



**GUIDE D'AIDE  
À LA CONCEPTION D'ETICS  
SUR CONSTRUCTION OU  
FAÇADE À OSSATURE BOIS**

**Version Héritage**

Janvier 2025



# GUIDE ÉLABORÉ À L'OCCASION DE LA CONCEPTION DU VILLAGE DES ATHLÈTES

## Version Héritage



en partenariat avec



avec le soutien de



**Illustrations :** Jean-Marc LAUBY

**Couverture :** © SOLIDEO

**Mise en page :** DESK (53)

---

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 ;
- Le CODIFAB

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

# Liste des auteurs et des relecteurs

Rédaction pilotée par Stéphane HAMEURY (CSTB) et Éric DIBLING (INGENECO Technologies)

## Contributeurs :

CSTB : Émilie ORAND, Anouchka BENAKLI,  
Benoit BUSSON, Youcef MOKRANI,  
Adrien MARTIN, Lucie WIATT

INGENECO Technologies : Sylvain DELETRAZ,  
Damien LATHUILLIERE

FCBA : Serge LENEVE, Julien LAMOULIE

SOCOTEC : Nicolas JURASZEK,  
Laurent LE MAGOROU

BTP Consultants : Ronan BEZIER LA FOSSE,  
Cédric SCHNEIDER

## Relecteurs (par ordre alphabétique de patronyme)

Denis BACHMANN, ARBONIS

Damien BAUDRY, ALUPIC

Jacques BOUILLOT, EIFFAGE

Laurent BOURDON, LINOVATEC

Sabine BOURY, CAPEB

Bastien BOUTELOUP, WOODEUM

François BRILLARD, ALPES-CONTROLES

Julien BRISEBOURG, BOUYGUES IMMOBILIER

Damien DEVILLIERE, 3A COMPOSITES

Jérôme DURU, ICADE

Stéphane FAYARD, SOPREMA

Alain GOUJON, NEXITY

Julien HERBERT, AQC

Frank KUPFERLE, C4CI

Jean-Sébastien LAUFFER, TECHNIWOOD

Frédéric MARTINS, TRESPA

Rodolphe MAUFRONT, FFB UMB

Jean-Marie MENARD, JMM Consulting

Jean-Philippe NDOBO-EPOY, STO France

Gunther PERES, GCC

Romain PIERRON, SAINT GOBAIN WEBER

Gilles PREVOST, ACODI

Roland PRIN, BOUYGUES CONSTRUCTION

Clément QUINEAU, UICB

Michel SCOUTHEETEN, KNAUF

Ghislain TRINQUESSE, MATHIS

Frédéric VALEM, TESS

Soan VASSEUR, ALIBERICO

Emmanuel VIGLINO, ARCORA



# 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 (...) 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 eu 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 eu 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 a :

- coordonné, 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 ;
- conclu avec ces maîtres d'ouvrage des conventions relatives au financement et au calendrier de livraison des ouvrages ou de réalisation des opérations d'aménagement ;
- contrôlé le respect de ce calendrier de livraison ou de réalisation, le cas échéant, s'est substituée 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 s'est appuyée sur les compétences et l'expertise du CSTB dans le domaine des opérations de constructions bois pour les JOP 2024. Le CSTB a ainsi anticipé et facilité 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 ont permis de renforcer les recherches dans le domaine des opérations de constructions bois et biosourcées.

Selon une initiative entreprise lors de la réunion de lancement du 31/01/2020 au CSTB et des travaux du Club des Industriels portés par la filière Bois, cet objectif commun s'est traduit par la mise à disposition de différents guides de conception relatifs à différents systèmes sur supports bois, dont des procédés de façade et de douches accessibles sur supports bois.

C'est ici la version révisée du *Guide de Conception de Bardages ventilés sur Construction ou Façade à ossature Bois* dans sa version Héritage.

■ **Le CSTB et la SOLIDEO mettront par ailleurs en place, en parallèle, un plan de valorisation et de diffusion des guides produits conjointement.**

La mise à disposition des guides sera faite en ligne sur BATIPEDIA, portée *via* le compte LinkedIn du CSTB et hébergée sur un smart link. Une campagne emailing sera réalisée pour promouvoir sa sortie.

Un programme de formation sera défini par le service Formation du CSTB, spécialisé dans la création de modules de formation (présentielle, digitale, modules par vidéo). Le programme intégrera les retours d'expérience dans des formations qui mettent en avant les procédés innovants issus du projet de construction des infrastructures des JO 2024.

Un événement de sortie sur le principe du retour d'expérience (en présentiel avec conférence de presse ou en digital par webinaire) pourra être organisé.

# S O M M A I R E

|    |                                                                                                                |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 9  | <b>PARTIE 1 : Objectifs et portée du guide</b>                                                                 |
| 9  | 1.1 Périmètre du guide                                                                                         |
| 13 | 1.2 Caractéristiques spécifiques aux bâtiments                                                                 |
| 17 | <b>PARTIE 2 : Notions générales indispensables à la bonne compréhension du guide</b>                           |
| 17 | 2.1 Définitions                                                                                                |
| 18 | 2.2 Différences entre COB et FOB                                                                               |
| 19 | 2.3 Définition des typologies de FOB                                                                           |
| 25 | <b>PARTIE 3 : Justifications de l'aptitude à l'emploi</b>                                                      |
| 25 | 3.1 Résistance mécanique (y compris au vent) et stabilité                                                      |
| 28 | 3.2 Étanchéité                                                                                                 |
| 29 | 3.3 Durabilité                                                                                                 |
| 30 | 3.4 Sécurité en cas d'incendie                                                                                 |
| 30 | 3.5 Résistance aux chocs                                                                                       |
| 32 | 3.6 Qualification des intervenants                                                                             |
| 33 | <b>PARTIE 4 : Conception</b>                                                                                   |
| 33 | 4.1 Conception de la structure porteuse au regard des parois et de l'ETICS                                     |
| 36 | 4.2 Conception de la paroi support                                                                             |
| 42 | 4.3 Conception de l'intégration des menuiseries extérieures, fermetures et encadrement de baie dans les parois |
| 43 | 4.4 Conception de l'ETICS et dispositions de conception spécifiques aux parois à ossature bois                 |
| 46 | 4.5 Dispositions de conception au droit des points singuliers                                                  |
| 47 | <b>PARTIE 5 : Matériaux</b>                                                                                    |
| 47 | 5.1 Bois de structure                                                                                          |
| 47 | 5.2 Isolant de la paroi support (COB ou FOB)                                                                   |
| 49 | 5.3 Membranes de paroi                                                                                         |
| 52 | 5.4 Panneaux                                                                                                   |
| 54 | 5.5 Menuiseries                                                                                                |
| 57 | 5.6 Revêtement extérieur : ETICS                                                                               |
| 61 | <b>PARTIE 6 : Mise en œuvre</b>                                                                                |
| 61 | 6.1 Paroi support                                                                                              |
| 62 | 6.2 Revêtement extérieur en partie courante                                                                    |
| 70 | 6.3 Points singuliers (paroi et revêtement extérieur)                                                          |
| 95 | <b>ANNEXE A : Réglementation, normes et autres documents de référence</b>                                      |
| 95 | A.1 Textes législatifs et réglementaires                                                                       |
| 97 | A.2 Normes DTU                                                                                                 |
| 97 | A.3 Recommandation professionnelle RAGE-PACTE                                                                  |

|     |                                                                                                                      |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 98  | A.4 Eurocodes                                                                                                        |
| 99  | A.5 Normes                                                                                                           |
| 101 | A.6 Recommandations professionnelles                                                                                 |
| 101 | A.7 Cahiers de Prescriptions Techniques, Guides                                                                      |
| 103 | <b>ANNEXE B : Essais et études à réaliser</b>                                                                        |
| 103 | B.1 Essai AEV façade                                                                                                 |
| 104 | B.2 Essai de vérification de la compatibilité des déformations entre FOB et ETICS                                    |
| 120 | B.3 Essais spécifiques pour les ETICS                                                                                |
| 121 | B.4 Essais spécifiques pour les isolants biosourcés en fibres de bois,<br>en remplissage des COB ou des FOB          |
| 123 | <b>ANNEXE C : Calculs à réaliser</b>                                                                                 |
| 123 | C.1 Dimensionnement de la paroi                                                                                      |
| 123 | C.2 Détermination de la flèche du support                                                                            |
| 124 | C.3 Hypothèses pour les calculs des transferts hygrothermiques                                                       |
| 127 | <b>ANNEXE D : Gestion de l'humidité en phase chantier</b>                                                            |
| 127 | D.1 Objectif d'un suivi                                                                                              |
| 127 | D.2 Problématique                                                                                                    |
| 129 | D.3 Protocole proposé                                                                                                |
| 131 | D.5 Logigramme pour laine minérale                                                                                   |
| 133 | <b>ANNEXE E : Appréciation de laboratoire (n° AL 20-295) d'ETICS sur COB/FOB</b>                                     |
| 133 | E.1 Introduction                                                                                                     |
| 133 | E.2 Textes réglementaires applicables                                                                                |
| 134 | E.3 Documents de référence                                                                                           |
| 134 | E.4 Domaine d'application de l'appréciation                                                                          |
| 134 | E.5 Description des supports et des procédés visés                                                                   |
| 137 | E.6 Dispositions constructives acceptées                                                                             |
| 139 | E.7 Traitement des points singuliers et des interfaces                                                               |
| 142 | E.8 Façades sans baies                                                                                               |
| 142 | E.9 Justifications                                                                                                   |
| 142 | E.10 Exigences de l'arrêté du 7 août 2019                                                                            |
| 142 | E.11 Conclusions                                                                                                     |
| 143 | E.12 Conditions de validité des conclusions                                                                          |
| 143 | E.13 Durée de validité                                                                                               |
| 145 | <b>ANNEXE F : Justifications particulières nécessaires à la constitution du dossier d'ATEX COB ou FOB avec ETICS</b> |
| 149 | <b>ANNEXE G : Extrait du rapport d'étude CSTB DEB/HTO-2020-143-KZ-CP-NP</b>                                          |
| 149 | G.1 Présentation des moyens de simulation                                                                            |
| 149 | G.2 Parois étudiées                                                                                                  |
| 150 | G.3 Paroi ETICS                                                                                                      |
| 152 | G.4 Analyses des résultats et conclusion                                                                             |
| 157 | G.5 Présentation synthétique des résultats                                                                           |
| 158 | G.6 Tableau des propriétés hygrothermiques des matériaux constituant les parois                                      |
| 159 | G.7 Courbe de sorption de l'isolant en fibre de bois                                                                 |

# Objectifs et portée 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.

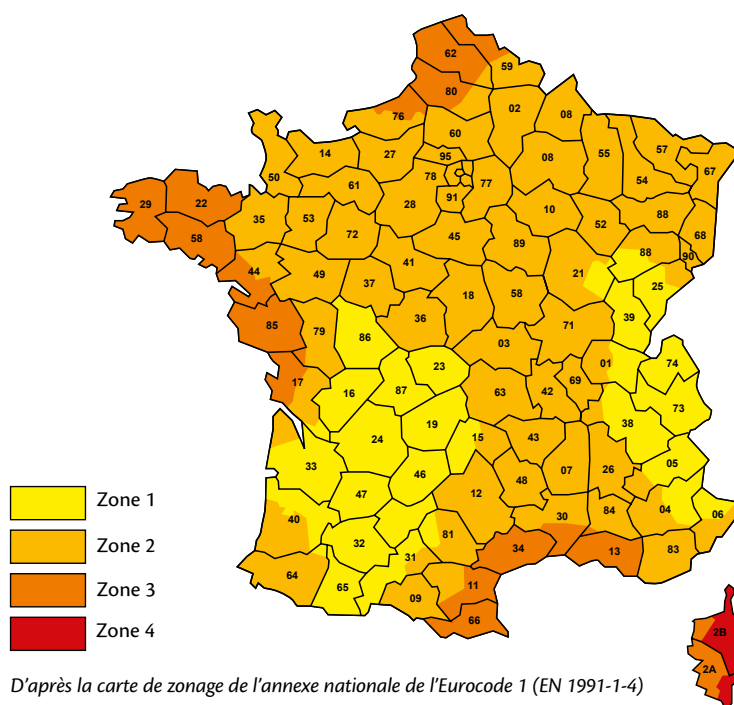
Le présent guide a pour vocation d'aider dès la phase conception les intervenants dans le cadre d'une opération de construction visant des supports bois. Il est rédigé dans un but pédagogique afin de présenter les dispositions faisant consensus auprès d'experts du domaine et s'appuyant sur les retours d'expérience des ATEx formulées sur la base de la version 1 du présent guide dans le cadre de la construction du Village des Athlètes 2024.

Ainsi ce guide n'est pas un document « autoportant » mais il fournit des éléments facilitant l'obtention d'une Appréciation Technique d'Expérimentation (ATEx) ou d'un Avis Technique (ATec) pour une reconnaissance en technique courante.

Le présent guide est applicable pour le périmètre ainsi que pour les caractéristiques des bâtiments précisés ci-après.

## 1.1 Périmètre du guide

- 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)
    - Pression ELS maximale : 2 400 Pa ;
    - Région de vent : 1 à 4 (au sens l'Eurocode 1 partie 1-4 et son Annexe Nationale) ;
    - Catégorie de rugosité du terrain : II, IIIa, IIIb et IV (au sens l'Eurocode 1 partie 1-4 et son Annexe Nationale).



D'après la carte de zonage de l'annexe nationale de l'Eurocode 1 (EN 1991-1-4)

Figure 1 : Carte de France de régions de vent

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

|             |                                                                                                                                          |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>0</b>    | 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             |
| <b>II</b>   | Rase campagne avec ou non quelques obstacles isolés (arbres, bâtiments, etc.) séparés les uns des autres de plus de 40 fois leur hauteur |
| <b>IIIa</b> | Campagne avec des haies, vignobles, bocage, habitat dispersé                                                                             |
| <b>IIIb</b> | Zones urbanisées ou industrielles, bocages denses, verger                                                                                |
| <b>IV</b>   | Zones urbaines dont au moins 15 % de la surface est recouverte de bâtiments dont la hauteur moyenne est supérieure à 15 m, forêt         |

– Sismique :

Les dispositions et justifications parasismiques ne sont pas abordées dans ce guide. Par conséquent, il est limité aux situations suivantes.

