 30-303 : Couverture de bâtiment – Compléments d'étanchéité préformés pour couverture en fibres-ciment – Spécifications. Essais, décembre 1998
- NF P 30-305 : Couverture de bâtiment – Compléments d'étanchéité préformés pour couverture métallique – Spécifications – Essais, décembre 1995
- NF P 85-550 : Produits pour joints – Garnitures d'étanchéité et produits annexes pour miroiterie-vitrierie. Mastics en bandes préformées – Spécifications, décembre 1998
- NF EN 13956 : Feuilles souples d'étanchéité – Feuilles d'étanchéité de toiture plastiques et élastomères – Définitions et caractéristiques, avril 2013
- NF EN 13986 + A1 : Panneaux à base de bois destinés à la construction – Caractéristiques, évaluation de conformité et marquage, mai 2015
- NF EN 338 : Bois de structure – Classes de résistance, juillet 2016
- Pr XP P18 202 : Travaux de bâtiment – Exigences sur les tolérances des ouvrages complémentaires d'interface localisés (OCIL) – Partie 3 : Exigences relatives aux OCIL entre baies et menuiseries extérieures
- NF P 08-302 : Murs extérieurs des bâtiments – Résistance aux chocs – Méthodes d'essais et critères, octobre 1990
- NF EN 335 : Durabilité du bois et des matériaux à base de bois – Classes d'emploi : définitions, application au bois massif et aux matériaux à base de bois, mai 2013
- NF P 24 351/A2 : Menuiserie métallique – Fenêtres, façades rideaux, semi-rideaux, panneaux à ossature métallique – Protection contre la corrosion et préservation des états de surface, mars 2012
- NF EN 14351-1 + A2 : Fenêtres et portes – Norme produit, caractéristiques de performance – Partie 1 : fenêtres et blocs portes extérieures pour piétons, novembre 2016
- NF EN 13830 : Façades rideaux – Norme de produit, juillet 2015
- ETAG 004 – Guideline for european technical approval of external thermal insulation composite systems (ETICS) with rendering, février 2013
- NF EN 14592 + A1 : (août 2012) : Structures en bois – Éléments de fixation de type tige – Exigences (Indice de classement : P21-402)
- Fascicule FD P 20-651 : Durabilité des éléments et ouvrages en bois, juin 2011

A.4.2 Normes d'essais

- NF EN 1609 : Produits isolants thermiques destinés aux applications du bâtiment – Détermination de l'absorption d'eau à court terme : essai par immersion partielle, mai 2013
- NF EN 823 : Produits isolants thermiques destinés aux applications du bâtiment – Détermination de l'épaisseur, septembre 2013
- NF EN ISO 9053-1 – Acoustique – Détermination de la résistance statique à l'écoulement de l'air – Partie 1 : méthode statique, décembre 2018
- NF EN 1928 : Combustibles minéraux solides – Détermination du pouvoir calorifique supérieur par la méthode de la bombe calorimétrique et calcul du pouvoir calorifique inférieur, janvier 2011
- NF EN ISO 12572 : Performance hygrothermique des matériaux et produits pour le bâtiment – Détermination des propriétés de transmission de la vapeur d'eau – Méthode de la coupelle, octobre 2016
- NF EN 1107-2 : Feuilles souples d'étanchéité – Détermination de la stabilité dimensionnelle – Partie 2 : feuilles d'étanchéité de toiture plastiques et élastomères, mai 2001
- NF EN 12311-1 et 2 : Feuilles souples d'étanchéité – Partie 1 : feuilles d'étanchéité de toiture bitumineuses – Détermination des propriétés en traction, décembre 1999 ;
- Feuilles souples d'étanchéité – Détermination des propriétés en traction – Partie 2 : feuilles d'étanchéité de toiture plastiques et élastomères, août 2013
- NF EN 12310-1 : Feuilles souples d'étanchéité – Partie 1 : feuilles d'étanchéité de toiture bitumineuses – Détermination de la résistance à la déchirure (au clou), décembre 1999
- NF EN 1931 : Feuilles souples d'étanchéité – Feuilles d'étanchéité de toiture bitumineuses, plastiques et élastomères – Détermination des propriétés de transmission de la vapeur d'eau.
- NF EN 12317-2 : Feuilles souples d'étanchéité – Détermination de la résistance au cisaillement des joints – Partie 2 : feuilles d'étanchéité de toiture plastiques et élastomères, octobre 2010
- NF EN 12316-2 : Feuilles souples d'étanchéité – Détermination de la résistance au pelage des joints – Partie 2 : feuilles d'étanchéité de toiture plastiques et élastomères, novembre 2013
- NF EN ISO 9047 : Construction immobilière – Produits pour joints – Détermination des propriétés d'adhésivité/cohésion des mastics à température variable, septembre 2010
- NF EN 13183-2 : Teneur en humidité d'une pièce de bois scié – Partie 2 : estimation par méthode électrique par résistance, juin 2002
- NF P 08-301 : Ouvrages verticaux des constructions – Essais de résistance aux chocs – Corps de chocs – Principe et modalités générales des essais de choc, avril 1991
- NF P 85-700 : Jointing products – Identification tests – Apparent density, novembre 2003
- NF P 85-701 : Produits pour joints – Essais d'identification – Analyse thermogravimétrique, novembre 2003
- NF EN ISO 8339 : Construction immobilière – Mastics – Détermination des propriétés de traction (Allongement jusqu'à rupture), novembre 2005
- NF P 85-528 : Produits pour joints – Détermination des propriétés d'adhésivité/cohésion sous traction jusqu'à rupture après traitement thermique, août 2003
- NF EN 10591 : Construction immobilière – Produits pour joints – Détermination des propriétés d'adhésivité/cohésion des mastics après immersion dans l'eau, décembre 2005
- NF EN 12153 : Façades rideaux – Perméabilité à l'air – Méthode d'essai, octobre 2000
- NF EN 12155 : Façades rideaux – Détermination de l'étanchéité à l'eau – Essai de laboratoire sous pression statique, octobre 2000
- NF EN 12179 : Façades rideaux – Résistance à la pression du vent – Méthode d'essai, octobre 2000
- NF EN 12152 : Façades rideaux – Perméabilité à l'air – Exigences de performance et classification, mai 2002
- NF EN 1602 : Produits isolants thermiques destinés aux applications du bâtiment – Détermination de la masse volumique apparente, septembre 2013
- NF EN 12086 : Produits isolants thermiques destinés aux applications du bâtiment – Détermination des propriétés de transmission de la vapeur d'eau, mai 2013

- NF EN 12571 : Matériaux et articles en contact avec les denrées alimentaires – Conteneurs pour le transport de bacs contenant des denrées alimentaires préparées – Prescriptions thermiques et d'hygiène et méthodes d'essai, mai 1999
- NF EN ISO 15148 : Performance hygrothermique des matériaux et produits pour le bâtiment – Détermination du coefficient d'absorption d'eau par immersion partielle, octobre 2003

A.5 Cahiers de Prescriptions Techniques, Guides, Règles Professionnelles

- Cahier CSTB 3194_V2 : Guide d'évaluation et de mise en œuvre des ouvrages de bardage incorporant des parements stratifiés décoratifs haute pression (HPL) en fixation traversante, mars 2018
- Cahier CSTB 3316_V2 : Ossature bois et isolation thermique des bardages rapportés faisant l'objet d'un Avis Technique ou d'un constat de traditionnalité, avril 2009
- Cahier CSTB 3763 : Règles de transposition des règles NV 65 modifiées aux Eurocodes pour la prise en compte du vent pour les procédés de bardage rapporté, vêtture et vêtage sous Avis Technique, juillet 2015
- Cahier CSTB 3713_V2 : Guide technique spécialisé pour la constitution d'un dossier de demande d'Avis Technique : isolants à base de fibres végétales ou animales, mars 2018
- Cahier CSTB 3517 : Modalités des essais de résistance à la charge due au vent sur les systèmes de bardages rapportés, vêttures et vêtages – Note d'information 8 – Révision n° 1, février 2005
- Cahier CSTB 3035_V3 : Systèmes d'isolation thermique par l'extérieure par enduit sur polystyrène expansé – Cahier des Prescriptions Techniques d'emploi et de mise en œuvre, septembre 2018
- Cahier CSTB 3729_V2 : Systèmes d'isolation thermique extérieure par enduit sur isolants appliqués sur parois de constructions à ossature en bois, décembre 2014
- Cahier CSTB 3701 : Détermination de la résistance au vent des systèmes d'isolation thermique extérieure par enduit sur isolants fixés mécaniquement par chevilles, janvier 2012
- Cahier CSTB 3709_V2 : Systèmes d'isolation thermique extérieure par enduit sur isolant : principes de mise en œuvre autour des baies en liaison avec une fenêtre ou une porte extérieure, juin 2015
- Cahier CSTB 3749 : Détermination de la sollicitation du vent selon l'Eurocode 1 : application au cas des systèmes d'isolation thermique extérieure par enduit sur isolant, juillet 2014
- Recommandations Professionnelles RAGE : Procédés d'isolation thermique extérieure par enduit sur polystyrène expansé – Neuf/rénovation, juillet 2014
- Guide de recommandations techniques HUMIBATex – Prise en compte des risques hygrothermiques en réhabilitation du bâti existant, octobre 2017
- Étude CODIFAB : Systèmes d'ETICS sur paroi à ossature bois et CLT, mai 2020
- Étude CODIFAB : « Résistance aux chocs des parois à ossature bois » disponible sous le lien suivant : https://www.codifab.fr/actions-collectives/bois/resistance-aux-chocs-des-parois-ossature-bois-443?action_range=0&theme=0&deliverable_type=0&product_work=0&keywords=choc&page=1
- Étude CODIFAB : « Construction bois et gestion de l'humidité en phase chantier » disponible sous le lien suivant : https://www.codifab.fr/actions-collectives/bois/construction-bois-et-gestion-de-lhumidite-en-phase-chantier-423?action_range=0&theme=0&deliverable_type=0&product_work=0&keywords=humidite&page=1

Essais à réaliser

Dans cette annexe, la méthodologie d'essais ainsi que l'exploitation des résultats seront définies, expliquées et précisées si nécessaire.

B.1 Détermination de la résistance à l'arrachement d'une colle sur un panneau support

B.1.1 Échantillonnage

Les campagnes d'essai devront être réalisées sur des campagnes de 5 éprouvettes pour les jonctions film/support.

B.1.2 Essais de convenance

■ Généralités

Afin de vérifier l'efficacité de la fixation de l'adhésif sur le(s) support(s) du chantier (support(s) distinct(s) des supports de référence), des essais de convenance doivent être réalisés.

Les essais de convenance doivent être pratiqués individuellement sur chacun des supports mis en œuvre.

■ Modes de rupture

- rupture adhésive : absence de matière adhésive sur le support ;
- rupture cohésive : rupture intégrale dans l'adhésif ;
- rupture cohésive partielle : rupture partielle dans le support pouvant indiquer une faible adhérence ;
- rupture dans le support : rupture intégrale dans le support ;
- rupture du ruban adhésif : déchirement/délitement du ruban adhésif.

■ Essais

Les essais de convenance doivent être pratiqués par un essai de pelage manuel qualitatif.

En cas de rupture adhésive, de rupture cohésive ou de rupture cohésive partielle, un essai de cisaillement doit être réalisé conformément aux spécifications exprimées dans la NF EN 12317-2, et les valeurs obtenues doivent vérifier les exigences exprimées dans les tableaux 7 et 8 relatifs aux bandes adhésives définies dans le paragraphe matériaux de ce guide.

En cas de rupture dans le support ou de rupture dans le ruban adhésif, l'essai de cisaillement n'est pas nécessaire.

Pour les membranes pare-vapeur

L'essai de cisaillement, à l'état initial et après traitement thermique, réalisé selon les prescriptions de la NF EN 12317-2 doit vérifier les exigences du tableau du paragraphe 2.3.3 de ce guide.