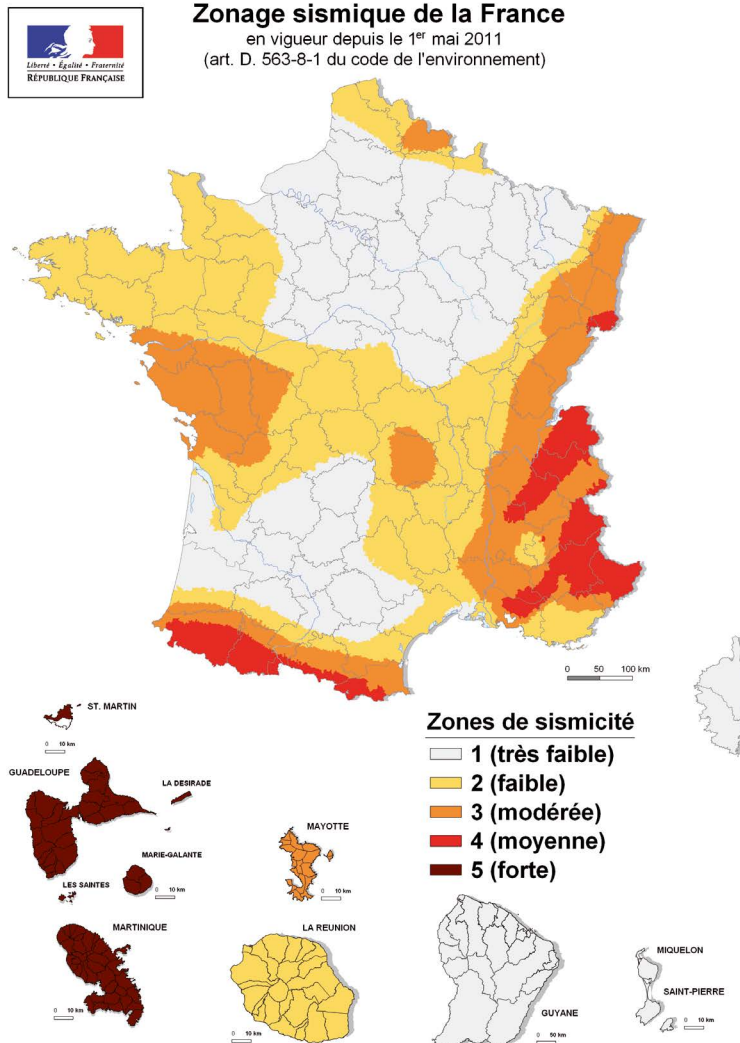


Figure 2 : Carte de France des zones sismiques (carte donnée à titre informatif)

Tableau 2 : Visualisation des cas traités par le guide selon les zones sismiques et catégories d'importance des bâtiments

| Zones de sismicité | Classes de catégories d'importance des bâtiments                                     |    |     |    |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|----|-----|----|
|                    | I                                                                                    | II | III | IV |
| 1                  |                                                                                      |    |     |    |
| 2                  |                                                                                      |    |     |    |
| 3                  |                                                                                      |    |     |    |
| 4                  |                                                                                      |    |     |    |
| Légende :          |                                                                                      |    |     |    |
|                    | Cas traité par le guide                                                              |    |     |    |
|                    | Cas non traité par le guide lorsque des dispositions parasismiques sont nécessaires. |    |     |    |

■ Comportement à la pluie :

**En partie courante**, il y a lieu de prendre en compte l'environnement climatique comme la concomitance vent/pluie ou l'humidité de l'air de la localisation du projet afin d'adapter les exigences vis-à-vis du comportement à l'eau de l'ETICS envisagé.

Il n'existe pas de zonage actuellement pertinent pour les ETICS sur support bois. Cependant, la carte de concomitance vent/pluie du DTU 40.41, qui définit trois zones climatiques, peut servir de base. Elle peut être utilisée pour définir trois degrés d'expositions qui permettraient d'y associer différentes exigences en termes de comportement à l'eau de l'ETICS. Toutefois, à la date de rédaction du présent guide, le retour d'expérience ne permet pas à ce stade d'établir de prescriptions d'exigences exhaustives.

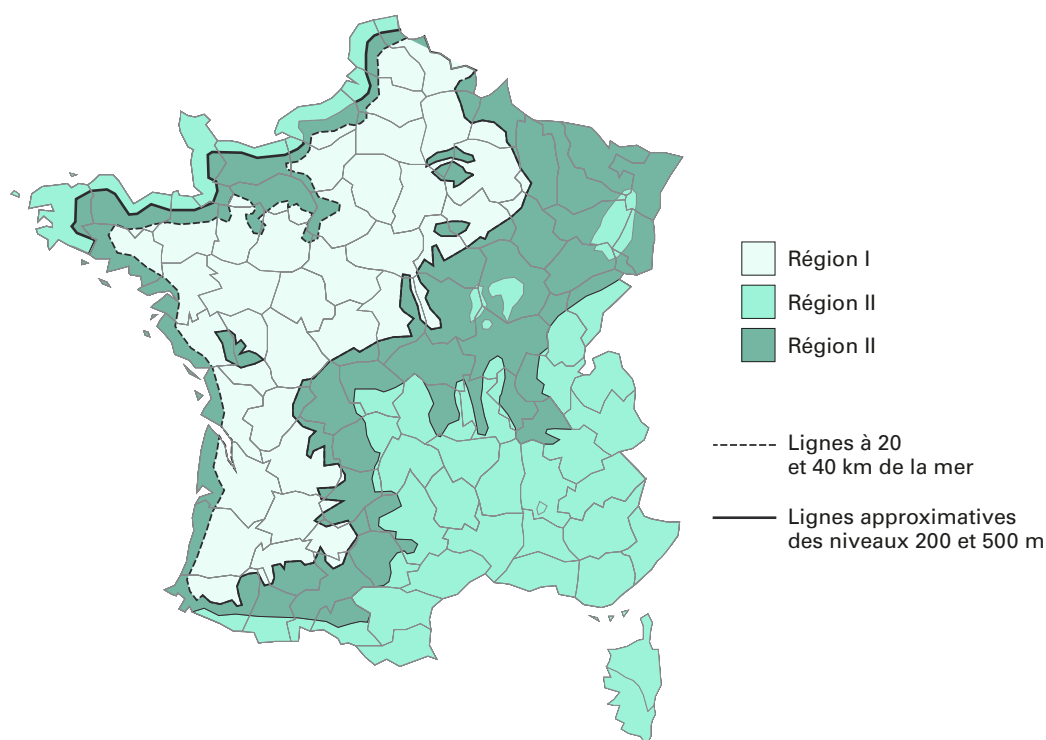


Figure 3 : Carte des concomitances vent-pluie – à titre indicatif (extrait DTU 40.41)

**NOTE 1**

La carte ci-avant et le tableau définissant les régions ci-après sont extraits du DTU 40.41 – Zones climatiques (concomitance vent-pluie)

La France est divisée en trois régions climatiques (eu égard à la concomitance vent-pluie)

| Région     | Commentaires                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Région I   | Tout l'intérieur du pays situé à une altitude inférieure à 200 m                                                                                                                                                                                                     |
| Région II  | Côte Atlantique sur 20 km de profondeur, de Lorient à la frontière espagnole.<br>Transition de 20 km environ entre la région 1 et la région 3 pour les côtes de la Manche et de la Bretagne et de la Mer du Nord.<br>Altitude comprise entre 200 m et 500 m.         |
| Région III | Côtes de la Mer du Nord, de la Manche et de l'Atlantique jusqu'à Lorient sur une profondeur de 20 km.<br>Vallée du Rhône, jusqu'à la pointe des 3 départements Isère, Drôme et Ardèche.<br>Provence, Languedoc, Roussillon et Corse<br>Altitudes au-dessus de 500 m. |

Des dispositions architecturales (balcons, brise-soleil, ...) permettant de protéger le parement extérieur de la pluie battante doivent être prises en compte.

**Concernant l'étanchéité des points singuliers**, notamment le fractionnement de l'ETICS au niveau de la jonction entre éléments FOB et les encadrements de baie, il est possible de considérer qu'elle dépend principalement de la pression ou de la dépression due au vent. Trois niveaux de performance peuvent être considérés :

- Exigence N1 pour les bâtiments de hauteur inférieure ou égale à 9 m.
- Exigence minimale N2 pour les bâtiments de hauteur comprise entre 9 et 28 m.
- Exigence minimale N3 pour les bâtiments de hauteur supérieure à 28 m.

#### NOTE 2

L'exigence N3 a été retenue au-delà de 28 m, en région de vent 1 et 2, principalement pour des raisons de difficultés d'accès à ces façades pour réaliser l'entretien et la maintenance.

**Tableau 3 : Exigences pour les ETICS 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 de façade H (m) (b) |            |             |             |
|--------------------|--------------------------------------|-----------------------------|------------|-------------|-------------|
|                    |                                      | H ≤ 9                       | 9 < H ≤ 18 | 18 < H ≤ 28 | 28 < H ≤ 50 |
| 1                  | IV                                   | N1                          | N2         | N2          | N3          |
|                    | IIIb                                 | N1                          | N2         | N2          | N3          |
|                    | IIIa                                 | N1                          | N2         | N2          | N3          |
|                    | II                                   | N1                          | N2         | N2          | N3          |
| 2                  | IV                                   | N1                          | N2         | N2          | N3          |
|                    | IIIb                                 | N1                          | N2         | N2          | N3          |
|                    | IIIa                                 | N1                          | N2         | N2          | N3          |
|                    | II                                   | N1                          | N2         | N2          | N3          |
| 3                  | IV                                   | N1                          | N2         | N2          | X           |
|                    | IIIb                                 | N1                          | N2         | N2          | X           |
|                    | IIIa                                 | N1                          | N2         | N2          | X           |
|                    | II                                   | N1                          | N2         | N2          | X           |
| 4                  | IV                                   | N1                          | N2         | N2          | X           |
|                    | IIIb                                 | N1                          | N2         | N2          | X           |
|                    | IIIa                                 | N2                          | N2         | N2          | X           |
|                    | II                                   | N2                          | N2         | N2          | X           |

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

b) Au sens de la réglementation incendie, hors plancher intermédiaire de duplex au dernier niveau.

Légende :

□ N1 : Niveau d'étanchéité 1

■ N2 : Niveau d'étanchéité 2

■ N3 : Niveau d'étanchéité 3

■ X : Non visé par le guide (hors retour d'expérience du Village des Athlètes)

#### NOTE 3

Les dispositions spécifiques associées à ces niveaux (N1, N2 et N3), pour monter en hauteur, sont énumérés au §6.3.7.2 et §6.3.8.

- Protection des bois et dérivés du bois contre les termites et insectes à larves xylophages :
  - Lorsque le site de la construction fait l'objet d'un arrêté préfectoral<sup>1</sup>, des dispositions spécifiques sont à prévoir pour les éléments en bois ou à base de bois participant à la stabilité du bâtiment :
    - Les bois et les matériaux dérivés doivent :
      - ◇ soit être naturellement résistant aux termites ;
      - ◇ soit avoir fait l'objet d'un traitement adapté afin qu'ils résistent aux attaques de termites. Ce traitement doit être efficace pendant une durée minimale de 10 ans ;
      - ◇ soit, s'ils ne sont ni naturellement durables ni traités, être mis en œuvre de manière apparente dans un local aménageable ou accessible afin de permettre leur examen visuel et si nécessaire leur traitement et/ou leur remplacement.
    - Un dispositif capable de faire obstacle au passage des termites depuis le sol vers le bati doit être mis en œuvre. Les dispositifs peuvent être :
      - ◇ une barrière physico-chimique ;
      - ◇ une barrière physique ;
      - ◇ un dispositif de construction contrôlable.
  - La protection contre les autres insectes xylophages dans tous les départements métropolitains : la durabilité du bois massif (naturelle ou conférée) vis-à-vis des termites et des insectes à larves xylophages est donnée dans le FD P 20-651.
- Il existe 2 guides édités par le Ministère de l'Écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement :
  - Prévention contre les termites à l'interface sol-bâti (lien : <https://www.ecologie.gouv.fr/politiques-publiques/termites-insectes-xylophages-champignons-lignivores>) ;
  - La protection des bâtiments neufs contre les termites et les autres insectes xylophages (lien : <https://www.ecologie.gouv.fr/politiques-publiques/termites-insectes-xylophages-champignons-lignivores>).

## 1.2 Caractéristiques spécifiques aux bâtiments

Le présent chapitre rappelle les caractéristiques spécifiques aux bâtiments traitées dans le présent guide, il ne dispense pas le lecteur de prendre connaissance de l'ensemble des autres chapitres.

- Bâtiments visés :
  - Bâtiment d'habitation jusqu'à la 4<sup>e</sup> famille (au sens des textes réglementaires relatifs à la sécurité incendie) ou autres bâtiments (de rtype : bureaux ou ERP) à exigences inférieures ou égales aux bâtiments d'habitation de 4<sup>e</sup> famille dans les limites de hauteur définies précédemment

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

### NOTE 4

Les bâtiments classés réglementairement Immeubles de Grande Hauteur (IGH) ne sont pas envisagés dans ce guide.

### NOTE 5

Les COB sont généralement limitées à 4 niveaux superposés pour des raisons techniques et économiques, entre autres par les dispositions à prendre pour assurer la reprise des efforts (descente de charge et contreventement notamment) et la gestion des variations hygrothermiques. Ainsi, les hauteurs visées par la norme NF DTU 31.2, c'est-à-dire jusqu'à une hauteur de plancher bas du dernier niveau de 28 m, ont entre autres pour objectif de couvrir les configurations de surélévation (et non pas de bâtiment de 28 m en COB toute hauteur).

<sup>1</sup> La liste des départements faisant l'objet d'un arrêté préfectoral est disponible en téléchargement sur le site du Ministère du logement *via* le lien <https://www.service-public.fr/particuliers/vosdroits/R59498>

- Paroi support de l'ETICS :
  - supports conformes aux normes NF DTU 31.4 (FOB) et DTU 31.2 (COB)
- Enveloppe à ossature bois
  - Parois verticales en COB ou FOB filante ou interrompue (les typologies de FOB et leur fonctionnement mécanique sont précisés au §2.2).

#### ATTENTION 1

Le procédé ETICS ne peut pas ponter les joints de FOB. Il ne peut pas non plus ponter des changements de supports tels que, par exemple, FOB / Structure béton. La présence de joints sur l'ETICS sera nécessaire et obligatoire pour le bon fonctionnement de celui-ci. (voir les dispositions particulières dans le §4.4 du présent guide)

- 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/m<sup>3</sup>) ;

#### ATTENTION 2

Les autres types de locaux à forte et très forte hygrométries ne sont pas envisagés dans ce guide.

- 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 ( $\Delta T_{int - ext} < 5 \text{ °C}$ ).
- Remplissage de la paroi COB ou FOB par :
  - un isolant à base de laine minérale (voir §5.2.1) conforme aux normes NF DTU 31.2 (COB) et NF DTU 31.4 (FOB) ;
  - un isolant biosourcé à base de fibres de bois (voir §5.2.2). Au moment de la rédaction du présent guide, les normes NF DTU 31.2 et NF DTU 31.4 ne visent pas l'isolant à base de fibres de bois. Ces isolants doivent ainsi faire l'objet d'un Avis Technique ou d'un DTA visant favorablement une mise en œuvre entre montants d'ossature conformes aux normes NF DTU 31.2 et/ou NF DTU 31.4.
- Complément d'isolation de la paroi de COB ou FOB :
  - Complément d'isolation par l'intérieur en contre-cloison désolidarisée (voir 5.2.3) :
    - Un isolant en panneau ou rouleau à base de laine minérale conforme aux normes NF DTU 31.2 (COB) et NF DTU 31.4 (FOB) ;
    - Un isolant thermique en panneau ou rouleau de produit à base de fibres végétales ou animales faisant l'objet d'un Avis Technique ou d'un DTA du Groupe Spécialisé n° 20 visant favorablement une mise en œuvre en contre-cloison désolidarisée conforme à la norme NF DTU 25.41 devant des parois conformes aux normes NF DTU 31.2 (COB) et/ou NF DTU 31.4 (FOB).
- Revêtement extérieur :
  - 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 :
  - Baies (voir notamment le §6.3.6) :
    - menuiserie sous certification ou sous ATec avec niveau de classement ad hoc pour l'usage prévu – menuiserie bois, aluminium ou mixte bois/aluminium ;
    - traitement spécifique des encadrements de baies par pièces d'acier rapportées avec recouvrement ou encadrement soudé étanche ;
    - calfeutrement à l'eau des menuiseries : en applique intérieure sur une feuillure reconstituée par l'encadrement de baie ;
    - position de la menuiserie dans la paroi : En tunnel du nu extérieur au nu intérieur ou en applique intérieure.
  - Acrotères et arrêt au niveau des débords de toiture.

- Balcons pentés vers l'extérieur, terrasses :
  - balcon en porte à faux ;
  - balcon suspendu ;
  - balcon en appui ;
  - balcon autoportant.

#### NOTE 6

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.

- départ d'ETICS (en rez-de-chaussée) ;
- angles sortants / angles rentrants ;
- jonction au droit des planchers intermédiaires ;
- joints de dilatation ;
- jonction entre éléments préfabriqués de COB ou FOB ;
- traversées de parois ;
- jonctions entre différents parements.
- Traitement des sujets suivants :
  - stabilité de l'ouvrage (voir §3.1) ;
  - sécurité incendie (voir §3.4) ;
  - résistance au vent (voir §3.1) ;
  - résistance aux chocs (voir §3.5) ;
  - étanchéité à l'eau (voir §3.2) ;
  - salubrité des parois (voir §3.3) : dans les cas d'une mise en œuvre (en partie courante ou au niveau des points singuliers) non traitée dans le cadre des normes NF DTU 31.2 et DTU 31.4, ou de l'Avis technique ou du DTA du procédé, des études complémentaires de transferts hygrothermiques dans la paroi, devront être réalisées.

#### ATTENTION 3

Pour rappel, ce guide n'aborde pas, notamment, (non exhaustif) :

- la préfabrication en atelier incluant la pose totale ou partielle des revêtements extérieurs (ETICS). Seule la préfabrication des COB ou des FOB telle que couverte dans les normes NF DTU 31.2 et NF DTU 31.4 est envisagée ;
- la mise en œuvre de membranes hygro-régulantes (Sd variable) ;
- les cas où les dispositions parasismiques s'appliquent.



# Notions générales indispensables à la bonne compréhension du guide

Ce chapitre introduit des notions générales indispensables à la bonne compréhension du guide en introduisant des notions propres aux différents composants des systèmes de parois verticales extérieures visées par le présent guide.

## 2.1 Définitions

**Calfeutrement** : garnissage d'un joint entre les pièces de l'encadrement de baie et l'élément de paroi à ossature bois ou la menuiserie dont la fonction principale est d'assurer l'étanchéité à l'eau et/ou à l'air. Le calfeutrement peut être situé dans le tableau de la menuiserie ou en applique intérieure.

**COB** : constructions à ossature bois porteuse et participant à la stabilité du bâtiment visées par la norme NF DTU 31.2. Les parois de COB ainsi couvertes par le présent guide sont des murs extérieurs porteurs et participant à la stabilité du bâtiment.

**Écran thermique** : protection passive constituée d'éléments rapportés assurant une fonction de protection des éléments combustibles du bâti. Les performances et l'utilisation de ces écrans sont définies soit directement par la réglementation, soit par une appréciation de laboratoire traitant de la propagation du feu par les façades. Les fonctions de ces écrans sont multiples. Leurs principaux objectifs étant de se prémunir contre :

- un embrasement généralisé précoce ;
- une contribution des éléments combustibles non protégés du bâti à la charge calorifique de l'incendie (ce qui ne correspond pas aux charges calorifiques prises en compte dans les protocoles d'essais conventionnels utilisés pour évaluer les performances des produits, procédés, parois).

Ces écrans thermiques justifient de performances de réaction au feu et de résistance au feu *via* les évaluations réglementaires adéquates.

Dans le présent guide, les écrans thermiques mentionnés concernent ceux appliqués en face extérieure des parois à ossatures bois.

Ils doivent être visés par l'Appréciation de laboratoire (voir §3.4.2 et ANNEXE E) traitant du risque de propagation du feu par les façades et de chute d'objet.

**Éléments de FOB ou COB** : ensemble d'éléments de la paroi à ossature bois étant directement fixé à la structure porteuse du bâtiment et intégrant leurs remplissages et les films associés. Ces panneaux seront supports du revêtement extérieur. Un panneau de FOB ou de COB correspond à l'ensemble monobloc livré et mis en œuvre sur chantier. (Exemple de dimensions : hauteur d'un étage x longueur maximale transportable par camion, soit environ 12 à 13 mètres).

**Encadrement de baie** : l'encadrement de baie est constitué d'éléments en acier dont la fonction est d'assurer l'étanchéité à l'eau entre la menuiserie, la paroi à ossature bois et le revêtement extérieur. L'encadrement de baie peut être mis en œuvre sur chantier ou en atelier sur les parois à ossature bois dans le cas d'une préfabrication avancée.

**ETICS** : 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.

**Flèche / Déformation nuisible** : part de la flèche/déformation de la structure support et/ou de la FOB risquant de provoquer des désordres dans l'ouvrage supporté (ici le bardage). C'est donc l'accroissement de la flèche, ou fléchissement, pris par la structure support et/ou de la FOB à partir de

l'achèvement du bardage sous l'effet des charges appliquées postérieurement à la pose du bardage et des effets à long terme (fluage) de l'ensemble des charges présentes.

**FOB** : Façade à Ossature Bois couverte par la norme NF DTU 31.4, il s'agit de façades non porteuses et ne participant pas à la stabilité du bâtiment.

**FOB filante** : voir §2.3 pour plus de détails : les façades à ossature bois sont positionnées devant la structure primaire.

**FOB interrompue** : voir §2.3 pour plus de détails : Les façades ossature bois sont insérées partiellement entre deux planchers consécutifs de la structure primaire. Ce type de façade à ossature bois peut avoir un complément d'isolation extérieure continue (devant le nez de plancher) ou non (interrompu à chaque plancher comme les panneaux de façade).

**FOB interrompue avec complément d'isolation extérieure continue** : voir §2.3 pour plus de détails : Les panneaux de façades sont positionnés entre les planchers et le complément d'isolation extérieure est placé filant devant le nez de plancher.

**Fonctionnement statique des panneaux de FOB** : voir §2.3 pour plus de détails :

- Isostatique : le poids propre des panneaux de FOB est repris sur deux points d'ancrage ;
- Hyperstatique : le poids propre des panneaux de FOB est repris en plus de deux points de fixation ;
- Appui continu : le poids propre est repris sur un appui linéaire.

**Habillage de baie** : Élément de finition décoratif dont la fonction principale n'est pas l'étanchéité à l'eau (même s'il peut y contribuer).

**Isolant en laine de roche mono-densité** : isolant en laine de roche de densité homogène dans toute l'épaisseur du panneau. Sa pose sur l'ouvrage s'effectue de manière indifférente sur les deux faces.

**Isolant en laine de roche bi-densité** : panneau en laine de roche composé d'une couche externe de densité supérieure à celle du reste de l'épaisseur du panneau. La couche externe de haute densité est destinée à servir de surface d'application du système d'enduit. La pose du panneau sur l'ouvrage s'effectue exclusivement dans un seul sens : la couche de haute densité doit être placée côté extérieur de l'ouvrage.

**Jeu fonctionnel de la FOB** : jeu dont les plages de fonctionnement permettent d'absorber les déformations différentielles entre les panneaux de FOB eux-mêmes ou entre les panneaux de FOB et la structure support. Ces jeux intègrent notamment des jeux fixes liés aux tolérances de fabrication et de mise en œuvre de la structure support, des panneaux de FOB, et des variations dimensionnelles hygrothermiques de celle-ci.

**Joint fonctionnel de l'ETICS** : joint dont les plages de fonctionnement permettent d'absorber les déformations différentielles entre les éléments de l'ETICS. Ces déformations différentielles sont directement liées aux déformations différentielles sous charges nuisibles entre les panneaux de FOB eux-mêmes ou entre les panneaux de FOB et la structure support.

**Paroi à ossature bois** : terme générique désignant dans la suite du guide une façade (FOB) ou un mur à ossature bois (COB) sans distinction.

## 2.2 Différences entre COB et FOB

Les Façades à Ossature Bois (FOB) n'assurent pas la stabilité des ouvrages, ni de la structure primaire. Elles ne permettent pas de contreventer les ouvrages, elles ne reprennent pas d'efforts induits par l'ossature primaire (efforts et déplacement). Les FOB sont auto-stables sous leur propre poids et stables sous les efforts de vent.

Le panneau de stabilité permet de reprendre des efforts dans le plan de la façade lors des phases provisoires, notamment lors du levage, mais n'assure pas le rôle de contreventement.

Les murs de Construction à Ossature Bois (COB) permettent d'assurer la stabilité des ouvrages en phase provisoire et en phase définitive vis-à-vis des sollicitations horizontales. Les murs peuvent

reprendre les efforts dans leur plan et perpendiculaires à leur plan. Les parois de COB sont notamment dimensionnées pour reprendre les charges des planchers (charges d'exploitation) et de toiture (charges climatiques).

Les panneaux de contreventement permettent de reprendre les efforts propres à la paroi et de stabiliser le bâtiment.

Tableau 4 : Différences entre une COB et une FOB

|                                                                                                                                                                                                 | COB<br>(NF DTU 31.2)                                             | FOB<br>(NF DTU 31.4)                                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| Reprise des charges de poids propre de la paroi                                                                                                                                                 | ✓                                                                | ✓                                                                |
| Reprise des charges du/des panneaux supérieurs                                                                                                                                                  | ✓                                                                | ✗ <sup>(1)</sup>                                                 |
| Reprise des charges du/des planchers supérieurs                                                                                                                                                 | ✓                                                                | ✗                                                                |
| Reprise des efforts de vent global du bâtiment (contreventement)                                                                                                                                | ✓                                                                | ✗                                                                |
| Reprise des efforts du vent hors plan sur le panneau de façade                                                                                                                                  | ✓                                                                | ✓                                                                |
| Mouvement différentiel entre planchers                                                                                                                                                          | ✗                                                                | ✓                                                                |
| Mouvement différentiel entre panneaux de façade                                                                                                                                                 | ✗                                                                | ✓                                                                |
| Usage                                                                                                                                                                                           | Structural<br>(Participation à la stabilité globale du bâtiment) | Remplissage<br>(Travail en indépendance de la structure support) |
| ✓. Sollicitation prise en compte<br>✗. Sollicitation non prise en compte<br>1. À l'exception des FOB filantes avec appuis en pied dans la limite de 3 niveaux superposés (voir §2.3 ci-dessous) |                                                                  |                                                                  |

### 2.3 Définition des typologies de FOB

La norme NF DTU 31.4 définit différentes familles de FOB dont le fonctionnement mécanique peut varier d'une typologie à l'autre. Le présent chapitre les rappelle de manière à pouvoir appréhender les dispositions spécifiques à prévoir par famille.

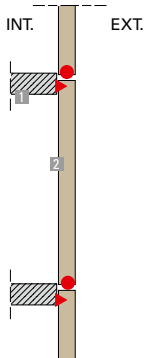
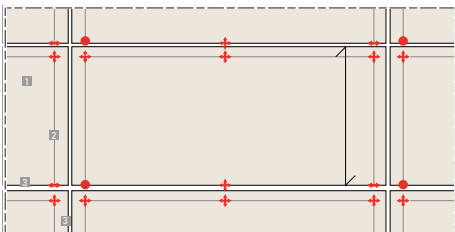
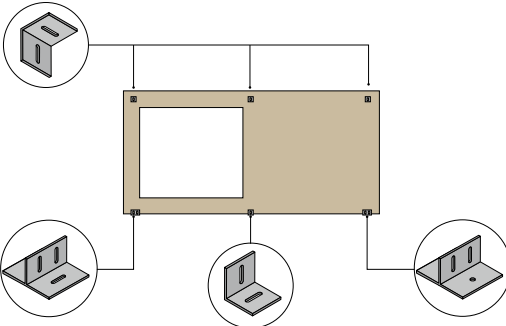
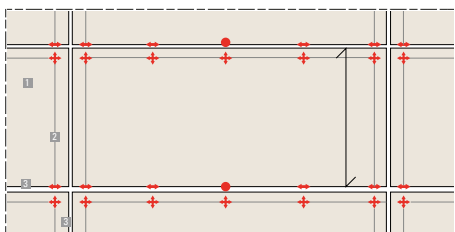
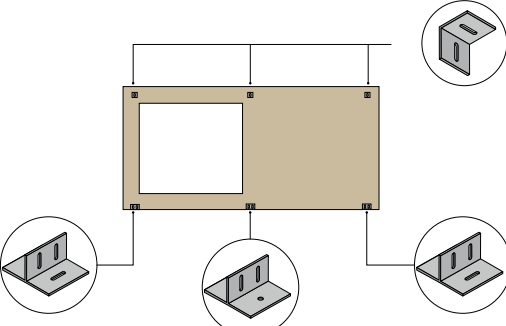
En l'occurrence, les FOB définies dans la norme NF DTU 31.4 se décomposent en 2 grandes familles, que sont :

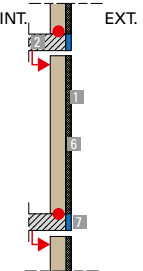
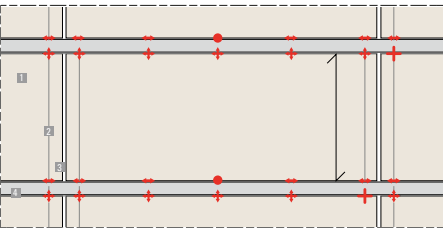
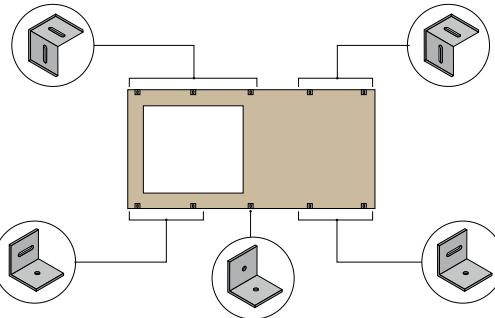
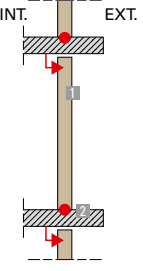
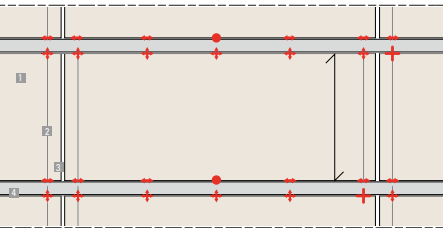
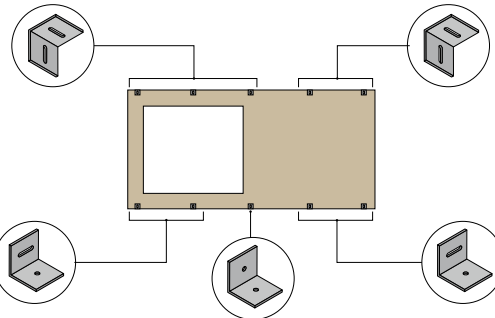
- les façades filantes positionnées devant la structure primaire avec ou sans parties pleines ;
- les façades interrompues insérées partiellement ou complètement entre deux planchers consécutifs de la structure primaire.