Pour les membranes pare-pluie

L'essai de cisaillement, à l'état initial et après traitement thermique, réalisé selon les prescriptions de la NF EN 12317-2 doit vérifier les exigences du tableau du paragraphe 2.3.3 de ce guide.

B.1.3 Rapport d'essai

Le rapport de contrôle d'un système de jonction doit contenir les informations suivantes :

- la date et le lieu de l'échantillonnage et les personnes présentes lors de l'échantillonnage ;
- la taille du lot contrôlé ;
- le marquage des rouleaux de l'échantillon par le représentant de l'organisme chargé de l'acceptation ;
- la description de chaque lot contrôlé (au moins l'usine de production, le nom du pare-pluie souple, son format) ;
- les résultats d'essai pour chaque lot contrôlé et la décision sur la conformité du lot avec les exigences définies précédemment.

B.2 Compatibilité des adhésifs

B.2.1 Échantillonnage

Les campagnes d'essais devront être réalisées sur des campagnes de 5 éprouvettes pour les jonctions film/film.

B.2.2 Essais de convenance

■ Généralités

Afin de vérifier l'efficacité de la fixation de l'adhésif sur le(s) support(s) du chantier (support(s) distinct(s) des supports de référence), des essais de convenance doivent être réalisés.

Les essais de convenance doivent être pratiqués individuellement sur chacun des supports mis en œuvre.

■ Modes de rupture

- rupture adhésive : absence de matière adhésive sur le support ;
- rupture cohésive : rupture intégrale dans l'adhésif ;
- rupture cohésive partielle : rupture partielle dans le support pouvant indiquer une faible adhérence ;
- rupture dans le support : rupture intégrale dans le support ;
- rupture du ruban adhésif : déchirement/délicatement du ruban adhésif.

■ Essais

Les essais de convenance doivent être pratiqués par un essai de pelage manuel qualitatif.

En cas de rupture adhésive, de rupture cohésive ou de rupture cohésive partielle, un essai de cisaillement doit être réalisé conformément aux spécifications exprimées dans la NF EN 12317-2 et les valeurs obtenues doivent vérifier les exigences exprimées dans le paragraphe spécifique à ces matériaux.

En cas de rupture dans le support ou de rupture dans le ruban adhésif, l'essai de cisaillement n'est pas nécessaire.

Pour les membranes pare-vapeur

L'essai de cisaillement, à l'état initial et après traitement thermique, réalisé selon les prescriptions de la NF EN 12317-2, doit vérifier les exigences du tableau 7 du paragraphe 2.3.3 de ce document.

Pour les membranes pare-pluie

L'essai de cisaillement, à l'état initial et après traitement thermique, réalisé selon les prescriptions de la NF EN 12317-2 doit vérifier les exigences du tableau 8 du paragraphe 2.3.3 de ce document.

B.2.3 Rapport d'essai

Le rapport de contrôle d'un système de jonction doit contenir les informations suivantes :

- la date et le lieu de l'échantillonnage et les personnes présentes lors de l'échantillonnage ;
- la taille du lot contrôlé ;
- le marquage des rouleaux de l'échantillon par le représentant de l'organisme chargé de l'acceptation ;
- la description de chaque lot contrôlé (au moins l'usine de production, le nom du pare-pluie souple, son format) ;
- les résultats d'essais pour chaque lot contrôlé et la décision sur la conformité du lot avec les exigences définies précédemment.

B.3 Essai AEV

La maquette d'essai est réalisée suivant les prescriptions des normes NF EN 12153, NF EN 12155, NF EN 12179.

La maquette d'essai peut comporter un ou des ouvrants, ainsi qu'un joint vertical et horizontal au minimum.

Les caractéristiques de perméabilité à l'air, d'étanchéité à l'eau et de résistance au vent de cet (ou de ces) ouvrant(s) peuvent être quantifiées, mais pas classifiées au sens des normes d'essai des fenêtres.

B.3.1 Perméabilité à l'air – classification suivant la norme NF EN 12153

B.3.1.1 Corps d'épreuve totalement calfeutré (Qc)

■ Pression

Trois pulsations en pression d'une valeur de $P_{max} + 10\%$ avec un minimum de 500 Pa. P_{max} étant la valeur de perméabilité à l'air visée. C'est le demandeur de l'essai qui détermine cette valeur. Généralement sa valeur minimale est 25 % de la valeur de pression ELS du site de réalisation de l'ouvrage.

Paliers de mesure à 50 Pa, 100 Pa, 150 Pa, 150 Pa, 200 Pa, 250 Pa, 300 Pa, 450 Pa, 600 Pa, etc.

■ Dépression

Trois pulsations en dépression d'une valeur de $P_{max} + 10\%$ avec un minimum de 500 Pa. P_{max} étant la valeur de perméabilité à l'air visée. C'est le demandeur de l'essai qui détermine cette valeur. Généralement sa valeur minimale est 25 % de la valeur de pression ELS du site de réalisation de l'ouvrage.

Paliers de mesure à 50 Pa, 100 Pa, 150 Pa, 150 Pa, 200 Pa, 250 Pa, 300 Pa, 450 Pa, 600 Pa, etc.

Le calfeutrement du corps d'épreuve est retiré.

B.3.1.2 Joint d'ouvrant(s) calfeutré(s) (Qfc)

■ Pression

Trois pulsations en pression d'une valeur de $P_{max} + 10\%$ avec un minimum de 500 Pa. P_{max} étant la valeur de perméabilité à l'air visée. C'est le demandeur de l'essai qui détermine cette valeur. Généralement sa valeur minimale est 25 % de la valeur de pression ELS du site de réalisation de l'ouvrage.

Paliers de mesure à 50 Pa, 100 Pa, 150 Pa, 200 Pa, 250 Pa, 300 Pa, 450 Pa, 600 Pa, etc.

■ Dépression

Trois pulsations en dépression d'une valeur de $P_{max} + 10\%$ avec un minimum de 500 Pa. P_{max} étant la valeur de perméabilité à l'air visée. C'est le demandeur de l'essai qui détermine cette valeur. Généralement sa valeur minimale est 25 % de la valeur de pression ELS du site de réalisation de l'ouvrage.

Paliers de mesure à 50 Pa, 100 Pa, 150 Pa, 200 Pa, 250 Pa, 300 Pa, 450 Pa, 600 Pa, etc.

Les perméabilités des panneaux fixes ($Q_f = Q_{fc} - Q_c$) s'expriment en $m^3/h.m^2$ (surface totale de la maquette) et par $m^3/h.m$ de joints fixes (L_f longueur des joints fixes suivant NF EN 12152).

Dans le cas où la valeur visée n'est pas atteinte, c'est la valeur réellement obtenue qui détermine le classement.

Le critère de perméabilité à l'air est : $1,5 m^3/h.m^2$ ou $0,5 m^3/h.m$.

B.3.1.3 Joint d'ouvrant(s) non calfeutré(s) (Q_{tc})

■ Pression

Cinq ouvertures et fermetures des ouvrants.

Trois pulsations en pression d'une valeur de $P_{max} + 10\%$ avec un minimum de 500 Pa. P_{max} étant la valeur de perméabilité à l'air visée. C'est le demandeur de l'essai qui détermine cette valeur. Généralement, sa valeur minimale est 25 % de la valeur de pression ELS du site de réalisation de l'ouvrage.

Paliers de mesure à 50 Pa, 100 Pa, 150 Pa, 200 Pa, 250 Pa, 300 Pa, 450 Pa, 600 Pa, etc.

■ Dépression

Cinq ouvertures et fermetures des ouvrants.

Trois pulsations en dépression d'une valeur de $P_{max} + 10\%$ avec un minimum de 500 Pa. P_{max} étant la valeur de perméabilité à l'air visée. C'est le demandeur de l'essai qui détermine cette valeur. Généralement, sa valeur minimale est 25 % de la valeur de pression ELS du site de réalisation de l'ouvrage.

Paliers de mesure à 50 Pa, 100 Pa, 150 Pa, 200 Pa, 250 Pa, 300 Pa, 450 Pa, 600 Pa, etc.

Les perméabilités des ouvrants ($Q_j = Q_{tc} - Q_{fc}$) s'expriment en $m^3/h.m$ de joints ouvrants (L_o longueur des joints ouvrants) et $m^3/h.m^2$ de surface d'ouvrant(s).

B.3.2 Étanchéité à l'eau – classification suivant la norme NF EN 12155

Débit d'eau de $2 L/m^2.min$.

Trois pulsations en pression d'une valeur de $P_{max} + 10\%$ avec un minimum de 500 Pa. C'est le demandeur de l'essai qui détermine cette valeur. Sa valeur minimale est 25 % de la charge de vent pour aptitude au service.

Paliers de mesure à 50 Pa, 100 Pa, 150 Pa, 200 Pa, 250 Pa, 300 Pa, 450 Pa, 600 Pa, etc.

B.3.3 Résistance au vent, aptitude de service – classification suivant la norme NF EN 12179

■ Pression

Cinq ouvertures et fermetures des ouvrants.

Paliers de mesures à 25 %, 50 %, 75 % et 100 % de la charge de vent déclarée. C'est le demandeur de l'essai qui détermine cette valeur.

■ Dépression

Paliers de mesures à 25 %, 50 %, 75 % et 100 % de la charge de vent déclarée. C'est le demandeur de l'essai qui détermine cette valeur. La charge de vent déclarée (demandée) doit être au moins le double de la plus grande des valeurs P_{max} à l'air et à l'eau.

B.3.4 Contrôle de la perméabilité à l'air – classification suivant la norme NF EN 12153

La déperdition du deuxième essai ne doit pas être supérieure à celle du premier essai de plus de :

- 0,3 m³/h.m² ;
- 0,1 m³/h.m.

Quand un des deux différentiels est dépassé, le classement de résistance au vent ne peut être validé. Il faut recommencer l'ensemble de la séquence d'essai.

B.3.4.1 Joint d'ouvrant(s) calfeutré(s) (Qfc)

■ Pression

Trois pulsations en pression d'une valeur de $P_{max} + 10\%$ avec un minimum de 500 Pa. P_{max} étant la valeur de perméabilité à l'air visée. C'est le demandeur de l'essai qui détermine cette valeur. Généralement, sa valeur minimale est 25 % de la valeur de pression ELS du site de réalisation de l'ouvrage.

Paliers de mesure à 50 Pa, 100 Pa, 150 Pa, 200 Pa, 250 Pa, 300 Pa, 450 Pa, 600 Pa, etc.

■ Dépression

Trois pulsations en dépression d'une valeur de $P_{max} + 10\%$ avec un minimum de 500 Pa. P_{max} étant la valeur de perméabilité à l'air visée. C'est le demandeur de l'essai qui détermine cette valeur. Généralement, sa valeur minimale est 25 % de la valeur de pression ELS du site de réalisation de l'ouvrage.

Paliers de mesure à 50 Pa, 100 Pa, 150 Pa, 200 Pa, 250 Pa, 300 Pa, 450 Pa, 600 Pa, etc.

Les perméabilités des panneaux fixes ($Q_f = Q_{fc} - Q_c$) s'expriment en m³/h.m² (surface totale de la maquette) et par m³/h.m de joints fixes (L_f longueur des joints fixes suivant NF EN 12152).

B.3.4.2 Joint d'ouvrant(s) non calfeutré(s) (Qtc)

■ Pression

Cinq ouvertures et fermetures des ouvrants.

Trois pulsations en pression d'une valeur de $P_{max} + 10\%$ avec un minimum de 500 Pa. P_{max} étant la valeur de perméabilité à l'air visée. C'est le demandeur de l'essai qui détermine cette valeur. Généralement sa valeur minimale est 25 % de la valeur de pression ELS du site de réalisation de l'ouvrage.

Paliers de mesure à 50 Pa, 100 Pa, 150 Pa, 200 Pa, 250 Pa, 300 Pa, 450 Pa, 600 Pa, etc.

■ Dépression

Cinq ouvertures et fermetures des ouvrants.

Trois pulsations en dépression d'une valeur de $P_{max} + 10\%$ avec un minimum de 500 Pa. P_{max} étant la valeur de perméabilité à l'air visée. C'est le demandeur de l'essai qui détermine cette valeur. Généralement sa valeur minimale est 25 % de la valeur de pression ELS du site de réalisation de l'ouvrage.

Paliers de mesure à 50 Pa, 100 Pa, 150 Pa, 200 Pa, 250 Pa, 300 Pa, 450 Pa, 600 Pa, etc.

Les perméabilités des ouvrants ($Q_j = Q_{tc} - Q_{fc}$) s'expriment en $m^3/h.m$ de joints ouvrants (L_o longueur des joints ouvrants) et $m^3/h.m^2$ de surface d'ouvrant(s).

B.3.5 Contrôle de l'étanchéité à l'eau – classification suivant la norme NF EN 12155

Débit d'eau de 2 L/m².min.

Trois pulsations en pression d'une valeur de $P_{max} + 10\%$ avec un minimum de 500 Pa. C'est le demandeur de l'essai qui détermine cette valeur. Sa valeur minimale est 25 % de la charge de vent pour aptitude au service.

Paliers de mesure à 50 Pa, 100 Pa, 150 Pa, 200 Pa, 250 Pa, 300 Pa, 450 Pa, 600 Pa, etc.

B.3.6 Résistance au vent, charge de sécurité – classification suivant la norme NF EN 12179

■ Pression

En pression, charge égale à 1,5 fois la charge de vent déclarée.

Cinq ouvertures et fermetures des ouvrants.

■ Dépression

En dépression, charge égale à 1,5 fois la charge de vent déclarée.

Cinq ouvertures et fermetures des ouvrants.

B.4 Essais spécifiques pour les ETICS

B.4.1 Essai sur l'ETICS

Essais sur l'ETICS : référentiel ETAG 004 (ou EAD 040083-00-0404 publié au JOUE très récemment, le 28/10/2020)

En lien avec l'étude hygrothermique, pour déterminer la quantité retransmise à l'intérieur de la paroi, il peut être intéressant d'avoir accès aux valeurs de l_a/du :

- courbe de sorption du système d'enduit

et

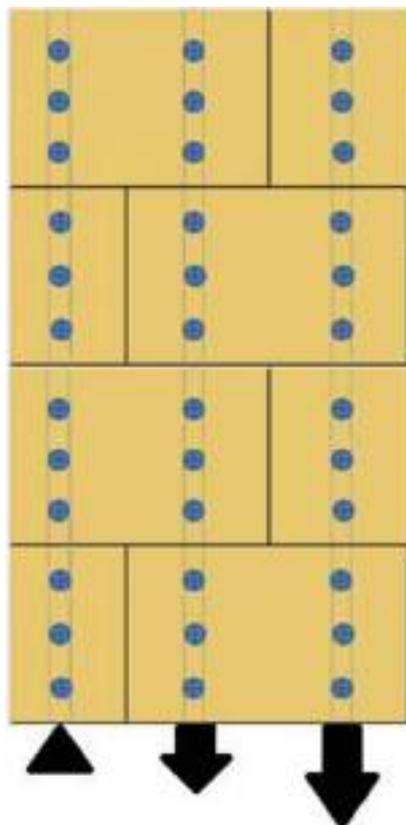
- coefficient de redistribution de l'eau liquide dans l'enduit.

Ces deux caractéristiques n'ont été que très rarement mesurées sur les systèmes d'enduit, mais seraient intéressantes pour affiner le choix du système d'enduit de l'ETICS.

B.4.2 Essai de mise en parallélogramme de l'ETICS

Dans le cas d'un ETICS mis en œuvre sur une FOB, le support de l'ETICS se déforme, du fait de la flexibilité des planchers et poutres sur lesquels sont posées les FOB. De ce fait, il existe une déformation verticale entre chaque montant vertical de la FOB. L'ETICS étant fixé mécaniquement par des vis ancrées dans ces montants, la déformation de la FOB a une répercussion sur l'ETICS.

Le principe de l'essai exposé dans cette annexe est de déterminer la capacité du système d'enduit de l'ETICS à absorber ces déformations sans fissuration ou microfissuration. Il est nécessaire d'avoir au moins 3 montants verticaux et 3 ou 4 rangs de panneaux isolants.



Dans l'illustration précédente, le montant de gauche est fixe, tandis que les montants du centre et de droite sont mobiles. Le montant de droite se déplace 2 fois plus que le montant central.

Le déplacement imposé se fait par paliers de 1 mm sur le montant central (et donc 2 mm sur le montant de droite). Il n'est pas nécessaire de réaliser des cycles.

La surface de l'enduit peut être humidifiée afin de repérer les microfissurations plus facilement.

B.5 Essais spécifiques pour les isolants biosourcés en fibres de bois, en remplissage des COB ou des FOB

- Masse volumique apparente selon EN 1602.
- Mesure de résistance thermique et conductivité thermique selon la méthode dans la norme produit EN 13171+A1 – § 5.3.2.
- Transmission de la vapeur d'eau selon EN 12086.
- Courbe de sorption : selon EN 12571 dans domaine hygroscopique (0-95 %) et essai à plaque de succion pour le domaine super-hygroscopique (95-100 %).
- En cas de non-respect du critère par défaut lié au risque de développement fongique (teneur en eau 23 % en masse), un essai de résistance au développement fongique selon la méthode du Cahier n° 3713_V2 (mars 2018) peut être réalisé.

Calculs à réaliser

Les hypothèses de calculs spécifiques à ces projets seront précisées dans cette annexe.

C.1 Détermination de la flèche du support

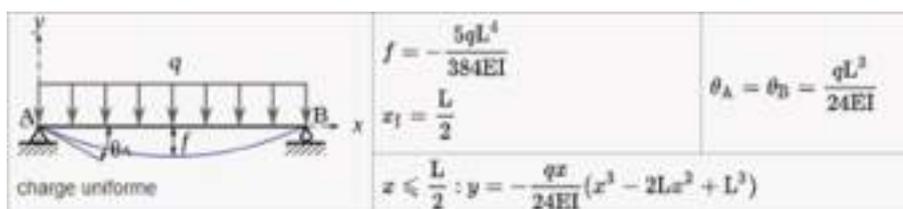
La détermination de la flèche du support d'ETICS dépend des critères suivants :

- sensibilité au tassement de l'ETICS entre deux montants consécutifs ;
- entraxe des montants de COB/FOB ;
- porte-à-faux admissible de l'ETICS ; correspond au décalage possible du 1^{er} montant vis-à-vis du cadre de la FOB ;
- portée de la poutre ;
- schéma statique (poutre bi-articulée, poutre encastrée, poutre continue, console, etc.) qui permet de connaître la forme de sa déformée ;
- déformée maximale de la poutre sous charge nuisible (postérieure à la pose de l'ETICS).

En l'absence d'évaluation expérimentale, il est possible de considérer qu'un ETICS avec un isolant en laine de roche peut accepter une déformation de 3 mm entre deux montants consécutifs. Le principe de l'essai est exposé en B4.2.

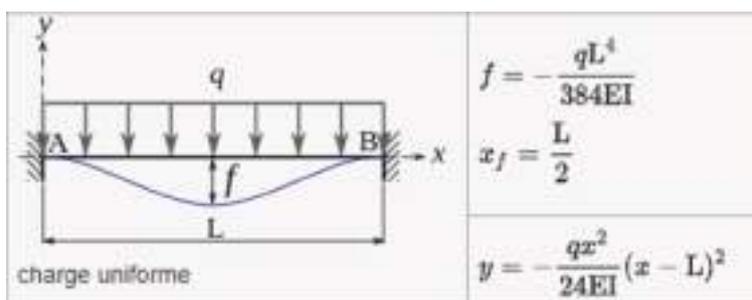
En fonction du schéma statique du support de l'ETICS (cadre du panneau ou plancher/poutre en hyperstatique), on sait que sa déformation est de la forme :

■ Poutre bi-articulée



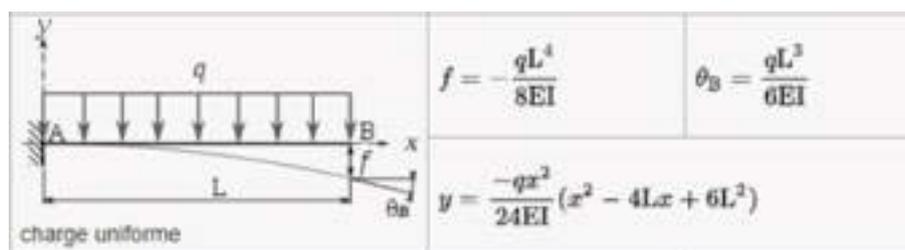
La rotation maximale du support (engendrant le tassement différentiel entre deux montants) est située au niveau des appuis.

■ Poutre bi-encastrée



La rotation maximale du support est située aux quarts de la portée de la poutre.

■ Console encastrée



La rotation maximale du support est située à l'extrémité libre de la console.

■ Exemple d'application pour une poutre bi-articulée

Données de calcul :

- portée de la poutre 5 000 mm ;
- dimensionnement à L/500 sous flèche nuisible (post pose ETICS) --> Flèche = 10 mm ;
- Vide entre montant FOB/ETICS de 600 mm.

Le calcul de la déformation différentielle entre les deux montants d'extrémité est de 4,0 mm, ceci n'est pas recevable vis-à-vis de la sensibilité d'un ETICS avec isolant en laine de roche (3 mm).

En décalant le premier montant de 200 mm (correspondant à la première rangée de chevilles) et en passant l'espacement des premiers montants de l'ossature bois à 500 mm, le décalage passe à 3,0 mm, ce qui est acceptable pour un ETICS présentant une sensibilité de 3 mm.

C.2 Hypothèses pour les calculs des transferts hygrothermiques

Dans cette annexe, les hypothèses permettant l'étude des transferts hygrothermique dans les parois sont définies et précisées. Les dispositions spécifiques des matériaux sont aussi précisées comme les valeurs de perméance, les valeurs thermiques, les épaisseurs, etc.

Ces hypothèses sont la base des calculs des transferts hygrothermiques qui auront été menés par le CSTB sur les typologies de parois visées ci-avant dans le guide.

Les hypothèses et critères sont issus du projet de guide SIMHUBAT.

C.2.1 Hypothèses générales

- Les films pare-pluie ou pare-vapeur sont considérés comme continus, sans percement et sans trous.
- Les transferts d'air à travers les défauts d'étanchéité résiduels en cas de bonne mise en œuvre sont pris en compte via une source d'humidité appliquée dans les cinq premiers mm de l'isolant en contact avec l'écran de sous-toiture HPV. Cette source est calibrée grâce au modèle d'infiltration d'air développé par le Fraunhofer IBP, avec une valeur forfaitaire de $Q_{50} = 2,5 \text{ m}^3/\text{h.m}^2$, une hauteur de colonne d'air de 5 m. Pour plus de détail sur ce modèle se reporter à la littérature (WTA Guide-line 6-2, Simulation of heat and moisture transfer, 2014).