Ces familles sont elles-mêmes divisées en sous-familles dont la synthèse et le fonctionnement mécanique sont données dans le tableau suivant.

Tableau 5 : Définition des typologies de FOB

| Famille de FOB<br>(Définition selon la norme<br>NF DTU 31.4)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Aperçu<br>de principe<br>en coupe<br>verticale | Fonctionnement mécanique<br>et exemple d'aperçu de principe<br>de schéma statique vertical<br>dans le plan de la paroi | Exemple de point<br>de vigilance à considérer<br>pour la conception<br>et la mise en œuvre                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Exemple de répartition<br>et de dispositions spécifiques<br>pour les ancrages des FOB par famille |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>FAÇADE FILANTE</b><br>avec appui unique en pied<br>en bande horizontale<br><i>Les façades à ossature bois sont positionnées devant la structure primaire avec ou sans parties pleines. Ces panneaux de façades sont superposés (sur 3 niveaux maximum) et les charges verticales (poids propre, etc.) sont supportées par un appui unique en pied de façade</i>                                                   |                                                | <b>FOB en bandes horizontales</b><br><i>(fonctionnement mécanique sur appui continu)</i><br>                           | Cette typologie de FOB peut conduire à l'apparition de déformations différentielles entre les planchers des étages et la façade appuyée en pied sur le niveau bas. Il faut ainsi entre autres veiller à ce que ces déformations soient compatibles avec les dispositions prises sur les ouvrages en interaction à la fois avec la structure et la façade (par exemple : les contre-cloisons au droit des baies, les ferrures d'ancrage des balcons fixés sur la structure et traversant la FOB, etc.) | <p>Source : « Guide pédagogique de fonctionnement mécanique des FOB » du FCBA de juillet 2023</p> |
| <b>FAÇADE FILANTE</b><br>avec appui unique en pied<br>en bande verticale<br><i>Les façades à ossature bois sont positionnées devant la structure primaire avec ou sans parties pleines. Ces panneaux de façades posés en bande verticale filent sur plusieurs niveaux (dans la limite de 3 niveaux maximum) et les charges verticales (poids propre, etc.) sont supportées par un appui unique en pied de façade</i> |                                                | <b>FOB en bandes verticales</b><br><i>(fonctionnement mécanique sur appui continu)</i><br>                             | Cette typologie de FOB peut conduire à l'apparition de déformations différentielles entre les planchers des étages et la façade appuyée en pied sur le niveau bas. Il faut ainsi entre autres veiller à ce que ces déformations soient compatibles avec les dispositions prises sur les ouvrages en interaction à la fois avec la structure et la façade (par exemple : les contre-cloisons au droit des baies, les ferrures d'ancrage des balcons fixés sur la structure et traversant la FOB, etc.) | <p>Source : « Guide pédagogique de fonctionnement mécanique des FOB » du FCBA de juillet 2023</p> |

| Famille de FOB<br>(Définition selon la norme<br>NF DTU 31.4)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Aperçu<br>de principe<br>en coupe<br>verticale                                    | Fonctionnement mécanique<br>et exemple d'aperçu de principe<br>de schéma statique vertical<br>dans le plan de la paroi | Exemple de point<br>de vigilance à considérer<br>pour la conception<br>et la mise en œuvre | Exemple de répartition<br>et de dispositions spécifiques<br>pour les ancrages des FOB par famille                                                                                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>FAÇADE FILANTE</b><br/><b>dite avec appuis multiples</b></p> <p><i>Les façades à ossature bois sont positionnées devant la structure primaire avec ou sans parties pleines. Ces panneaux de façade sont ancrés indépendamment par niveau. Les façades ossature bois sont reprises sur les éléments porteurs horizontaux et/ou verticaux des structures primaires par des dispositifs de liaison particuliers</i></p> |  | <p>FOB ISOSTATIQUE</p>               |                                                                                            |  <p>Source : « Guide pédagogique de fonctionnement mécanique des FOB » du FCBA de juillet 2023</p>  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                   | <p>FOB « HYPERSTATIQUE »</p>        |                                                                                            |  <p>Source : « Guide pédagogique de fonctionnement mécanique des FOB » du FCBA de juillet 2023</p> |

| Famille de FOB<br>(Définition selon la norme<br>NF DTU 31.4)                                                                                                                                                                                                                                                               | Aperçu<br>de principe<br>en coupe<br>verticale                                     | Fonctionnement mécanique<br>et exemple d'aperçu de principe<br>de schéma statique vertical<br>dans le plan de la paroi                             | Exemple de point<br>de vigilance à considérer<br>pour la conception<br>et la mise en œuvre                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Exemple de répartition<br>et de dispositions spécifiques<br>pour les ancrages des FOB par famille                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>FAÇADE INTERROMPUE<br/>AVEC complément d'isolation<br/>extérieure continue</b></p> <p><i>Les façades ossature bois sont insérées<br/>partiellement entre deux planchers<br/>consécutifs de la structure primaire. Seul le<br/>complément d'isolation extérieure est situé<br/>en avant des rives de plancher</i></p> |   | <p>(fonctionnement mécanique<br/>sur <i>appui continu</i>)</p>   | <p>Le complément d'isolation<br/>par l'extérieur de type ETICS<br/>ne peut être continu en nez<br/>de dalle, il doit être recoupé<br/>à chaque changement de<br/>support.</p>                                                                                                                                                                                                   |  <p>Source : « Guide pédagogique de fonctionnement mécanique<br/>des FOB » du FCBA de juillet 2023</p>  |
| <p><b>FAÇADE INTERROMPUE<br/>SANS complément d'isolation<br/>extérieure continue</b></p> <p><i>Les façades ossature bois sont insérées<br/>entièrement entre deux planchers<br/>consécutifs de la structure primaire</i></p>                                                                                               |  | <p>(fonctionnement mécanique<br/>sur <i>appui continu</i>)</p>  | <p>Il y a lieu de s'assurer que les<br/>critères de dimensionnement<br/>de la structure soient<br/>compatibles avec les critères de<br/>déformations auxquels la FOB<br/>doit répondre, notamment<br/>au regard des flèches nuisibles<br/>admisses par le parement<br/>extérieur. Le plancher, lorsqu'il<br/>est en béton, devra comporter<br/>un rupteur de pont thermique</p> |  <p>Source : « Guide pédagogique de fonctionnement mécanique<br/>des FOB » du FCBA de juillet 2023</p> |

| Famille de FOB<br>(Définition selon la norme<br>NF DTU 31.4)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Aperçu<br>de principe<br>en coupe<br>verticale | Fonctionnement mécanique<br>et exemple d'aperçu de principe<br>de schéma statique vertical<br>dans le plan de la paroi | Exemple de point<br>de vigilance à considérer<br>pour la conception<br>et la mise en œuvre | Exemple de répartition<br>et de dispositions spécifiques<br>pour les ancrages des FOB par famille |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>N.B. : le nombre d'appuis représenté n'est pas exhaustif et devra être adapté aux configurations de chaque projet.</p> <p><b>Légende :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Appui n'autorisant aucun déplacement (hors plan et dans le plan de la FOB).</li> <li>+ } Appui autorisant les déplacements verticaux et horizontaux dans le plan de la FOB et n'autorisant pas les déplacements hors plan (pour reprise des efforts de vent).</li> <li>▸ } Appui autorisant les déplacements horizontaux dans le plan de la FOB et n'autorisant pas les déplacements hors plan.</li> </ul> <p>N.B. : les appuis autorisant des déplacements dans le plan doivent être conçus de manière à pouvoir absorber les déformations différentielles entre la structure et la FOB.</p> <p><b>Nomenclature :</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Panneau de Façade à Ossature Bois non porteuse</li> <li>2. Structure support des Façades à Ossature Bois non porteuses</li> <li>3. Jeu fonctionnel entre panneaux de FOB</li> <li>4. Jeu fonctionnel entre le panneau de Façade à Ossature Bois non porteuse et la structure support des Façades à Ossature Bois non porteuses</li> <li>5. Assemblage entre panneaux de FOB superposés</li> <li>6. Complément d'isolation par l'extérieur sur la FOB</li> <li>7. Complément d'isolation par l'extérieur sur la structure</li> </ol> |                                                |                                                                                                                        |                                                                                            |                                                                                                   |



# Justifications de l'aptitude à l'emploi

Le présent chapitre aborde les différentes performances et justifications à apporter pour que l'aptitude à l'emploi du procédé d'ETICS et de sa paroi support puissent être évalués et validés.

## 3.1 Résistance mécanique (y compris au vent) et stabilité

### 3.1.1 Structure support

La structure support est conçue et dimensionnée suivant son référentiel en vigueur (notamment le corpus des NF DTU, des Eurocodes, etc.) considérant les critères de dimensionnement spécifiques à la paroi retenue et au procédé d'ETICS tels que donnés au §4.1 (et §4.2.2.2 dans le cas d'une FOB).

### 3.1.2 Paroi support

#### 3.1.2.1 Support COB conforme à la norme NF DTU 31.2

Les murs à ossatures bois sont conçus et dimensionnés conformément à la norme NF DTU 31.2 (COB).

##### NOTE 7

Comme indiqué en NOTE 6 au §1.1, les COB sont généralement limitées à 4 niveaux superposés (voir les explications de ladite note pour plus de détails).

#### 3.1.2.2 Support FOB conforme à la norme NF DTU 31.4

Les façades à ossatures bois sont conçues et dimensionnées conformément à la norme NF DTU 31.4 (FOB) en considérant également les critères définis dans les §4.2.2.2.

##### NOTE 8

La résistance au vent du panneau de FOB est vérifiée par calcul selon l'Eurocode 5 et peut être attestée par un essai « AEV façade » conformément à la norme NF EN 13830 dont le protocole est rappelé au §B.1 de l'ANNEXE B si la FOB (partie courante et / ou gestion des points singuliers) s'écarte des prescriptions de la norme NF DTU 31.4.

Le dimensionnement des panneaux de FOB et de leur système d'ancrage devra ainsi également prendre en considération :

- la typologie de FOB et le schéma statique associé (voir §2.3 et §4.2.2.1) ;
- les déformations de la structure support (ossature primaire) (voir §4.2.2.2) ;
- les déformations différentielles décrites au §4.2.2.2.
- les critères de déformation nuisible imposés par le procédé d'ETICS ;

Le dimensionnement des jeux fonctionnels entre 2 panneaux de FOB ou entre une FOB et la structure support devra être réalisé selon les indications du §4.2.2.2.1.

#### ATTENTION 4

- 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 leurs Annexes Nationales) 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 (voir calcul en Annexe C1 du présent 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.
- Les dimensionnements susnommés peuvent conduire à devoir dimensionner la structure de plancher avec des critères de flèche nuisible plus restreints (c'est-à-dire dimensionner la structure pour qu'elle se déforme moins).

La note de calcul des façades sous sollicitations climatiques, poids propre, exploitation devra préciser a minima les points suivants :

- Indiquer le schéma statique de reprise du poids propre des FOB et préciser les composants permettant le transfert de charges et les mouvements prévisibles (sous sollicitations climatiques, de poids propre et d'exploitation). Ce schéma devra notamment faire apparaître les points fixes et les points permettant d'assurer les degrés de liberté nécessaires.
- Préciser la mise en œuvre des panneaux FOB et préciser comment sont repris les déplacements différentiels. (Préciser les degrés de liberté intégrés aux éléments de fixation des éléments de façade en cohérence avec le schéma statique proposé).
- Justifier les ancrages des FOB dans la structure primaire (équerrés de fixation, chevilles, etc.). Fournir les ETE des chevilles utilisées. Fournir une note de calcul des ancrages dans l'ossature support.
- Réaliser la synthèse des déformées et des déplacements de la FOB permettant de justifier la dimension des jeux de fractionnement présents entre les FOB, le critère de déplacement entre deux montants consécutifs devra être justifié.
- Justifier les compatibilités des déformations entre les panneaux de FOB, les revêtements extérieurs et la structure primaire (déformations différentielles) (en précisant les dispositions planchers chargés/non chargés, en considérant les variations hygroscopiques prévisibles dans le temps, etc.).
- Justifier la stabilité dimensionnelle, en fonction des variations prévisibles d'humidité des façades bois pendant la phase chantier. Vérifier les variations dimensionnelles des panneaux et leur tassement potentiel.

Le Guide « *Déformation des Façades à Ossature Bois* », rédigé par le FCBA et financé par le CODIFAB, présente une première approche des explications de principe du fonctionnement mécanique des façades à ossature bois vis-à-vis des déformations dues aux efforts de vents et de poids propre.

(lien : <https://www.codifab.fr/actions-collectives/deformation-des-facades-a-ossature-bois>)

### 3.1.3 Dimensionnement de l'ouvrage d'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 et son Annexe Nationale, la sollicitation caractéristique de dépression due au vent est multipliée par un coefficient égal à 1,5. Pour des bâtiments simples, le Cahier de Prescriptions Techniques n° 3749 du Groupe Spécialisé 7 pour des efforts calculés selon l'Eurocode 1 a été publié afin de proposer des valeurs tabulées (voir l'annexe 1 du Cahier de Prescriptions Techniques n° 3749).

Une fois la sollicitation connue, il est ensuite nécessaire de la comparer à la résistance de l'ETICS déclarée dans son Avis Technique ou DTA.

Il existe deux modes de rupture possibles :

- soit au niveau de la liaison fixation/support ;
- soit au niveau de la liaison fixation/isolant.

#### NOTE 9

La méthodologie de détermination de la résistance au vent des ETICS est donnée dans le Cahier de Prescriptions Techniques n° 3701 du Groupe Spécialisé 7.

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).

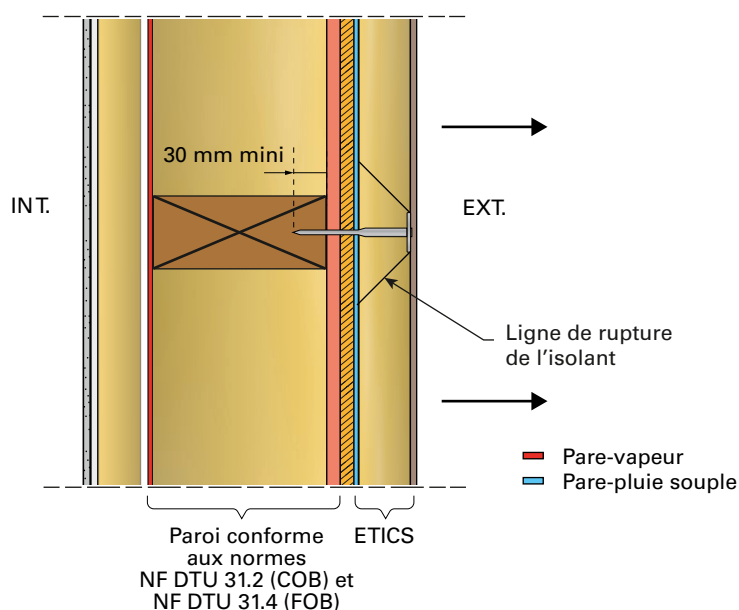


Figure 4 : Exemple de rupture par déboutonnage de l'isolant de l'ETICS

En plus de la densité de fixations, la résistance au vent de l'ETICS dépend donc de l'isolant et de son épaisseur. Comme indiqué précédemment, les résistances de calcul au vent  $R_d$  sont indiquées dans l'ATec (ou le DTA) de l'ETICS sur COB. 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. La résistance  $R_d$  devra alors être supérieure ou égale à la sollicitation caractéristique de dépression due au vent (calculée selon l'Eurocode 1 et son Annexe Nationale) multipliée par un coefficient égal à 1,5.

Il n'est pas possible d'accroître la résistance au vent de l'ETICS en augmentant indéfiniment le nombre de fixations. Effectivement, la densité de fixations est limitée par les distances minimales entre les fixations à respecter, 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 d'ETICS sur COB. Il est à savoir que les isolants supports d'enduit ayant une épaisseur plus élevée (120 mm, par exemple) présentent généralement une meilleure résistance en comparaison à des épaisseurs plus faibles (60 mm, par exemple).

#### NOTE 10

Il faut systématiquement 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.

## 3.2 Étanchéité

Dans ce chapitre sont données les dispositions permettant d'assurer la continuité des plans d'étanchéité à l'eau et à l'air de la paroi en fonction de la typologie de mise en œuvre des menuiseries, des interfaces avec les balcons, etc.

### ATTENTION 5

Dans ce chapitre, certaines dispositions permettant d'assurer l'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 façade » complémentaire sera à réaliser, conformément à la norme NF EN 13830.

### 3.2.1 Paroi support (FOB ou COB)

#### 3.2.1.1 Étanchéité à l'air

L'étanchéité ou perméabilité à l'air (infiltrométrie) est réalisée côté intérieur de la paroi dans le plan du système de la barrière à la diffusion de vapeur d'eau. Les points spécifiques à étudier sont, entre autres en périphérie des baies ainsi qu'au niveau des raccordements des parois avec les planchers (joint horizontal) et entre les parois (joint vertical). L'étanchéité à l'air peut être considérée comme suffisante dès lors que les dispositions des normes NF DTU 31.2 et NF DTU 31.4 et des recommandations professionnelles PACTE « *Réalisation des encadrements de baies et intégration des menuiseries extérieures dans les parois à ossature bois* » sont respectées.

#### 3.2.1.2 Comportement à l'eau

La protection à l'eau de l'ossature bois est réalisée côté extérieur de la paroi par le système de revêtement extérieur. La protection peut être renforcée par d'autres dispositions comme :

- un système pare-pluie lorsqu'il est conforme aux normes NF DTU 31.2 ou NF DTU 31.4 ;
- des dispositions architecturales permettant de limiter l'exposition à la pluie battante du revêtement extérieur.

Par ailleurs l'étanchéité doit être étudiée en périphérie des baies, au niveau des points singuliers de la façade, au niveau des raccordements entre panneaux de façade et au niveau des autres points singuliers comme la partie basse de la façade ou la partie haute. Les continuités d'étanchéité à l'eau doivent être soignées pour ces points singuliers.

Dans le cas d'une mise en œuvre sur FOB, la compatibilité de l'ETICS avec les déformations attendues de la FOB doivent être vérifiées d'un point de vue mécanique et d'un point de vue résistance à la pluie battante conformément au protocole d'essai défini au §B.1.2 de l'ANNEXE B.

### 3.2.2 ETICS

#### 3.2.2.1 Étanchéité à l'air

Le procédé d'ETICS ne participe pas à l'étanchéité à l'air et à la vapeur d'eau des façades.

#### 3.2.2.2 Comportement à l'eau

Le comportement à l'eau des façades revêtues d'un système d'enduit sur isolant (ETICS) est différent de celles revêtues par un bardage ventilé, notamment du fait de l'absence de lame d'air ventilée.

Le système d'enduit de l'ETICS permet l'absorption d'une certaine quantité d'eau de pluie par capillarité ou par la microfissuration. Il n'est pas possible de le considérer comme étanche à l'eau. Il n'est également pas possible de créer un plan d'étanchéité continu à l'arrière de l'ETICS avec une membrane pare-pluie en raison des nombreuses fixations de l'isolant sur le support qui sont indispensables.

Étant donné qu'il est actuellement difficile de modéliser de manière réaliste le comportement de ces parois et qu'il n'existe pas de méthodes expérimentales normalisées pour les évaluer, les domaines d'emploi des référentiels d'ETICS sur support COB sont très restrictifs.

Plusieurs pistes peuvent être envisagées afin d'augmenter le domaine d'emploi des ETICS sur les COB et les FOB. Elles consistent à limiter l'exposition à l'eau de pluie ou à l'humidité extérieure. Il est ainsi possible d'envisager :

- Des dispositions architecturales permettant de protéger physiquement l'enduit de la pluie battante (balcons, brise-soleil, ...) ou l'orientation de la façade.
- Éviter les régions littorales ou les climats humides.
- Employer des systèmes d'enduit à faible reprise d'eau par capillarité.

#### NOTE 11

Dans le cadre de la conception des façades du Village des Athlètes, la protection architecturale des enduits a été largement retenue par les équipes concernées.

Des études sont en cours afin d'améliorer et de valider les méthodes de simulation numérique du comportement à l'eau des façades revêtues d'un ETICS. Elles permettront certainement à l'avenir une extension du domaine d'emploi des référentiels spécifiques aux ETICS. À titre informatif, une étude avec les méthodes actuelles est proposée au §C.3 en ANNEXE C du présent guide.

En complément, pour certains points singuliers, comme la jonction entre l'encadrement de baies et la menuiserie et pour le traitement des joints entre les panneaux d'ossature de la FOB, une justification expérimentale selon le protocole d'essais air, eau, et vent (AEV) défini dans la norme NF EN 13830 est nécessaire.

## 3.3 Durabilité

### 3.3.1 Protection des bois

La durabilité des essences de bois utilisées doit être respectivement conforme :

- aux dispositions prévues dans les normes NF DTU 31.2 et DTU 31.4 pour les éléments de COB et FOB.
- à l'ATec ou DTA pour l'ETICS.

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.

### 3.3.2 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 réparation des chocs affectant le système d'enduit sont indiquées dans les Avis Techniques ou Documents Techniques du Groupe Spécialisé n° 7 du procédé d'ETICS.

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 (voir §3.5.2).

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 §7.3 du Cahier de Prescriptions Techniques n° 3035\_V3 du Groupe Spécialisé 7 (en cours de révision à date de la rédaction du guide) ont un impact limité sur la durabilité de l'ETICS.

### 3.3.3 Durabilité des aciers vis-à-vis de la corrosion

La protection anti-corrosion des aciers devra être, a minima, conforme à la norme NF P 24-351.

## 3.4 Sécurité en cas d'incendie

### 3.4.1 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.

### 3.4.2 Propagation du feu par les façades (ANNEXE E)

Suivant la destination du bâtiment et le nombre d'étages, des exigences réglementaires peuvent exister afin de limiter la propagation du feu par les façades. Cette problématique, qui intègre des sujets de résistance et de réaction au feu ainsi que des dispositions constructives, est traitée par des Appréciations de laboratoire (APL).

Une Appréciation de laboratoire (APL) générique vis-à-vis du risque de propagation du feu par les façades soumises aux exigences de l'arrêté du 31 janvier 1986 modifié est proposée en annexe au présent guide (ANNEXE E).

D'autres Appréciations de laboratoire peuvent également être retenues.

#### ATTENTION 6

Il est possible de se référer à l'appréciation de l'APL en ANNEXE E sous réserve d'être strictement conforme à cette dernière. À défaut, il conviendra d'en établir une nouvelle adaptée à l'opération.

Il faudra être vigilant, d'une part, à ce que l'ensemble des dispositions techniques décrites dans cette Appréciation de Laboratoire spécifique soient bien reprises dans le dossier d'ATEX et, d'autre part, qu'elles ne remettent pas en question l'aptitude à l'emploi de l'ETICS.

## 3.5 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 norme NF P 08-302.

### 3.5.1 Résistance aux chocs de sécurité

Il s'agit de la sécurité des personnes vis-à-vis de chutes dans le vide.

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 paroi.

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

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

#### NOTE 12

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

Des préconisations spécifiques pour assurer la sécurité des personnes seront décrites et les essais seront précisés dans le cas où la composition de la paroi serait différente des solutions validées dans l'annexe A de la norme NF DTU 31.2 et dans l'annexe A de la norme NF DTU 31.4.

### 3.5.2 Résistance aux chocs de conservation des performances

Sous l'action de chocs accidentels, non exceptionnels, consécutifs à l'occupation normale, la paroi 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 norme NF P 08-302. La résistance est également évaluée expérimentalement conformément à la norme 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'EAD 040083-00-0404 est utilisée. Trois catégories d'utilisation d'une façade sont ainsi définies et reprises dans le tableau ci-dessous. Le Cahier de Prescriptions Techniques n° 3035\_V3 du Groupe Spécialisé 7 (en cours de révision à date de la rédaction du guide) associe des exemples de parties de façade pouvant correspondre aux différentes catégories d'utilisation.

Tableau 6 : 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.

## 3.6 Qualification des intervenants

### 3.6.1 Qualification des concepteurs

Les acteurs de la conception, les intervenants de maîtrise d'œuvre (architecte, bureau d'étude ayant à sa charge la conception de la façade), ou toute société intervenant dans la conception de la façade devront, pour qu'ils puissent réaliser de façon éclairée leurs éléments de mission, maîtriser les connaissances essentielles à la conception et à la réalisation de projets employant un procédé d'isolation thermique extérieure par enduit sur isolant (ETICS) sur une Façade à Ossature Bois non porteuse (FOB) conforme à la norme NF DTU 31.4.

Il est possible pour cela de suivre une formation dont le programme traite spécifiquement des connaissances susnommées. Celle-ci peut par ailleurs être associée à une attestation de suivi de formation remise sous condition d'une validation par examen inclus dans le programme de formation. La personne qui sera formée sera désignée au sein du personnel permanent et réellement en activité sur les projets. La réalisation de tout élément de mission de maîtrise d'œuvre fera appel à l'intervention et la supervision de ce référent formé de la société. Un ou plusieurs autres référents pourraient également être formés pour répondre à tous les projets.

Concernant la formation citée ci-dessus, le présent guide n'ayant pas vocation à établir une liste exhaustive de celles-ci, il est conseillé aux concepteurs de se rapprocher des tenants de système d'ETICS. Ces derniers seront en mesure de les orienter vers des organismes de formation compétents (ceux-ci doivent notamment avoir une expertise sur les parois à ossature bois).

### 3.6.2 Qualification de l'entreprise en charge de la pose de l'ETICS

En amont de son intervention sur chantier, l'entreprise en charge de la pose de l'ETICS devra maîtriser les connaissances essentielles à la mise en œuvre d'un ETICS sur FOB. Elle sera également accompagnée par le fabricant de l'ETICS dans le cadre habituel de l'assistance qu'il lui porte.

Pour ce faire, l'entreprise en charge de la pose de l'ETICS pourra par exemple suivre a minima une formation à la mise en œuvre d'un ETICS sur COB et FOB auprès de l'industriel tenant de système. Cette formation sera suivie avant l'intervention de l'entreprise sur le chantier. Par ailleurs, la personne qui sera formée sera désignée au sein du personnel permanent et réellement en activité sur les chantiers. Toute mise en œuvre de ce procédé pourra faire appel à l'intervention et à la supervision de ce référent formé de l'Entreprise. Un ou plusieurs autres référents pourraient également être formés pour répondre à tous les chantiers.

# Conception

## 4.1 Conception de la structure porteuse au regard des parois et de l'ETICS

Les structures supports des façades sont celles couvertes par les normes NF DTU 31.4 (FOB) et DTU 31.2 (COB). Il peut par exemple s'agir de structure de béton, de structure poteaux/poutre bois, etc. Elles sont conformes aux exigences des référentiels dont elles relèvent, complétées par celles des normes NF DTU 31.2 et NF DTU 31.4 ainsi que celles définies dans ce guide.

En l'occurrence, le procédé d'ETICS peut imposer des limitations de déformations supplémentaires à la paroi support (COB ou FOB) et indirectement aux déformations de ces structures selon la configuration de paroi concernée.

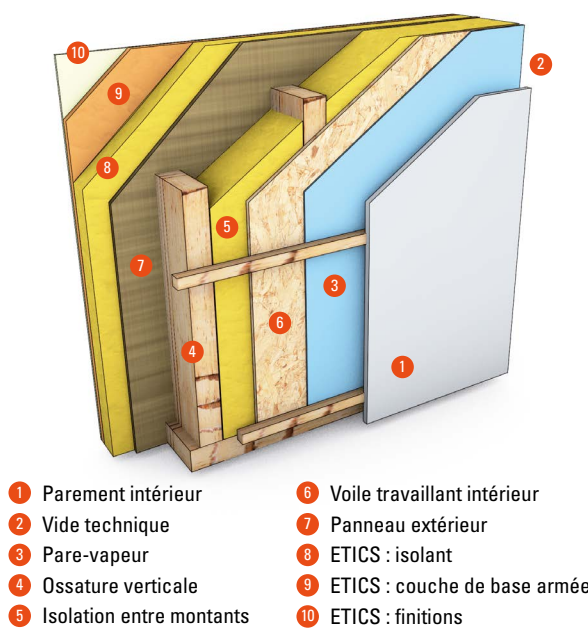
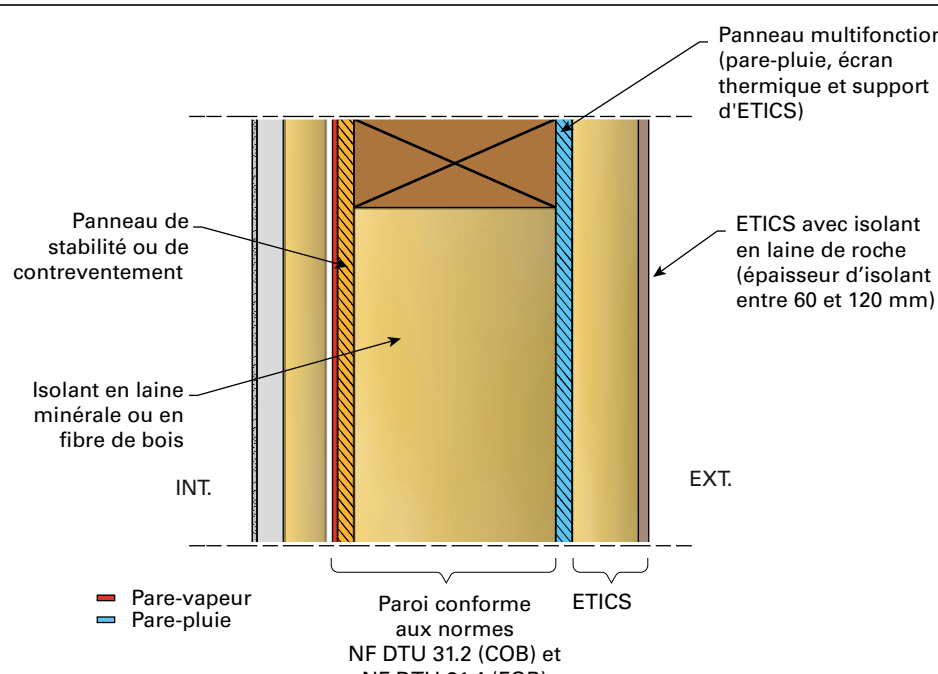
Plusieurs compositions de paroi sont possibles. Ainsi, de l'intérieur vers l'extérieur :

- Constitution de la paroi :
  - parement intérieur ;
  - vide technique : vide ou isolé en contre cloisons ;
  - pare-vapeur ;
  - panneau de stabilité/de contreventement (voile travaillant) éventuel ;
  - ossature en bois / isolant placé entre les montants d'ossature ;
  - panneau servant de support de l'ETICS (pouvant assurer la fonction du panneau de stabilité ou de contreventement).
- Panneaux admissibles en support à l'ETICS :
  - panneaux bois : voir Tableau 10 / 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.