C.2.2 Matériaux

Le tableau des caractéristiques des différents composants de la paroi prises en compte dans les simulations est présenté ci-après :

Tableau 16 : Caractéristiques des constituants des parois

	Ep mm	P [m ³ /m ³]	rho [kg/m ³]	lambda [W/(m.K)]	Cp [J/(kg.K)]	μ [-] ou s _d [m]
Plaque de plâtre	13	0,70	650	0,18	870	μ = 8,3
Lame d'air non ventilée	45	0,999	1,3	0,28	1 000	μ = 0,32
Liteau en bois		0,72	600	0,13	1 600	μ = 130
Panneau OSB intérieur	12	0,64	553	0,12	1 400	μ = 134
Pare-vapeur	1	2.10 ⁻⁴	100	2,3	2 300	s _d = 18 m (18 000)
Fibres de bois faible densité	200	0,98	50	0,038	2 000	μ = 1,3
Fibres de bois forte densité	200	0,98	100	0,038	2 000	μ = 1,3
Montant en bois		0,72	600	0,13	1 600	μ = 130
Laine minérale	60	0,98	20	0,035	1 200	μ = 1,1
Panneau OSB extérieur	18	0,72	630	0,13	1 600	μ = 650
Écran pare-pluie	1	2.10 ⁻⁴	130	2,3	2 300	Sd = 0,18 m (180)
Enduit « étanche »	18	0,3	2 000	1,2	850	Sd = 0,9 m μ = 50
Enduit perméable absorbant (chaux)	18	0,33	1 600	0,7	850	Sd = 0,2 m μ = 12
Enduit perméable non absorbant (bâtard)	18	0,24	1 900	0,8	850	Sd = 0,35 m μ = 19

Les caractéristiques hydriques des enduits sont les suivantes :

Tableau 17 : Caractéristiques hydriques des enduits

Type d'enduit	Facteur de résistance à la vapeur d'eau μ	Coefficient d'absorption d'eau liquide A en kg/(m ² .h ^{0.5})	Coefficients de diffusion liquide DWS et DWW en fonction de la teneur en eau W				Teneur en eau W en kg/m ³	
			Succion DWS		Redistribution DWW		à 80 % HR	à 98 % HR
Enduit « étanche »	50	0,5	W kg/m ³	DWS m ² /s	W kg/m ³	DWS m ² /s	24	80
			0	0	0	0		
			25	9 x 10 ⁻¹²	25	6 x 10 ⁻¹²		
			280	3 x 10 ⁻⁹	280	2 x 10 ⁻¹⁰		
Enduit bâtard (perméable non absorbant)	19	2	W kg/m ³	DWS m ² /s	W kg/m ³	DWS m ² /s	45	60
			0	0	0	0		
			20	1 x 10 ⁻¹⁰	20	1 x 10 ⁻¹⁰		
			210	1 x 10 ⁻⁷	210	7 x 10 ⁻⁹		
Enduit chaux (perméable absorbant)	12	10	W kg/m ³	DWS m ² /s	W kg/m ³	DWS m ² /s	35	178
			0	0	0	0		
			25	2 x 10 ⁻¹⁰	25	6 x 10 ⁻¹⁰		
			186	5 x 10 ⁻⁶	186	2 x 10 ⁻⁷		

Nota : Le coefficient d'absorption d'eau liquide (A) est déterminé selon la norme NF EN ISO 15148.

C.2.3 Conditions aux limites

Tableau 18 : Conditions aux limites

Climats extérieurs	Climat de plaine continentale (climat froid et humide représenté par Nancy), climat océanique (climat tempéré et humide représenté par Brest), climat méditerranéen (climat chaud et sec en été représenté par Nice), climat de Paris et région parisienne (climat correspondant à la construction pour les JO 2024 représenté par Trappes)
Ambiances intérieures	Locaux à moyenne hygrométrie $W/n = 5 \text{ g/m}^3$ Deux variantes avec rafraîchissement à 23°C étudiée pour Paris et Nice
Orientation de la paroi	Face au nord, ouest ou sud suivant le climat extérieur et le rafraîchissement intérieur.
Prise en compte de la pluie battante	$Q_{\text{pluie}} = \text{Pluie} \times (0 + 0.2 \times \text{vitesse du vent})$ Fraction de Q_{pluie} adhérente 0,7
1/hi	0,13 m ² .K/W
1/he	0,04 m ² .K/W
Émissivité surface extérieure	0,9
Absorptivité surface extérieure	0,6
Bilan explicite (du rayonnement infrarouge)	Oui
Emissivité terrestre grandes longueurs d'onde	0,8
Réflexivité	0,7

C.2.4 Résultats de l'étude hygrothermique

L'ensemble de l'étude menée dans le cadre de ce guide est détaillée dans le rapport d'étude CSTB DEB/HTO-2020-143-KZ-CP-NP.

Gestion de l'humidité en phase chantier

Du fait de la nécessité d'une meilleure étanchéité aux infiltrations parasites d'air, la gestion de l'humidité en phase chantier dans les bâtiments thermiquement performants a été identifiée comme capitale dans de nombreux retours d'expériences.

Avec la généralisation de l'application de la RT 2012 et bientôt l'entrée en vigueur de la RE 2020, la notion de bâtiments performants va nécessairement encore s'étendre.

Pour un principe constructif majoritairement bois, le caractère intrinsèquement hygroscopique du matériau doit être pris en compte, d'autant qu'il s'accompagne proportionnellement de variations dimensionnelles, parfois appelées retraits-gonflements, essentiellement dans les sens radiaux et tangentiels aux fibres.

Il conviendra donc, pour les présents projets, de bien anticiper la gestion des variations hygrométriques de tous les ouvrages qui en sont composés, entre leur état d'origine en sortie d'usine, leur état transitoire en phase chantier et enfin leur état stabilisé en service.

Les paramètres influant sur ces variations hygrométriques sont de différentes natures.

D'une part sous la forme de vapeur d'eau, du fait d'une ambiance présentant une hygrométrie élevée, due par exemple à l'évaporation de l'eau incluse dans les matériaux de construction de la filière humide, souvent d'ailleurs conjuguée à une très faible ventilation/aération des locaux et donc à un fort confinement, et d'autre part à la survenance d'eau liquide due à des intempéries, ces deux origines pouvant d'ailleurs s'additionner.

La gestion de cette thématique capitale peut influencer sur l'ordonnancement habituel des tâches et la constitution d'un plan qualité est donc recommandée. Durant la phase chantier, des dispositions spécifiques peuvent être nécessaires (présence de déshumidificateurs par exemple).

Toutes ces attentions sont d'ailleurs valables aussi pour la plupart des autres ouvrages et matériaux, présents en phase chantier, notamment les isolants et notamment les isolants biosourcés.

Le document, sous le lien ci-après, traite de façon détaillée du sujet et propose des procédures qualifiées ayant réuni un certain niveau de consensus entre les acteurs.

https://www.codifab.fr/actions-collectives/bois/construction-bois-et-gestion-de-lhumidite-en-phase-chantier-2423?action_range=0&theme=0&deliverable_type=0&product_work=0&keywords=humidite&page=1

Appréciation de laboratoire (n° AL 20-295) d'ETICS sur COB/FOB

E.1 Introduction

E.1.1 Objet de l'appréciation

L'éclosion d'un incendie dans l'un des niveaux du bâtiment engendre des risques de propagation du feu au(x) niveau(x) supérieur(s) ou latéralement, par les façades.

La présente appréciation de laboratoire s'applique **aux bâtiments d'habitation des 3^e et 4^e familles** dans la limite des prescriptions de l'arrêté du 31 janvier 1986 modifié par l'arrêté du 7 août 2019 et l'arrêté du 13 novembre 2019. Elle a pour objet de :

- Valider des dispositions relatives aux façades et à leur jonction avec les planchers en regard des exigences applicables ;
- Valider des dispositions pour éviter la propagation latérale d'un incendie, ainsi que sa propagation dans la façade ;
- D'apporter des précisions sur les conditions d'application des exigences réglementaires.

Elle a été rédigée en complément des autres dispositions présentées dans le guide de conception des ETICS en laine de roche mis en œuvre sur des constructions à ossature en bois (COB) ou des façades à ossature en bois (FOB).

Les dispositions constructives prévues au titre du présent document ne sont pas exigées pour les bâtiments d'habitation des 1^e et 2^e familles pour lesquelles il n'y a pas d'exigence réglementaire relative à la propagation du feu via la façade.

Enfin, il est toujours possible d'optimiser ou bien de justifier des solutions de façade bois non décrites dans le présent document. Ces solutions pourront faire l'objet d'une Appréciation de laboratoire sur le risque de propagation du feu par la façade dans les conditions fixées par l'arrêté du 31 janvier 1986 modifié par l'arrêté du 7 août 2019 et l'arrêté du 13 novembre 2019.

E.1.2 Les destinataires de l'appréciation de laboratoire

La présente appréciation s'adresse aux équipes des maîtrises d'ouvrage et maîtrises d'ouvrage déléguées responsables des ouvrages et des opérations d'aménagement nécessaires à l'organisation des JOP 2024. Elle vise à les aider dans le choix et la mise en œuvre de solutions visant à prévenir le risque de propagation du feu par l'extérieur d'un bâtiment via des façades intégrant du bois et comportant ou non des baies vitrées.

Les préconisations de la présente appréciation s'inscrivent dans celles plus larges du guide « Bois Construction – Propagation du feu par les façades » (CODIFAB). Des dispositions constructives particulières y sont toutefois présentées, propres à la mise en œuvre d'un système d'ETICS en laine de roche sur COB/FOB. Ces préconisations peuvent être appliquées à d'autres projets de construction de bâtiments dont les murs de façade intègrent du bois.

E.2 Textes réglementaires applicables

- Arrêté du 31 janvier 1986 modifié par l'arrêté du 7 août 2019 et l'arrêté du 13 novembre 2019.
- Instruction Technique 249 version 2010.
- Décret n° 2019-1191 du 15 novembre 2019 relatif au statut des constructions destinées à l'hébergement des délégations au sein du village olympique et paralympique de 2024.
- Arrêté du 2 décembre 2019 relatif au statut des constructions destinées à l'hébergement des délégations au sein du village olympique et paralympique de 2024.

E.3 Documents de référence

- Guide d'aide à la conception d'ETICS sur construction ou façade à ossature bois en vue d'une application sur le Village des athlètes pour les JOP de Paris 2024 (le présent guide).
- NF DTU 31.2 (mai 2019) : Maisons et bâtiments à ossature en bois.
- NF DTU 31.4 (avril 2020) : Façades à ossature bois.
- Guide « Bois Construction et Propagation du feu par les façades », version 2.0 du 29/03/2019, CODIFAB.
- Bâtiments bois de moyenne et grande hauteur > 28 m – Préconisations pour la sécurité en cas d'incendie pour les immeubles bois prévus dans le cadre des prochains JOP de Paris en 2024, ADIV-BOIS, version 2.4 du 10 mars 2020.
- Bâtiments en bois multi-niveaux – Bâtiments d'habitation de 8 à 28 m – Préconisations pour la sécurité en cas d'incendie pour les immeubles bois prévus dans le cadre des prochains JOP de Paris en 2024, ADIVBOIS, version 2.4 du 10 mars 2020.

E.4 Domaine d'application de l'appréciation

E.4.1 Procédé visé

L'ensemble des dispositions constructives proposées dans le document s'applique aux façades planes et verticales, porteuses et non porteuses, constituées d'une ossature bois conformes aux prescriptions du NF DTU 31.2 (COB) ou du NF DTU 31.4 (FOB).

Les façades visées sont celles constituées d'un ETICS en laine de roche mis en œuvre sur COB/FOB. Les ETICS visés sont ceux dont l'épaisseur de la laine de roche est comprise entre 60 mm et 120 mm, de masse volumique nominale supérieure à 90 kg/m³, et dont les systèmes d'enduit présentent les caractéristiques et les performances désignés dans le guide de conception afférent.

Les ETICS bénéficient d'un Avis Technique (AT) ou d'un document technique d'application (DTA) visant la pose sur support bois.

E.4.2 Destination des ouvrages visés

Cette appréciation vise les bâtiments d'habitation de 3^e et 4^e famille, dont les façades intègrent du bois. Elle répond aux exigences de l'arrêté du 31 janvier 1986 modifié par l'arrêté du 7 août 2019.

Sont visés :

- pour les COB : les bâtiments dont le plancher bas du dernier étage est inférieur ou égal à 28 m ;
- pour les FOB : les bâtiments dont le plancher bas du dernier étage est inférieur ou égal à 50 m.

E.5 Description des supports et des procédés visés

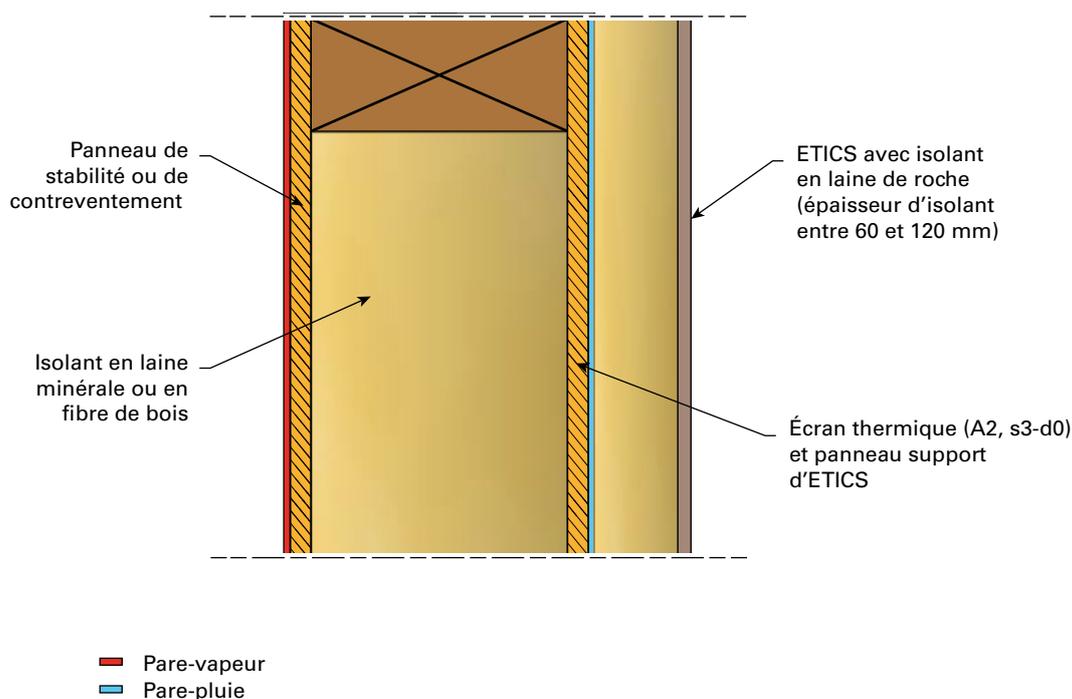
E.5.1 Constitution des parois supports

Les ossatures porteuses des bâtiments pourront être en structure poteaux/poutres béton, ou en charpente bois.

Les solutions constructives des COB sont conformes au NF DTU 31.2. Les solutions constructives des FOB sont conformes au NF DTU 31.4.

La constitution de la paroi support visée par la présente appréciation se décompose comme ci-dessous, de l'intérieur vers l'extérieur :

- doublage intérieur de type contre-cloison avec parement en plaque de plâtre monté sur ossature, et lame d'air de 45 à 60 mm d'épaisseur remplie ou non d'un isolant en laine minérale (éventuellement en fibres de bois) ;
- membrane pare-vapeur ;
- panneau de stabilité ou de contreventement de type OSB 12 mm ;
- ossature en bois avec isolation de remplissage, d'épaisseur maximale 200 mm ;
- écran thermique extérieur en plaques rigides A2-s3, d0 servant de support à l'ETICS ;
- membrane pare-pluie ;
- ETICS en laine de roche.



E.5.2 Isolation de remplissage de l'ossature en bois (montants et traverses en bois)

L'isolant de remplissage de la FOB/COB peut être :

- un isolant minéral classé au moins A2-s3, d0 de type laine de verre ou laine de roche. Il est conforme à la norme NF EN 13162 et se présente sous la forme de panneaux, de panneaux roulés rigides ou semi-rigides avec ou sans surfaçage ;
- ou un isolant biosourcé à base de fibres de bois conforme à la norme NF EN 13171. Il se présente sous la forme de panneau semi-rigide et répond aux préconisations du présent guide.

Selon leur destination, les produits isolants satisfont aux exigences du NF DTU 31.2 (COB), NF DTU 31.4 (FOB), ou bénéficient d'une évaluation technique pour l'emploi visé de type ATEX de cas a, ATec, ou équivalent.

E.5.3 ETICS en laine de roche

Sont visés les ETICS en laine de roche bénéficiant d'un Avis Technique visant la pose sur support bois. Ils comprennent un système d'enduit (sous-enduit armé et couche de finition), un isolant en laine de roche, un mode de fixation de l'isolant et des accessoires.

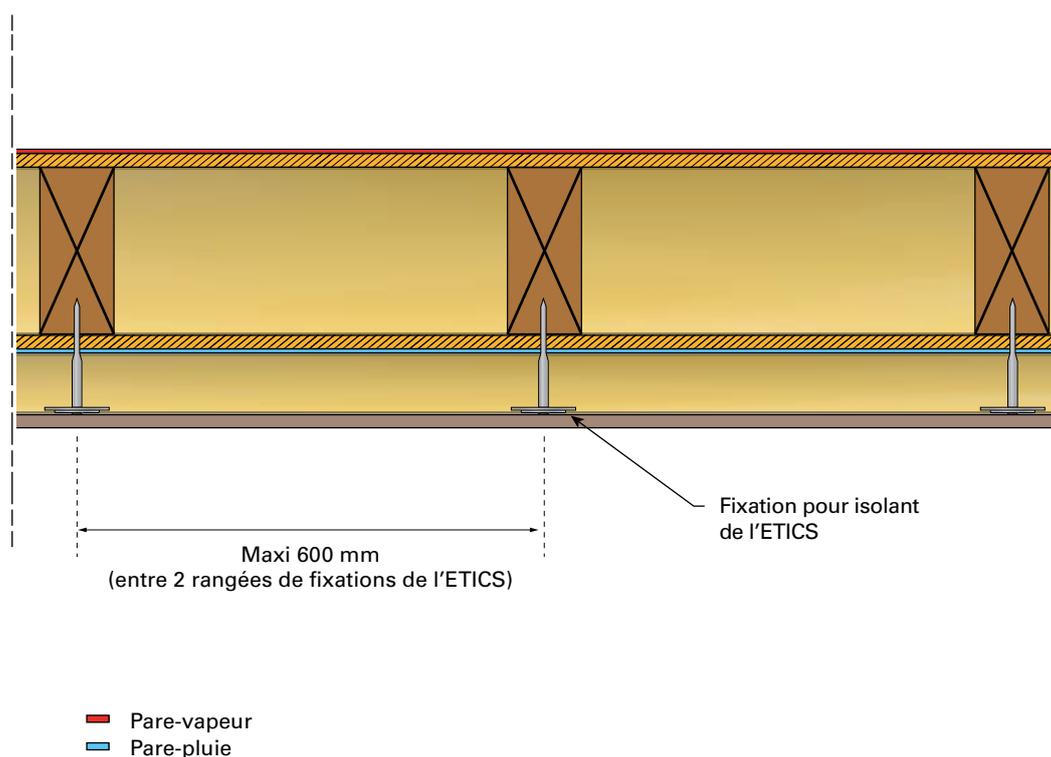
Les systèmes présentent une Euroclasse au moins B-s3, d0 pour une utilisation en 3^e famille, et A2-s3, d0 pour une utilisation en 4^e famille.

Le mode de fixation retenu est mécanique par vis métalliques avec rosace plastique, adaptées au support. Les vis sont fixées dans les montants de l'ossature en bois. Chaque panneau d'isolant est maintenu par au moins 4 fixations.

Les isolants sont exclusivement en panneaux de laine de roche conformes à la norme NF EN 13162 en vigueur, et d'épaisseur comprise entre 60 mm et 120 mm. Les panneaux isolants font l'objet d'un marquage CE et d'un certificat ACERMI en cours de validité. La laine de roche présente une masse volumique minimale de 90 kg/m³.

Le système d'enduit est composé d'une couche de base armée d'un treillis en fibres de verre et d'un revêtement de finition. Seules les configurations du DTA du système présentant les caractéristiques et performances du présent guide sont visées par la présente appréciation de laboratoire.

Les accessoires sont ceux indiqués dans l'ATec ou dans le DTA ETICS sur support bois.



E.5.4 Membrane pare-pluie

Si la conception de la façade prévoit la mise en œuvre d'un film pare-pluie, il devra être conforme aux prescriptions des NF DTU 31-2 et 31-4 et de niveau de performance en réaction au feu de classe E *a minima*, le pare-pluie apportant toutefois peu de contribution au développement du feu étant donné sa masse combustible mobilisable très faible.

E.6 Dispositions constructives acceptées

E.6.1 Doublage intérieur avec parement en plaques de plâtre

Les résultats d'essais sur lesquels se base la présente appréciation de laboratoire n'ont concerné que des foyers d'incendie se développant dans un local dont l'ensemble des parois est incombustible.

Les notes publiées par ADIVBOIS donnent des recommandations quant à la protection des parois combustibles des bâtiments intégrant du bois.

NOTE

Les solutions pour le parement intérieur en plaques de plâtre tiennent compte des exigences de résistance au feu liées à l'ouvrage.

E.6.2 Étanchéité en nez-de-dalle

Voir les dispositions du guide Bois Construction, Propagation du feu par les façades, § 1.6.

E.6.3 Écran thermique en façade

L'écran thermique est constitué d'un des systèmes ci-dessous lorsqu'il a fait l'objet d'une évaluation démontrant la compatibilité avec l'usage visé pour cette destination :

- d'une plaque de plâtre hydrofuge de type H1 BA18 conforme à la norme NF EN 520+A1 si la durée de stabilité au feu de la structure exigée par le règlement de sécurité incendie est supérieure à 60 minutes et d'une plaque de plâtre hydrofuge de type H1 BA13 si cette durée est inférieure ou égale à 60 minutes

ou

- d'une plaque de plâtre renforcée de fibres de cellulose d'épaisseur nominale minimale 12,5 mm *a minima* A2-s3, d0, conforme à la norme EN 15283-2, quelle que soit la durée de stabilité au feu de la structure exigée par le règlement de sécurité incendie

ou

- de tout autre type de système de plaque rigide dont la performance de réaction au feu est *a minima* de classe A2-s3, d0 et justifiant d'un procès-verbal (PV) de classement de résistance au feu EI30 ou un rapport de classement (annexé à l'attestation de conformité du marquage CE).

Le pontage des joints de fractionnement ou de dilatation de la FOB/COB par les plaques rigides A2-s3, d0 de l'écran thermique est proscrit.

NOTE

L'écran thermique en plaque rigide peut jouer le rôle de panneau de contreventement ou de panneau de stabilité sous réserve que cet emploi ait fait l'objet d'une évaluation de type avis technique ou ATEX.

E.6.4 Menuiseries et traitement d'embrasures

Les baies peuvent être équipées de menuiseries de type PVC, aluminium, ou mixte bois/aluminium.

Les menuiseries sont mises en œuvre dans des précadres en acier uniquement, soudés ou assemblés. Les menuiseries sont installées en tunnel à l'intérieur du précadre, dans toutes les positions du nu intérieur au nu extérieur de la paroi support. Le précadre recouvre alors la paroi support sur toute son épaisseur. Le précadre peut également être positionné en applique extérieure du gros-œuvre.

Les tôles du précadre ont une épaisseur minimale de 10/10^e. Chaque élément du précadre assemblé est fixé aux montants et traverses de l'ossature en bois par l'intermédiaire de 2 vis métalliques adaptées au support et réparties sur la largeur du précadre. Les fixations sont disposées aux extrémités ainsi qu'en partie centrale. L'entraxe entre chaque ligne de vis est limité à 500 mm.