### ATTENTION 7

Des dispositions spécifiques, notamment la présence de joints verticaux et horizontaux pour les FOB, se répercutent en façade et impactent ainsi l'esthétique du projet. Ces dispositions doivent être prises en compte par l'architecte en amont du projet.

Tableau 7 : Solutions avec et sans pare-pluie

| SCHÉMA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | DESCRIPTION                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| PARTIE COURANTE – coupe verticale ou 3D                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <p>Solution sans pare-pluie</p>  <p> <b>1</b> Parement intérieur<br/> <b>2</b> Vide technique<br/> <b>3</b> Pare-vapeur<br/> <b>4</b> Ossature verticale<br/> <b>5</b> Isolation entre montants<br/> <b>6</b> Voile travaillant intérieur<br/> <b>7</b> Panneau extérieur<br/> <b>8</b> ETICS : isolant<br/> <b>9</b> ETICS : couche de base armée<br/> <b>10</b> ETICS : finitions         </p> <p>Figure 5 : Conception sans pare-pluie</p>                                                                                                                                                                                                                                             | <p>Valable uniquement pour les bâtiments d'habitation 1<sup>re</sup> et 2<sup>e</sup> famille de hauteur ≤ 9 m</p> <div> <p><b>ATTENTION 8</b></p> <p>Cas du CPT 3729_V2 du GS7 mais non simulée dans l'étude hygrothermique.</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>• parement intérieur.</li> <li>• vide technique isolé ou non.</li> <li>• membrane pare-vapeur.</li> <li>• panneau de stabilité/de contreventement (voile travaillant).</li> <li>• ossature en bois.</li> <li>• isolant placé entre les montants d'ossature.</li> <li>• panneau bois support d'ETICS (cf. tableau 1 du CPT 3729_V2 du GS7).</li> </ul> |
| <p>Solution avec pare-pluie rigide</p>  <p> <b>1</b> Parement intérieur<br/> <b>2</b> Vide technique<br/> <b>3</b> Pare-vapeur<br/> <b>4</b> Panneau de stabilité ou de contreventement<br/> <b>5</b> Isolant en laine minérale ou en fibre de bois<br/> <b>6</b> Pare-pluie<br/> <b>7</b> Panneau multifonction (pare-pluie, écran thermique et support d'ETICS)         </p> <p>           INT. EXT.<br/>           Paroi conforme aux normes NF DTU 31.2 (COB) et NF DTU 31.4 (FOB)<br/>           ETICS en laine de roche fixe dans les montants de l'ossature en bois         </p> <p>Figure 6 : Conception avec panneau rigide ayant la fonction pare-pluie – Coupe verticale</p> | <p>Valable uniquement pour les bâtiments d'habitation 1<sup>re</sup> et 2<sup>e</sup> famille de hauteur 9 m</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• parement intérieur (hors guide).</li> <li>• vide-technique isolé ou non.</li> <li>• membrane pare-vapeur.</li> <li>• panneau de stabilité ou de contreventement (voile travaillant).</li> <li>• ossature bois avec isolant en laine minérale ou fibres de bois (emax = 200 mm).</li> <li>• pare-pluie rigide avec fonction de support d'ETICS.</li> <li>• ETICS en laine de roche fixe dans les montants de l'ossature en bois.</li> </ul>                                  |

| Solution avec pare-pluie souple                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Valable pour tous les bâtiments visés dans le présent Guide                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Isolant en laine minérale ou en fibre de bois</p> <p>Panneau de stabilité ou voile de contreventement</p> <p>EXT.</p> <p>ETICS avec isolant en laine de roche (épaisseur d'isolant entre 60 et 120 mm)</p> <p>Panneau thermique (A2 s3-d0)</p> <p>INT.</p> <p>Pare-vapeur</p> <p>Pare-pluie</p> <p>Paroi conforme aux normes NF DTU 31.2 (COB) et NF DTU 31.4 (FOB)</p> <p>ETICS</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• parement intérieur (hors guide).</li> <li>• vide-technique isolé ou non.</li> <li>• membrane pare-vapeur.</li> <li>• panneau de stabilité ou de contreventement (voile travaillant).</li> <li>• ossature bois avec isolant en laine minérale ou fibres de bois (emax = 200 mm).</li> <li>• panneau écran thermique avec fonction de support d'ETICS.</li> <li>• membrane pare-pluie.</li> <li>• ETICS en laine de roche fixe dans les montants de l'ossature en bois.</li> </ul> |

Figure 7 : Conception avec pare-pluie souple – Coupe verticale

| SCHÉMA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | DESCRIPTION                                                                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| PARTIE COURANTE – coupe horizontale                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                              |
| <p>INT.</p> <p>Paroi conforme aux normes NF DTU 31.2 (COB) et NF DTU 31.4 (FOB)</p> <p>ETICS</p> <p>Écran thermique A2-s3,d0</p> <p>Maxi 600 mm (entre 2 rangées de fixations de l'ETICS)</p> <p>EXT.</p> <p>Fixation pour isolant de l'ETICS</p> <p>Pare-vapeur</p> <p>Pare-pluie</p>                                               |                                                                                                                              |
| <p>INT.</p> <p>Paroi conforme aux normes NF DTU 31.2 (COB) et NF DTU 31.4 (FOB)</p> <p>ETICS</p> <p>Fixation pour isolant de l'ETICS</p> <p>Maxi 600 mm (entre 2 rangées de fixations de l'ETICS)</p> <p>EXT.</p> <p>Panneau multifonction (pare-pluie, écran thermique et support d'ETICS)</p> <p>Pare-vapeur</p> <p>Pare-pluie</p> | <p>Entraxe entre montants d'ossature : jusqu'à 600 mm (entraxe maximal entre fixations de la laine de roche de l'ETICS).</p> |

Figure 9 : Conception avec panneau rigide ayant la fonction pare-pluie – Coupe horizontale

Plusieurs dispositions sont envisageables en fonction de la pression de vent (Tableau 3), de la pluie battante ou de l'humidité extérieure afin de réduire le risque d'exposition à l'eau de l'ossature bois :

- façades peu exposées
  - Application des dispositions des ATec/DTA de systèmes d'ETICS sans dispositions complémentaires particulières, ou utilisation d'un pare-pluie rigide (voir Tableau 7 ci-dessus). Cela correspond globalement à la situation N1 telle que définie dans le Tableau 3.
- façades modérément exposées
  - Elles peuvent nécessiter la mise en œuvre d'un pare-pluie sur l'ossature bois, d'un traitement spécifique par encadrements de baie métalliques ou encore d'un dispositif d'évacuation (bavette de rejet d'eau) des eaux d'infiltration et de condensation.
  - Des dispositions architecturales peuvent être prévues afin de protéger le système d'enduit de la pluie battante. Des brise-soleil, des coursives ou balcons peuvent ainsi contribuer à cette protection.
  - Il est également possible d'accroître la résistance à l'humidité de l'ossature bois en prévoyant un panneau support du pare-pluie et de l'ETICS de classe d'emploi 3.1 a minima conformément à la norme NF EN 335. Ces façades correspondent classiquement aux situations N2 telles que définies dans le Tableau 3.
- façades fortement exposées
  - Pour ces façades, correspondant a minima à la situation N3 du Tableau 3, les dispositions envisagées pour les façades modérément exposées (N2) semblent incontournables et en particulier les dispositions architecturales.

## 4.2 Conception de la paroi support

### ATTENTION 9

L'ETICS étant fixé dans l'ossature de la paroi support, cela implique nécessairement des impacts et dispositions particulières à prendre sur le calepinage des parois à ossature bois.

Cela peut par exemple induire : une réduction de l'entraxe des montants pour être compatible à la densité de fixation de l'ETICS nécessaire ; un doublement voire triplement de certains montants aux droits des points singuliers (extrémité de FOB, angles, menuiseries, etc.) pour être compatible aux cotes de distance au bord (entre les fixations de l'ETICS et le bord de l'isolant), etc.

Il est indispensable que ces dispositions spécifiques soient identifiées et traitées dès la conception.

### 4.2.1 COB conforme à la norme NF DTU 31.2

Les solutions constructives des murs 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 éléments de mur eux-mêmes et les planchers ou poutres supports puisqu'ils sont liaisonnés. En tant que parois structurales, ces murs assurent une fonction de contreventement par diaphragme et de descente de charge.

### NOTE 13

Comme indiqué en NOTE 6 au §1.1, les COB sont généralement limitées à 4 niveaux superposés (voir les explications de ladite note pour plus de détails).

## 4.2.2 FOB conforme à la norme NF DTU 31.4

### 4.2.2.1 Typologie de FOB et schéma statique associé

Le schéma statique sert à définir comment les différents éléments constitutifs de la FOB sont assemblés entre eux. En indiquant les points de liaison ou de fixation, leurs mouvements possibles, les efforts transitant dans ces points peuvent alors être déterminés. Sans cela, le dimensionnement des panneaux de FOB n'est pas possible.

Dans ce chapitre, sont traitées les dispositions spécifiques pour le mode de fixation des parois à ossature bois afin d'empêcher les efforts induits par les mouvements de la structure primaire vers les FOB.

Dans le cas des FOB filantes dites à appuis multiples avec un fonctionnement isostatique (voir définition au §2.3) dans leur plan (vis-à-vis de la reprise des efforts du poids propre de ces éléments), les panneaux de façade sont plus indépendants des mouvements de leur support que dans une configuration de FOB filantes dites à appuis multiples avec un fonctionnement hyperstatique (voir définition au §2.3).

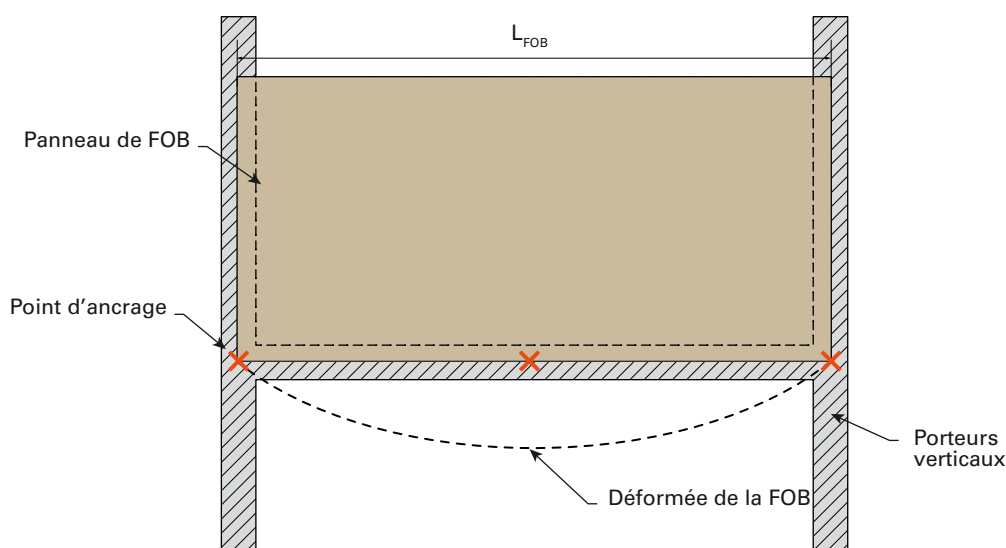


Figure 10 : Aperçu de la déformée théorique d'une FOB dite sur appuis multiples avec un fonctionnement isostatique

Effectivement dans le cas FOB filante avec appuis multiples avec un fonctionnement hyperstatique, il y a des interactions 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, cas de façades avec un fort taux d'ouverture par exemple), il va « suivre » le mouvement du plancher/poutre support ;
- si le panneau est « rigide », il pourrait retenir le plancher/poutre support en fonctionnant en poutre voile.

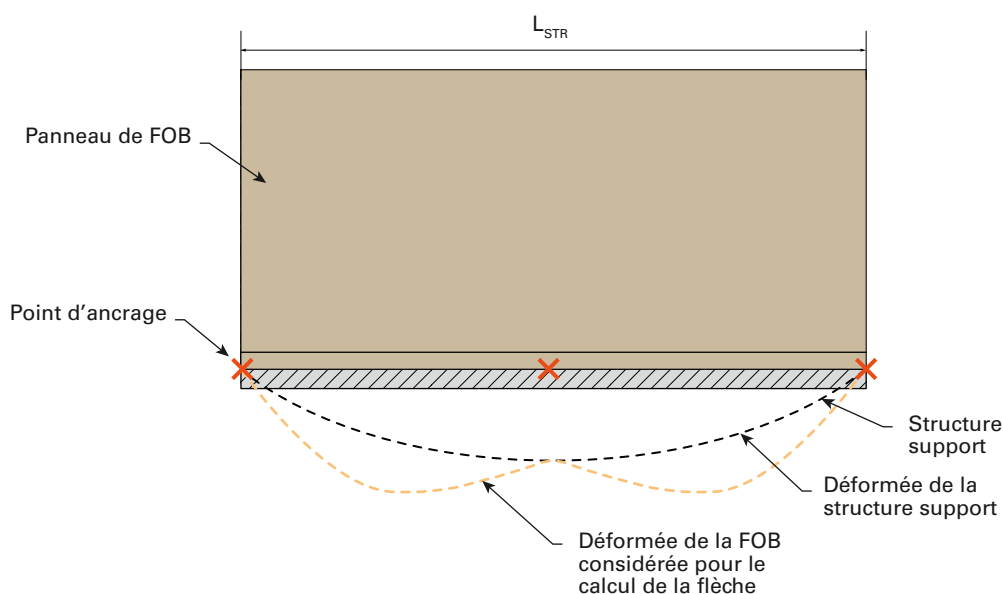


Figure 11 : Aperçu de la déformée théorique d'une FOB dite sur appuis multiples avec un fonctionnement hyperstatique

Les FOB filantes avec appui unique en pied ou FOB interrompues, sont considérées sur un appui continu dans la mesure où les panneaux de façade sont posés sur les poutres de rive ou dalle. Ceci permet :

- de faciliter le passage des efforts de poids propre ;
- d'améliorer la robustesse de l'étanchéité des menuiseries et des balcons ;
- d'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.