Le traitement des tableaux et linteaux entre le précadre et le gros-œuvre, hormis les pièces d'appuis (qui sont en bois massif ou à base de bois de classe D-s2, d0 *a minima*), doit être réalisé :

- pour les précadres disposés en tunnel :
 - soit par un matériau de classe B-s3, d0, d'épaisseur nominale minimale 25 mm ;
 - soit par un matériau de classe A2-s3, d0, d'épaisseur nominale minimale 12,5 mm ;
 - soit par un écran en laine de roche d'épaisseur nominale minimale 30 mm et de masse volumique $\geq 120 \text{ kg/m}^3$.

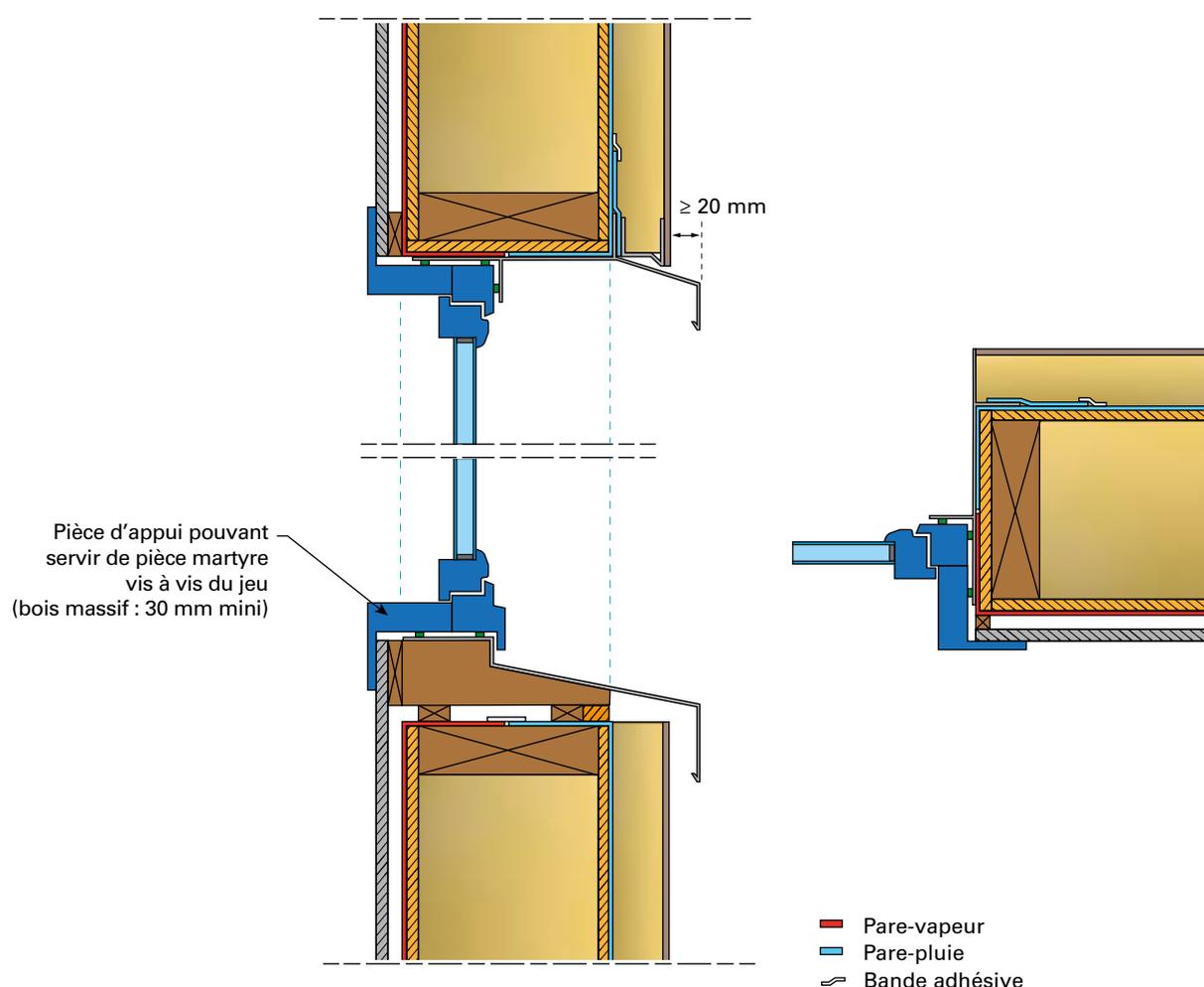
La tôle métallique du précadre d'épaisseur 10/10^e mm assure l'habillage en acier des matériaux de remplissage ci-dessus.

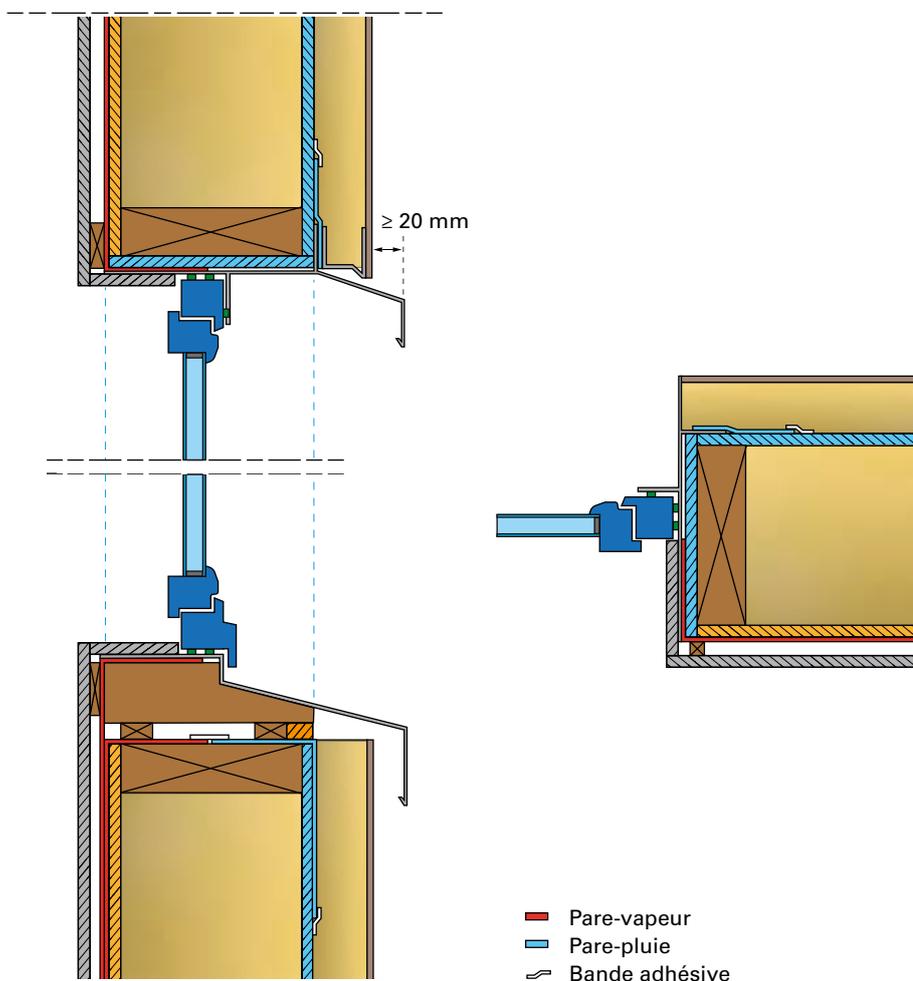
- pour les précadres disposés en applique extérieure :
 - par un retour horizontal du parement du doublage intérieur.

En linteau, le profil d'habillage doit en plus présenter une saillie d'au moins 20 mm par rapport au nu extérieur de l'enduit.

Les éventuelles cavités résiduelles entre le précadre et le gros-œuvre sont remplies de laine de roche comprimée de masse volumique nominale 40 kg/m³.

Un point de vigilance est à porter sur le respect de la continuité de l'écran thermique entre l'intérieur et l'extérieur.





E.6.5 Déflecteur de flammes

Non requis.

E.6.6 Dispositif d'obturation de lame d'air

Non requis dans le cadre des dispositions visées par la présente appréciation de laboratoire.

E.6.7 Indice C + D

Les façades doivent répondre aux exigences minimales de C + D imposées par la réglementation en vigueur pour chaque type de bâtiment concerné.

E.6.8 Calcul de la MCM

Dès lors qu'un écran thermique est mis en œuvre parmi ceux prescrits ci-dessus, la masse combustible mobilisable à considérer dans les calculs du C + D correspondra exclusivement aux parties d'ouvrages disposées à l'extérieur de cet écran et incluant ce dernier. Les couches combustibles protégées du feu extérieur par l'écran thermique ne sont pas comptées dans le calcul de la masse combustible mobilisable.

E.7 Traitement des points singuliers et des interfaces

E.7.1 Jonctions des façades avec les planchers

Les organes de fixation doivent être protégés de l'agression thermique. Les vides de la jonction sont remplis par de la laine de roche maintenue mécaniquement. La laine de roche en nez-de-dalle doit être compressée à 75 % de son épaisseur nominale.

Des solutions pour le traitement de la liaison avec des planchers bois sont présentées dans le Guide « Bois Construction – Propagation du feu par les façades », CSTB, FCBA (mars 2019).

E.7.2 Jonctions verticales avec un bardage

Le bardage est recoupé verticalement sur toute sa hauteur par une tôle en acier galvanisé fixée au gros œuvre par des vis métalliques adaptées au support tous les 650 mm environ.

Côté ETICS, un profil d'arrêt visé par l'Atec ou le DTA du système est mis en œuvre à la jonction entre les systèmes de façade.

L'écran thermique extérieur en plaques rigides A2-s3, d0 est prolongé au-delà de la jonction verticale sur une distance minimale d'1 mètre.

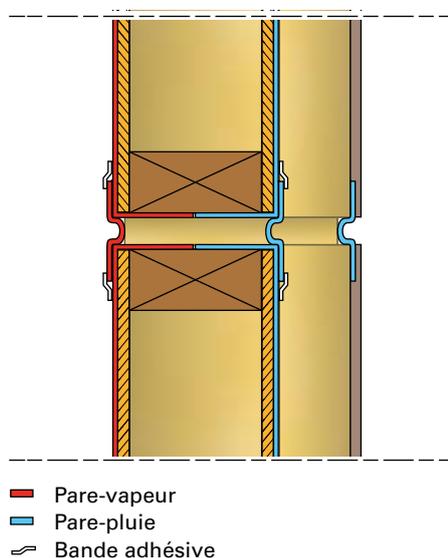
E.7.3 Traitement des joints de fractionnement ou de dilatation du gros-œuvre

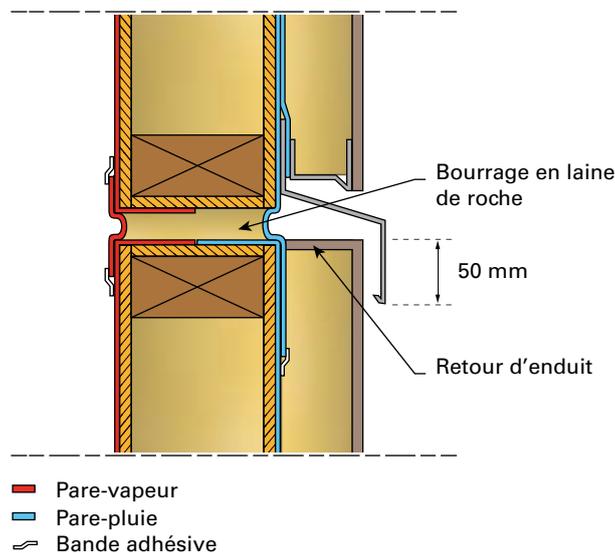
La mise en œuvre des ETICS sur FOB nécessite un fractionnement à chaque joint de panneau, aussi bien horizontal que vertical.

Le pontage d'un joint de fractionnement ou de dilatation par l'écran thermique en façade est proscrit.

La continuité de l'écran thermique en façade au droit des joints peut être restituée par un bourrage en laine de roche de masse volumique déclarée supérieure ou égale à 40 kg/m^3 mise en œuvre dans l'épaisseur du mur de façade incluant l'écran thermique. Cette laine doit être compressée à 75 % de son épaisseur nominale au minimum (exemple : épaisseur nominale de 20 mm et compressée pour obtenir une épaisseur efficace de 15 mm au maximum en tout point de la jonction).

Lorsqu'un joint d'étanchéité est inséré dans la jonction entre deux panneaux, l'écran thermique en façade est prolongé de chaque côté de la jonction dans l'épaisseur de l'ossature en bois. Un bourrage en laine de roche de masse volumique déclarée supérieure ou égale à 40 kg/m^3 est également mis en œuvre dans l'épaisseur du mur de façade derrière le joint d'étanchéité (côté intérieur).





E.7.4 Balcons pris en compte dans l'indice D

L'évaluation de l'indice D respecte les préconisations de l'Instruction Technique N° 249 relative aux façades.

Les balcons acceptés sont réalisés en éléments béton ou métal. Les types de balcons pris en compte sont :

- les balcons en béton, avec ou sans rupteur de pont thermique ;
- les balcons métalliques.

Les balcons doivent justifier d'un degré pare-flamme 1 heure ou RE 60. L'accroche des balcons sur la façade doit également justifier d'une tenue mécanique R60 en situation de feu de façade. Selon la typologie d'accroche des balcons :

- en porte à faux (rupteurs de pont thermique) : le procédé de rupteurs de pont thermique bénéficie d'un ATec visant la pose sur COB. Les justifications de la performance au feu de l'accroche y sont précisées ;
- Suspended : la résistance mécanique des fixations et des tirants en acier sur la COB/FOB font l'objet d'une vérification en situation d'incendie. La tenue au feu peut être justifiée à partir des actions thermiques aux structures extérieures déterminées selon la méthode de la norme NF EN 1991-1-2 et de son annexe nationale ;
- En appui/à structure indépendante (autoportant) : les éléments porteurs verticaux des balcons sont stables au feu une demi-heure ou de classement R30. Cette résistance au feu peut également être justifiée à partir des actions thermiques aux structures extérieures déterminées selon la méthode de la norme NF EN 1991-1-2 et de son annexe nationale.

Les isolants éventuels, placés en sous-face, doivent être classés au moins A2-s3, d0.

NOTE

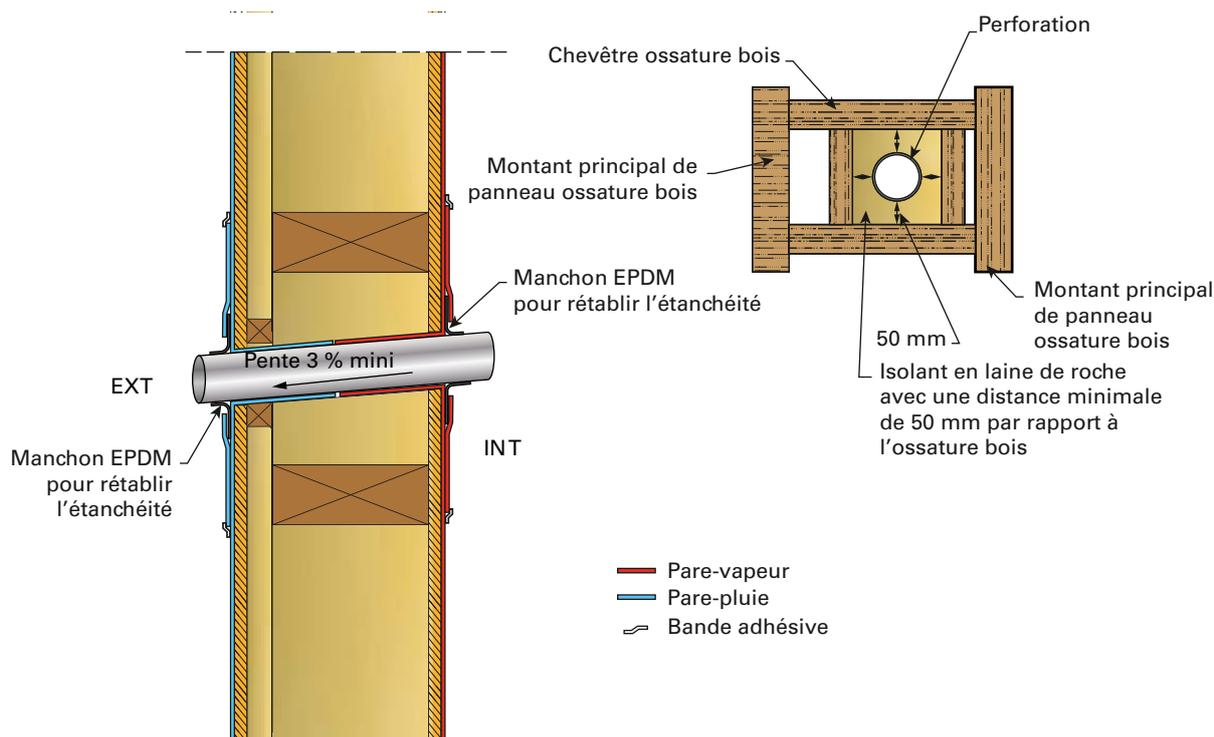
- Il est rappelé que, conformément à l'article 5 de l'arrêté du 31 janvier 1986 modifié, les éléments porteurs verticaux des balcons à structure indépendante sont *a minima* stables au feu une demi-heure ou de classement R30. Cette résistance au feu peut également être justifiée à partir des actions thermiques aux structures extérieures déterminées selon la méthode de la norme NF EN 1991-1-2 et de son annexe nationale.
- La présence de balcons en façade, participant ou non à l'indice D, sont des éléments à prendre en compte dans l'appréciation du risque de chutes d'objets au sens de l'article 11 de l'arrêté du 31 janvier 1986 modifié.

E.7.5 Traversées de parois

Les orifices d'entrée d'air sont mis en œuvre dans un chevêtre en bois incorporé à l'ossature. L'espace entre la traversée et le chevêtre est rempli de laine de roche de masse volumique supérieure à 70 kg/m^3 sur toute l'épaisseur de la paroi support. La plus petite dimension de l'isolant en laine de roche est supérieure à 50 mm.

Les orifices d'entrée d'air de ventilation dont la section ne dépasse pas 200 cm^2 ne sont pas pris en compte pour l'application de la règle du C + D. Le traitement des autres traversées de paroi sur le comportement au feu des façades peut être justifié par un avis de chantier en résistance au feu.

La performance au feu de la contre-cloison de doublage doit être restituée par un dispositif adapté au support et au conduit.



E.8 Façades sans baies

Les façades équipées des systèmes d'ETICS visées par la présente appréciation et ne comportant pas d'ouvertures ne nécessitent pas de dispositions particulières pour la résistance à la propagation du feu en façade.

E.9 Justifications

- Dispositions pour le traitement des embrasures reprises des carnets de solution de l'appréciation de laboratoire Guide Bois Construction – Propagation du feu par les façades pour les bardages Euroclasses A2-s3, d0.
- Présence de la couche d'isolation en laine de roche fixée mécaniquement qui contribue au bon comportement de la façade.

E.10 Exigences de l'arrêté du 7 août 2019

E.10.1 Propagation latérale

Dans le cadre des dispositions prévues par la présente appréciation, le risque de propagation latérale du feu est maîtrisé de par la conception et les matériaux utilisés pour les systèmes de façade visés.

E.10.2 Chutes d'objets

Le risque de chute d'objets est négligeable dans le cadre des dispositions et des systèmes de façade visés par la présente appréciation de laboratoire.

E.11 Conclusions

La résistance à la propagation du feu par les façades intégrant du bois et équipés d'ETICS en laine de roche a été évaluée dans la présente appréciation de laboratoire dans les conditions de mise en œuvre suivantes :

- paroi support conforme au NF DTU 31.2 ou 31.4 ;
- ETICS en laine de roche sous ATec visant les supports en bois, classés au moins B-s3, d0 en 3^e famille, et A2-s3, d0 en 4^e famille ;
- mise en œuvre d'un écran thermique en façade réalisé en plaques rigides A2-s3, d0 ;
- traitement des embrasures assurant la continuité de l'écran thermique en façade avec la protection intérieure ;
- un indice C + D conforme aux prescriptions de la réglementation applicable.

L'ensemble des dispositions constructives a été précisé dans le contenu du présent document.

Dans le strict respect des dispositions de la présente appréciation de laboratoire, il est estimé que la façade constituée d'ETICS en laine de roche est conforme à la réglementation applicable vis-à-vis de la propagation du feu par les façades pour les bâtiments d'habitation des 3^e et 4^e famille conformément à l'arrêté du 31 janvier 1986 modifié par l'arrêté du 7 août 2019 et l'arrêté du 13 novembre 2019.

Enfin, il est rappelé qu'il est toujours possible d'optimiser ou bien de justifier des solutions de façade bois non décrites dans le présent document. Ces solutions pourront faire l'objet d'une appréciation de laboratoire sur le risque de propagation du feu par la façade dans les conditions fixées par l'arrêté du 31 janvier 1986 modifié par l'arrêté du 7 août 2019 et l'arrêté du 13 novembre 2019.

ATTENTION

Un ETICS en laine de roche mis en œuvre sur des constructions à ossature bois (COB) ou sur des façades à ossature bois (FOB) peut engendrer un risque de feu couvant après l'intervention des services de secours en cas d'incendie. En effet, même si l'isolation en laine de roche du système est abondamment arrosée, il est possible que le feu se réactive compte tenu de la quantité de chaleur emmagasinée par la laine. Ce phénomène de feu couvant ne doit pas être sous-estimé.

E.12 Conditions de validité des conclusions

Les conclusions figurant dans la présente appréciation de laboratoire ne s'appliquent qu'aux produits définis et mis en œuvre dans les conditions identiques à celles décrites dans le présent document.

Les conclusions de cette appréciation de laboratoire ne portent que sur le comportement vis-à-vis du risque de propagation du feu par les façades ETICS en laine de roche, objets du présent document. Elles ne préjugent, en aucun cas, des autres performances liées à son incorporation à un ouvrage, notamment de son dimensionnement à froid.

E.13 Durée de validité

La validité de la présente appréciation et sa durée sont limitées par toute modification des données techniques ou réglementaires prises en compte dans son établissement, par exemple :

- toute modification dans les produits et matériaux indiqués ou leur mise en œuvre ;
- toute modification de l'arrêté du 31 janvier 1986 modifié par l'arrêté du 13 novembre 2019 ou tout changement dans les méthodes d'essai et de classement concernées qui changeraient les données nécessaires à l'évaluation des systèmes de façade objets de cette étude.

ATTENTION

La présente appréciation est établie sur la supposition du dimensionnement normal de l'ouvrage vis à vis des actions mécaniques auxquelles il doit résister à froid. Ce dimensionnement n'a pas été vérifié par le laboratoire.

Cette appréciation de laboratoire a été établie pour répondre aux exigences de résistance à la propagation du feu en façade requises par la réglementation en vigueur à la date de sa rédaction ; il ne préjuge pas des autres aspects de sécurité.