#### **ATTENTION 10**

Une configuration de FOB filante avec appuis multiples, avec un fonctionnement hyperstatique, ou FOB filante avec appui unique en pied, ou FOB interrompue nécessite un dimensionnement qui doit être réalisé conjointement entre le lot structure et le lot façade en considérant les capacités de reprise de mouvement différentiel du revêtement extérieur.

#### **ATTENTION 11**

En aucun cas, les panneaux de Façade à Ossature Bois ne doivent être sollicités par les déformations de la structure primaire (déplacement – ou flèche – vertical et/ou horizontal). Dans certains cas, il peut être nécessaire d'imposer des déplacements réduits sur l'ossature primaire.

### **4.2.2.2 Prise en compte des déformations différentielles**

La conformité des solutions de façades à ossature bois à la norme NF DTU 31.4 (FOB) ne peut être établie 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 des déformations différentielles entre les panneaux de façade avec les planchers ou poutres supports.

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

- le dimensionnement des jeux fonctionnels entre FOB (au maximum de quelques centimètres) afin :
  - d'éviter le contact vertical entre deux panneaux superposés, entraînant la mise en compression des éléments de façade ;
  - d'éviter la mise en compression d'un panneau de FOB par mise en contact vertical de la structure en-dessous (cas des FOB interrompues) ;
  - d'éviter le contact horizontal entre deux panneaux juxtaposés, entraînant une modification dans le transfert des charges au niveau des appuis ;
  - de s'assurer de la continuité de service des étanchéités entre les panneaux, mais également entre les revêtements extérieurs.
- le dimensionnement des joints de l'ETICS au droit de ceux des FOB afin :
  - d'éviter le contact vertical ou horizontal entre les revêtements extérieurs ;
  - de s'assurer de la continuité de service des étanchéités entre les panneaux, mais également entre les revêtements extérieurs.
- le dimensionnement de la FOB au regard des déformations limites afin :
  - d'éviter de dégrader les éléments de bardage eux-mêmes (casse, fissuration, chute...) ainsi que l'étanchéité à l'eau du revêtement au regard de la capacité de l'ouvrage de bardage à absorber les mouvements induits par la déformation différentielle entre 2 montants consécutifs.

### **■ Dimensionnement des jeux fonctionnels de la FOB**

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

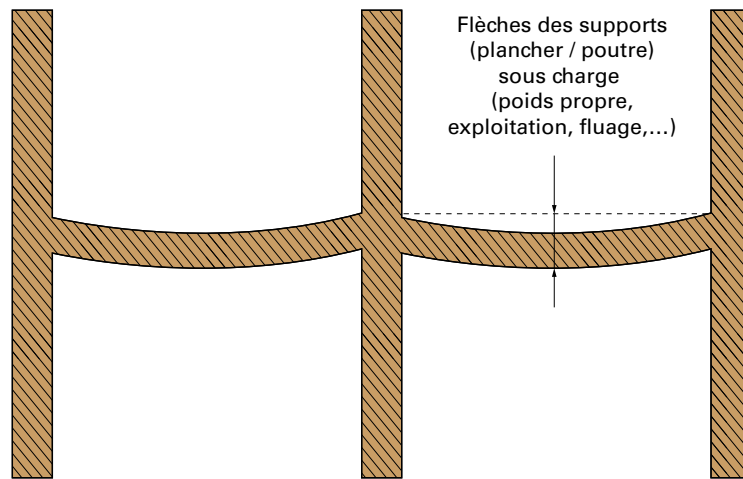


Figure 12 : Exemple de flèche de la structure support

### ATTENTION 12

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

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

- déformation du support sous poids propre (instantanée, différée, etc.) ;
- 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 dimensionner correctement les jeux périphériques des panneaux.

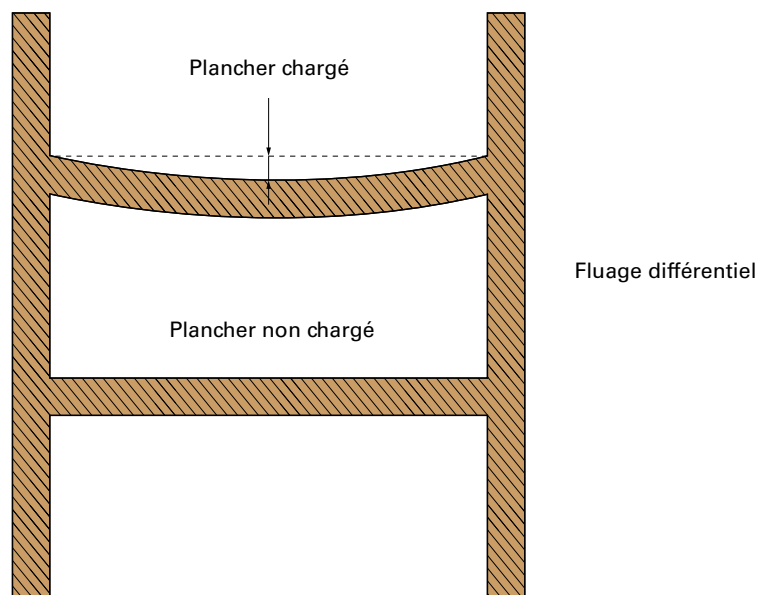


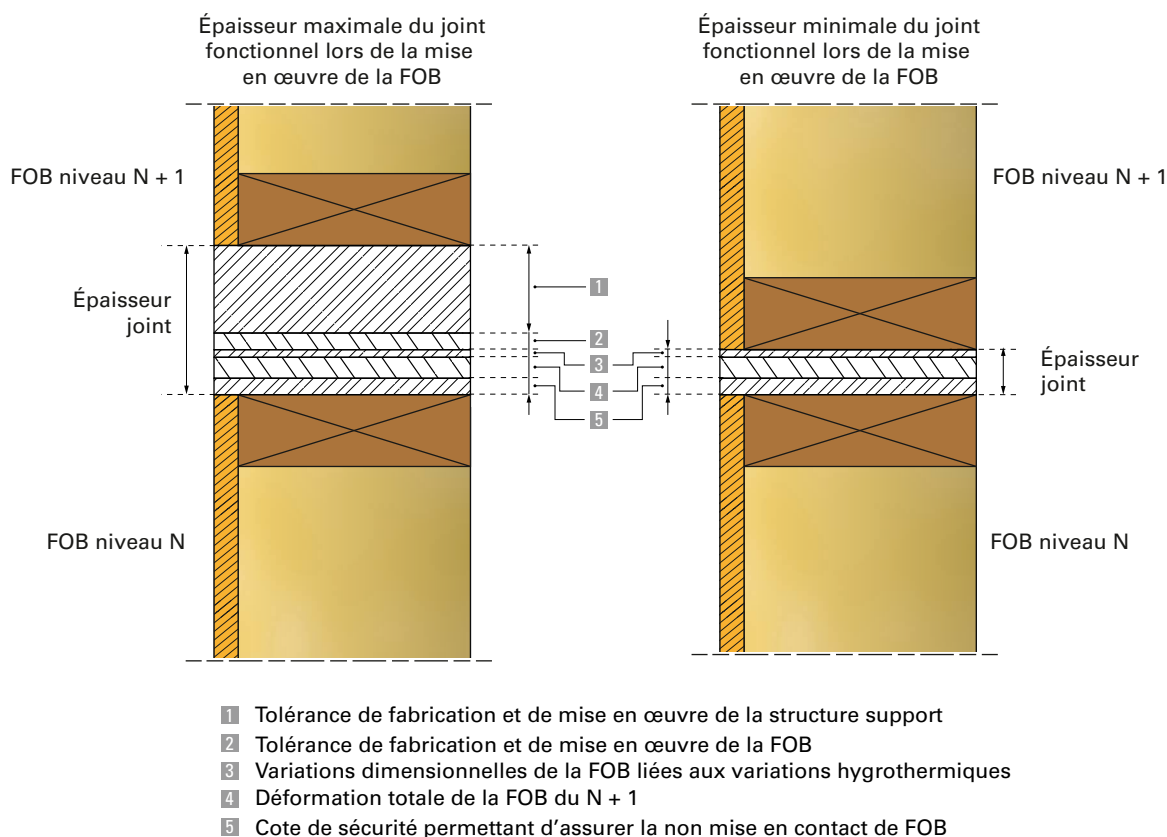
Figure 13 : Différentiel de flèche entre 2 planchers

L'ensemble de ces déformations conduiront à définir la déformation différentielle entre 2 panneaux de FOB dans le cas des FOB filantes, entre le panneau de FOB et la structure support dans le cas des FOB interrompues.

Les jeux fonctionnels doivent aussi prendre en compte :

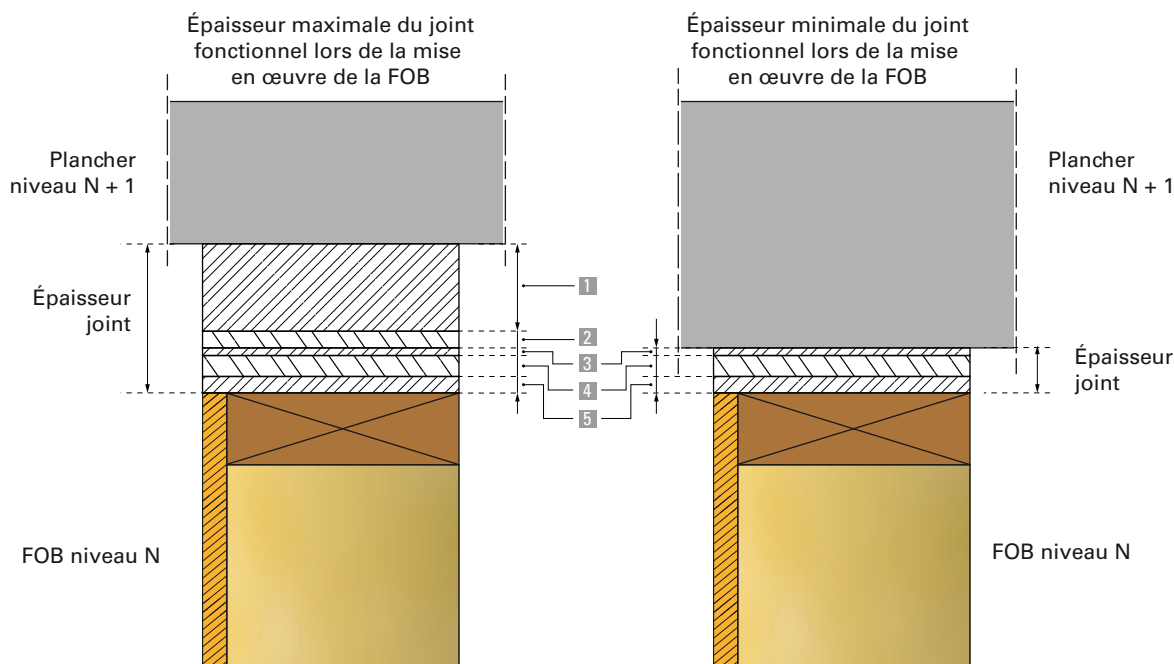
- le jeu nécessaire à la mise en œuvre ;
- les tolérances de mise en œuvre de la structure support ;
- les tolérances de fabrication des panneaux de FOB ;
- les variations dimensionnelles liées aux phénomènes de retrait gonflement du bois sous variation hygrosopique.

Les figures ci-dessous donnent une synthèse des éléments de dimensionnement issus des critères définis précédemment en fonction de la borne haute ou basse d'un jeu fonctionnel horizontal de FOB.



N.B. : les dimensions à prendre en compte sont représentées de façon exagérée pour simplifier la lecture de la figure. Le pare-pluie éventuel et le pare-vapeur ne sont pas représentés sur cette figure.

Figure 14 : Représentation des éléments à prendre en compte pour les jeux fonctionnels horizontaux et différence entre le jeu maximal et minimal – FOB filante



- 1 Tolérance de fabrication et de mise en œuvre de la structure support
- 2 Tolérance de fabrication et de mise en œuvre de la FOB
- 3 Variations dimensionnelles de la FOB liées aux variations hygrothermiques
- 4 Déformation de la structure support
- 5 Jeu de mise en œuvre permettant le basculement de la FOB entre les planchers

N.B. : les dimensions à prendre en compte sont représentées de façon exagérée pour simplifier la lecture de la figure. Le pare-pluie éventuel et le pare-vapeur ne sont pas représentés sur cette figure.

Figure 15 : Représentation des éléments à prendre en compte pour les jeux fonctionnels horizontaux et différence entre le jeu maximal et minimal – FOB interrompue

## ■ Critères de déformation

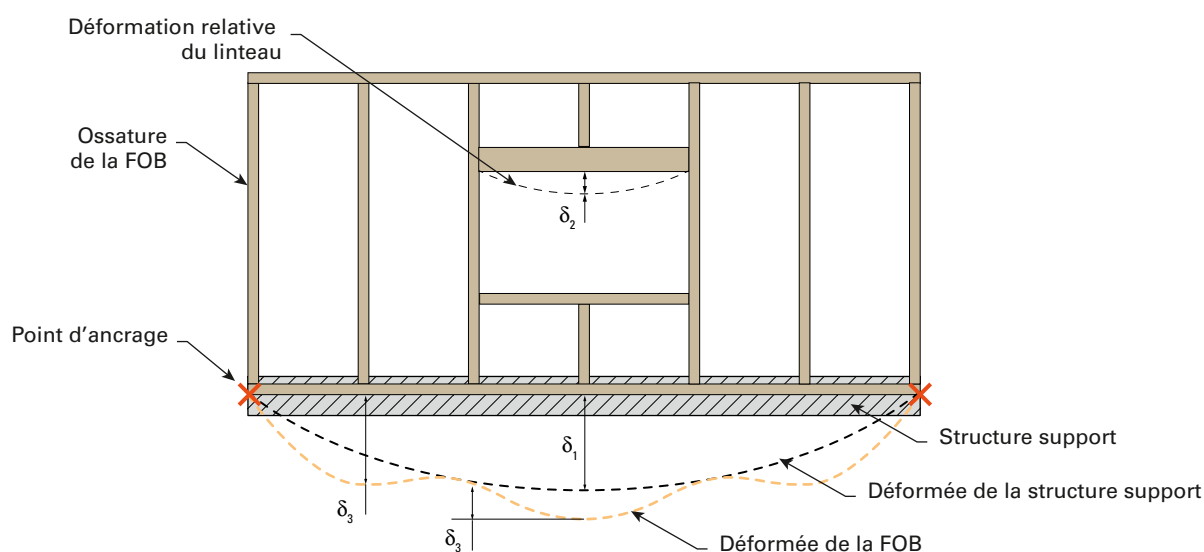
Les procédés d'ETICS existants validés uniquement sur béton ou COB nécessitent une attention particulière pour la mise en œuvre sur FOB au regard des mouvements du support ; ceci nécessite donc l'établissement de dispositions complémentaires.