Liste des justifications particulières à apporter à l'appui d'une demande d'ATEX avec ETICS sur COB/FOB

■ Généralités

1. Fournir une note descriptive du procédé regroupant l'ensemble des informations avec les noms commerciaux pour les matériaux et les fixations. Fournir les fiches techniques de l'ensemble des matériaux.
2. Fournir les plans d'ensemble, les plans de calepinage des façades et les plans de détails des points singuliers (pied de façade, acrotère, angles rentrant et sortant, intégration des menuiseries, accroche de balcon, traversée de façade, etc.).
3. Préciser les dispositions applicables en sécurité incendie vis-à-vis de la propagation du feu en façade (*données par l'Appréciation de laboratoire*).

■ Ossature bois COB ou FOB

4. Fournir les hypothèses des chargements prises en compte (coefficients de site et hauteur de bâtiment pris en compte).
5. Indiquer le schéma statique de reprise du poids propre de la façade et justifier les composants permettant le transfert de charges et les mouvements prévus.
6. Justifier la stabilité dimensionnelle des façades bois. Vérifier les variations dimensionnelles des panneaux et leur tassement potentiel.
7. Justifier les compatibilités des déformations entre les panneaux de façade et l'ossature support. Vérifier les compatibilités entre les déformations prévisibles et la mise en œuvre d'un procédé d'ETICS. Fournir les caractéristiques des fixations des panneaux isolants de façade. Justifier que le dimensionnement de la structure permet de respecter un déplacement horizontal maximal inférieur ou égal à $1/500^e$ pour une hauteur d'étage.
8. Fournir la note de calcul de la façade sous sollicitations climatiques, de poids propre et de charge d'exploitation.
9. Justifier les ancrages de la façade bois dans l'ossature porteuse. Fournir les ETE des chevilles utilisées et la note de calcul. Fournir une note de calcul des ancrages dans les différents types d'ossature support.
10. Justifier les entraxes maximum des fixations des panneaux en fonction des charges climatiques et de l'implantation des baies.
11. Décrire la mise en œuvre des balcons et justifier leur tenue mécanique et fournir les schémas/figures correspondants. Prévoir et décrire les dispositions complémentaires en termes d'étanchéité à l'eau au niveau de ces points singuliers afin d'éviter les points d'entrée d'eau dans la structure.
12. Justifier la durabilité des fixations et des éléments d'ancrage conformément aux normes NF EN 14592 ou NF P 24-351 (*dispositions données dans le guide à respecter*).
13. Justifier la tenue mécanique des bavettes de recouvrement de lame d'air (*dispositions données dans le guide à respecter*).
14. Vérifier la compatibilité des mouvements de l'ossature avec la référence du joint comprimé au niveau des jonctions de panneaux afin que celui-ci soit maintenu comprimé dans la vis de l'ouvrage (si l'étanchéité entre panneaux est réalisée par joint précomprimé).

15. Fournir les caractéristiques des cales des panneaux de façade. Justifier la durabilité et la tenue des cales vis-à-vis d'un effort de compression (taux de compression) longue durée (si présence de cale dans l'ouvrage).
16. Justifier de la classe d'emploi de la lisse assise basse (3B ou 4) (*les classes d'emploi des bois seront données dans le guide*).
17. Fournir la certification ACERMI des isolants utilisés (*le guide précise que les isolants doivent faire l'objet de la certification ACERMI*).
18. Justifier le respect des tolérances dimensionnelles des joints mousses imprégnés des cadres des menuiseries.
19. Préciser les dispositions de protection des murs de façades en phases chantier ou transitoire.

■ Isolant biosourcé – fibres de bois

20. Fournir les caractéristiques spécifiques de l'isolant pour sa mise en œuvre dans une COB ou une FOB.
21. Fournir la courbe de sorption spécifique à l'isolant mesurée selon la norme EN 12571 dans le domaine hygroscopique (0-95 %) et si nécessaire une mesure à la plaque de succion pour le domaine super-hygroscopique (95-100 %).
22. Fournir les rapports d'essai permettant de justifier de la résistance thermique déclarée selon les méthodes d'essai définies dans la norme produit NF EN 13171.
23. Fournir le facteur de résistance à la vapeur mesuré selon EN 12086

■ Enduit sur isolant – ETICS

24. Fournir l'Avis Technique ou le Document Technique d'Application en cours de validité pour les ETICS mis en œuvre sur support bois.
25. Préciser les composants spécifiques à l'ETICS mis en œuvre sur le chantier (isolant, référence et épaisseur), couche de base, finition (référence et rendu, couleur, etc.).
26. Justifier des caractéristiques suivantes : reprise d'eau par capillarité après 24 heures, perméabilité à la vapeur d'eau du système d'enduit. Si disponible : courbe de sorption du système d'enduit, coefficient de redistribution de l'eau liquide dans le système d'enduit.
27. Fournir les Fiches Techniques des différents composants.
28. Fournir le certificat ACERMI des panneaux isolants visés.
29. Fournir le rapport de classement de réaction au feu, précisant dans le domaine d'application, le type de support correspondant.
30. Préciser la présence et la position du pare-vapeur par rapport à la structure.
31. Justifier de la résistance des chevilles visées dans le COB ou FOB. Indiquer quels sont les plans de chevillage associés à ce système.
32. Préciser les éventuels fractionnements prévus et leur réalisation.
33. Préciser les dispositions à prendre dans le cas de mise en œuvre d'une finition de catégorie II (vis-à-vis des chocs) en rez-de-chaussée ou au niveau d'une zone accessible comme terrasse ou balcon.

■ Membrane souple pare-pluie

34. Fournir les fiches techniques avec les caractéristiques du pare-pluie et de ses accessoires (*conformité au guide*).
35. Préciser le mode de fixation du pare-pluie (*la mise en œuvre des membranes pare-pluie sera précisée dans le guide*).
36. Justifier la tenue du pare-pluie vis-à-vis des efforts de vent en phase provisoire (*donner dans le guide les valeurs de résistance en traction minimum et les valeurs de déchirure au clou*).
37. Justifier la valeur Sd de la membrane pare-pluie et de ses accessoires.
38. Prévoir et décrire des dispositions complémentaires en termes d'étanchéité à l'eau au niveau des points singuliers (angles de menuiserie, passage des ferrures de balcons, angles de bâtiment, etc.) afin d'éviter les points d'entrée d'eau dans la structure.

39. Préciser les dispositions de réparation du pare-pluie si nécessaire (*des dispositions seront définies dans le guide*).
40. Préciser les dispositions de réception avant la mise en œuvre de l'enduit sur isolant (*prescriptions spécifiques dans le guide*).

■ **Panneaux rigides pare-pluie**

41. Fournir les fiches techniques avec les caractéristiques du pare-pluie et de ses accessoires (*conformité au guide*).
42. Préciser le mode de fixation du pare-pluie (*la mise en œuvre des membranes pare-pluie sera précisée dans le guide*).
43. Justifier la valeur S_d de l'écran rigide pare-pluie.
44. Justifier le choix de l'écran rigide pare-pluie conformément aux prescriptions définies dans l'Appréciation de laboratoire.

■ **Panneau extérieur/voile de stabilité/panneaux de contreventement**

45. Fournir les fiches techniques avec les caractéristiques du voile de stabilité et/ou panneau de contreventement.
46. Préciser son mode de fixation.
47. Justifier l'espacement entre les organes de fixation.
48. Justifier la valeur S_d des panneaux rigides.
49. Dans le cas où le panneau assure également la fonction d'écran thermique, fournir son PV de réaction au feu ainsi que le respect de l'Appréciation de laboratoire.

■ **Menuiserie**

50. Préciser le type de menuiserie. Préciser si les menuiseries mises en œuvre font l'objet d'un DTA en cours de validité visant la pose sur ossature bois.
51. Préciser la mise en œuvre du précadre dans l'ouverture de mur.
52. Justifier et illustrer la mise en œuvre et les fixations des menuiseries.
53. Fournir le label NF ou MENUISERIE 21 ou équivalent des menuiseries attestant d'un classement minimal conformément au CCTP. Fournir le rapport d'essai $A^*E^*V^*$ de classification de la menuiserie fabriquée par l'atelier du chantier et validant le classement demandé.
54. Fournir la conformité des menuiseries à la norme NF DTU 36.5 (classement $A^*E^*V^*$, ENDURO, essai mécanique, assemblage, classe du bois, dispositions constructives, etc.).
55. Fournir les justifications expérimentales des ouvrants du chantier suivant les normes NF P 20-501 et NF P20-302 (endurance et essais mécaniques). Les éléments de quincailleries des ouvrants doivent être ceux mis en œuvre sur le chantier.
56. Vérifier expérimentalement la sécurité vis-à-vis des chutes de personnes si les menuiseries doivent assurer la fonction garde-corps (M50/900 Joules), si nécessaire.

■ **Pare-vapeur**

57. Fournir les fiches techniques avec les caractéristiques du pare-vapeur et de ses accessoires (conformité au guide).
58. Préciser le mode de fixation du pare-vapeur.
59. Préciser les dispositions de réparation, et les dispositions de réception avant mise en œuvre du doublage, en cas de détérioration du pare-vapeur.
60. Décrire la procédure de mise en œuvre du pare-vapeur (largeur de recouvrement, passage au niveau des traversées, etc.).
61. Dans le cas où le pare-vapeur n'est pas mis en œuvre en phase définitive, préciser les continuités de l'étanchéité à la vapeur au niveau des points singuliers de la façade (périphérie de baie, jonction plancher, etc.).

■ Essais systèmes

62. Justifier la perméabilité à l'air et l'étanchéité à l'eau et la résistance au vent : réaliser un essai AEV suivant NF EN 13830 avec intégration de menuiseries, jonctions verticales et horizontales entre panneaux, ancrage de balcon, etc.

La maquette devra comprendre :

- une typologie de mise en œuvre de menuiserie ;
- un joint vertical ;
- un joint horizontal ;
- une croix de jonction des étanchéités ;
- les perforations de parois – si nécessaire.

À la suite de l'essai, le pare-vapeur sera retiré pour vérifier la non-humidification de l'isolant et des panneaux de stabilité.

63. Justifier l'absence de risque de condensation dû aux variations de température et d'hygrothermie de part et d'autre de la paroi et au niveau des points singuliers (percussion avec la façade, pied de façade, acrotère, etc.). Fournir les hypothèses de calcul et préciser la méthode utilisée pour le calcul (cf. conditions et méthode définies dans des Recommandations Professionnelles RAGE – Annexe D). A minima faire valider la note de calcul des transferts hygrothermiques par le CSTB – expertise-therm@cstb.fr.

64. Fournir un Avis de Chantier feu spécifique permettant de valider les points singuliers des constructions vis-à-vis du risque incendie.

■ Mise en œuvre et contrôles

65. Fournir le PAQ de la fabrication usine et le manuel qualité de fabrication des panneaux en usine.

66. Indiquer quelle est la procédure d'autocontrôle mise en place dans l'unité de préfabrication pour les panneaux de COB ou FOB.

67. Fournir la procédure d'autocontrôle de l'humidité avant mise en œuvre. Préciser le taux d'humidité ainsi que la classe du bois utilisé (*le guide précisera le taux d'humidité à ne pas dépasser*).

68. Fournir la procédure d'autocontrôle de l'humidité du bois en cours de fabrication, lors de la mise en œuvre et avant la pose des revêtements intérieurs (doublage) et extérieurs (bardage). Préciser les mesures conservatoires à prendre si le taux d'humidité mesuré dépasse les limites fixées.

69. Indiquer quel est le phasage envisagé des chantiers (à quel moment intervient la pose de l'ETICS ? avant ou après la réalisation du second œuvre intérieur et de l'ouvrage en sol ?).

70. Fournir, pour chaque principe de mise en œuvre, le manuel qualité précisant l'ensemble des contrôles et des procédures assurant la parfaite mise en œuvre.

71. Vérifier la bonne aptitude à l'emploi des matériaux. Préciser les autocontrôles mis en place et les tolérances admissibles pour le montage sur le chantier.

72. Préciser comment sont réceptionnés les supports existants pour la fixation des panneaux de façade.