Le critère de déformation différentielle entre 2 montants consécutifs de la FOB doit notamment tenir compte du critère de sensibilité de l'ETICS.

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<sup>e</sup> 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 (voir calcul au §C.1 de l'ANNEXE C du présent 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.

Les figures ci-dessous donnent un exemple des critères de déformations différentielles à respecter dans le cas d'une FOB filante avec appuis multiples avec un fonctionnement vertical dans son plan hyperstatique.

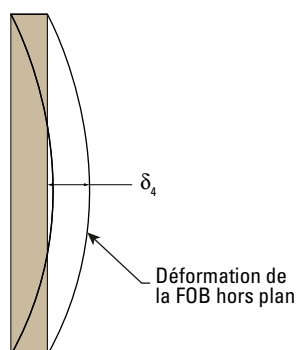


$\delta_1$  – Déformation du gros œuvre

$\delta_2$  – Déformation linteau (selon le §10.2.3.1 de la norme NF DTU 31.4 la flèche ( $W_{fin}$ ) n'excédant pas  $1/500^e$  de la portée, sans toutefois dépasser 10 mm)

$\delta_3$  – Déformation entre 2 montants consécutifs de FOB (limitée à 3 mm en l'absence de justification expérimentale)

Figure 16 : Exemple d'aperçu des critères de déformation dans le plan appliqués à une FOB Filante à appuis multiples (Hyperstatique)



$\delta_4$  – Déformation hors plan de la FOB (en l'absence de spécification dans l'Avis Technique de l'ETICS, et en l'absence de justification spécifique, la valeur sera limitée à  $h/500$  avec  $h$  la hauteur entre étages).

Figure 17 : Exemple d'aperçu du critère de déformation hors plan appliqué à une FOB

## 4.3 Conception de l'intégration des menuiseries extérieures, fermetures et encadrement de baie dans les parois

Cette intégration implique :

- de nombreuses dispositions à prendre pour atteindre les performances exigées ;
- des interactions sensibles entre notamment la paroi support et la menuiserie extérieure, les fermetures ou occultations et l'encadrement de baie (acier monobloc soudé ou acier assemblé). Ces interactions peuvent par ailleurs conditionner l'allotissement d'un projet.

Il est ainsi indispensable que cette thématique soit traitée dès la conception.

Elles sont complétées par les dispositions données dans le §4.3 et les exemples du §6.3.6 du présent guide.

#### ATTENTION 13

- La conception des encadrements de baie doit notamment prendre en compte :
- le phénomène de dilatation de l'encadrement de baie ;
  - la présence ou non d'un garde-corps, avec en l'occurrence des dispositions spécifiques pour sa fixation de façon à ne pas dégrader l'étanchéité de l'encadrement de baie et de façon à assurer la transmission des efforts du garde-corps (de choc de sécurité notamment) à la paroi à ossature bois ;
  - la déformation à la marche de la bavette de capotage de la pièce d'appui, ce qui conduit généralement à ce que cette bavette soit supportée.

## 4.4 Conception de l'ETICS et dispositions de conception spécifiques aux parois à ossature bois

Sur support COB, les ETICS visés doivent faire l'objet d'un Avis Technique (ou Document Technique d'Application) en cours de validité sur support COB.

Sur support FOB, à défaut d'être couverts par une Appréciation Technique d'Expérimentation (ATEX) de cas a ou d'un Avis Technique (ou Document Technique d'Application) couvrant les supports FOB, les ETICS visés doivent faire l'objet d'un Avis Technique (ou Document Technique d'Application) en cours de validité couvrant la pose sur support COB.

#### ATTENTION 14

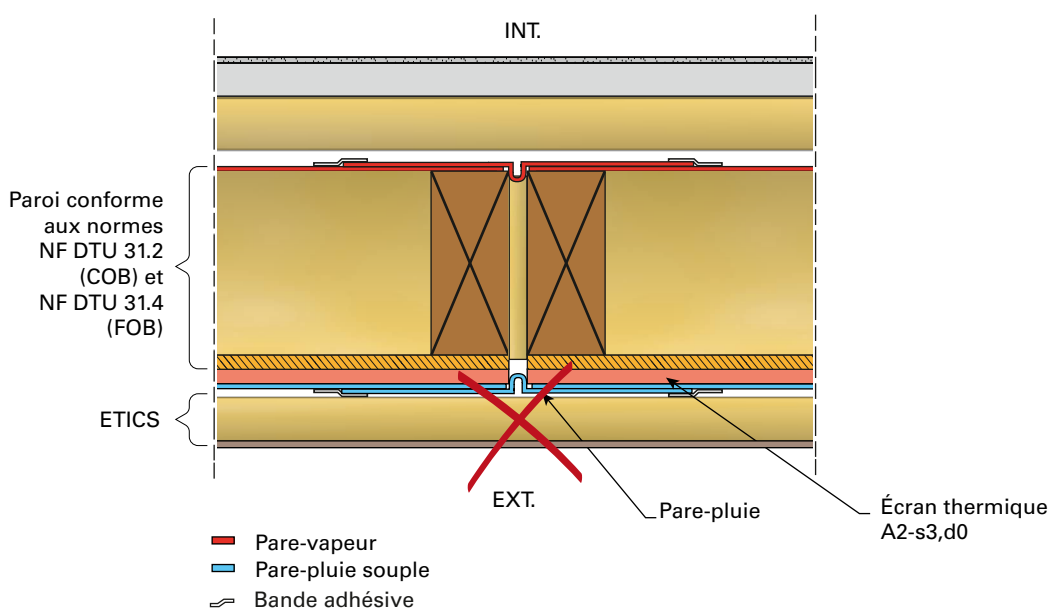


Figure 18 : **À ne pas faire** – pontage horizontal par l'ETICS entre FOB

Le système d'ETICS ne peut pas ponter les jeux fonctionnels verticaux entre panneaux de FOB tout en étant fixé de part et d'autre.

## ATTENTION 15

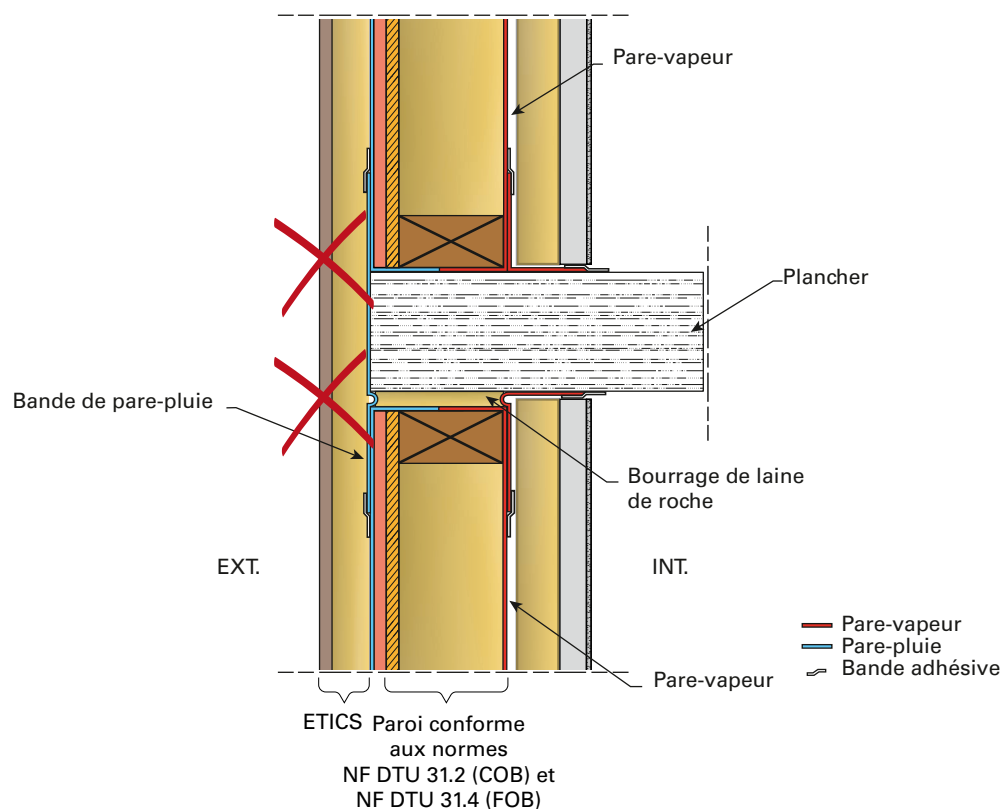


Figure 19 : **À ne pas faire** – pontage vertical par l'ETICS entre FOB

Le système d'ETICS ne peut pas ponter les jeux fonctionnels horizontaux entre panneaux de FOB tout en étant fixé de part et d'autre.

## ATTENTION 16

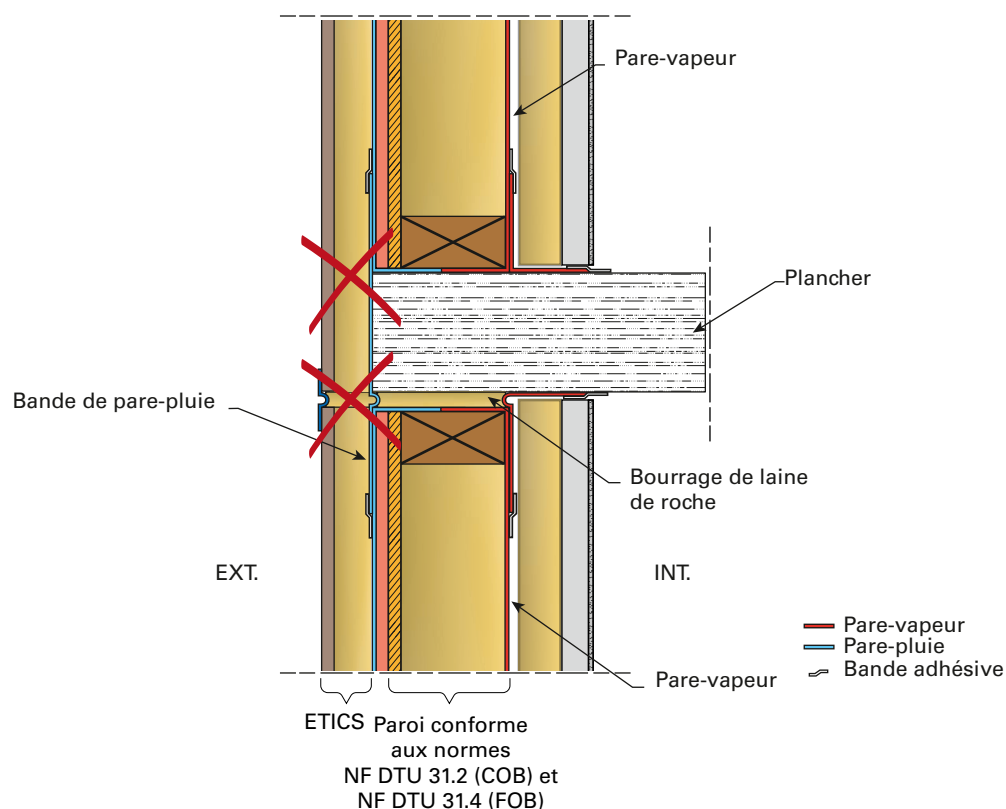


Figure 20 : **À ne pas faire** – porte-à-faux de l'ETICS sur FOB interrompue

Le système d'ETICS ne peut pas être en porte-à-faux.

## 4.4.1 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 §5.6.1.

### NOTE 14

Dans le cas particulier d'impossibilité de fixer le panneau isolant sur toute sa hauteur avec les fixations mécaniques (vis à rosace), par exemple en cas de présence d'encadrement de baie à l'arrière de l'isolant ou de coffre de volet roulant, il est possible de coller les panneaux isolants à l'aide d'un produit de collage visé dans l'ATec et/ou DTA relative au procédé ETICS (illustrations disponibles dans le Cahier de Prescriptions Techniques n° 3709\_V2) du Groupe Spécialisé 7.

Ce collage ne peut pas s'effectuer sur le pare-pluie de la paroi support.

Le collage de panneaux isolants est réservé à des zones ponctuelles hétérogènes (exemple : agglomérés, bois, brique de verre, acier dont acier galvanisé, élément de désolidarisation de coffre de volet roulant). Le collage de l'isolant doit s'effectuer en plein à la taloche crantée directement sur les supports concernés (pas d'encollage des panneaux mais encollage des supports).

On veillera au moment de la mise en œuvre des panneaux isolants à respecter la proportion des 2/3 - 1/3, à savoir 2/3 de la surface du panneau vissée sur support bois et 1/3 de la surface du panneau collée sur le support non absorbant.

## 4.4.2 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 décrites dans le présent guide :

- enduit visé par un ATec et/ou DTA ETICS sur support COB. 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'EAD 040083-00-0404 qui vise les supports béton/maçonnerie) – indiquée dans l'ETE de l'ETICS.
- reprise d'eau par capillarité de l'ensemble « isolant + enduit » après 24 heures :  $< 0,6$  kg/m<sup>2</sup> – indiquée dans l'ETE de l'ETICS et réalisée selon l'EAD 040083-00-0404.

### NOTE 15

Les valeurs de reprise d'eau par capillarité pour chaque configuration d'enduit sont indiquées dans les ETE ETICS selon l'EAD 040083-00-0404. Néanmoins, dans les ETE sous ETAG 004 et dans les ATec/DTA ETICS, seul le seuil de 0,5 kg/m<sup>2</sup> après 24 heures est indiqué. 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 ;
- les coefficients de succion et de redistribution de l'eau liquide (diffusion liquide) dans le système d'enduit.

Le système d'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 16

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 avec 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 chaux-ciment » (désigné par « enduit bâtard » dans l'étude hygrothermique), 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'EAD 040083-00-0404 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 la paroi n'accumule de l'eau.

### 4.4.3 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 (en cours de révision à date de la rédaction du guide), 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 d'encadrement de baie, présentant une valeur  $S_d = 0,18$  m.

## 4.5 Dispositions de conception au droit des points singuliers

En raison de l'absence de lame d'air ventilée du côté extérieur de l'ossature bois, il est impératif de maîtriser les passages d'eau dans l'isolant de l'ETICS. Une attention particulière est donc indispensable lors de la conception et de l'exécution des divers points singuliers et particulièrement les encadrements de baies et les fractionnements de l'ETICS au droit des joints entre éléments de FOB.

# Matériaux

Dans cette partie, les caractéristiques minimales des matériaux pour la composition de la paroi complète seront définies ainsi que d'éventuelles prescriptions complémentaires aux normes NF DTU 31.2 et du NF DTU 31.4.

## 5.1 Bois de structure

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

Les bois de structure qui peuvent être utilisés sont :

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

## 5.2 Isolant de la paroi support (COB ou FOB)

### 5.2.1 Isolant laine minérale présent entre les montants de la paroi

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

De façon à respecter les hypothèses considérées dans l'étude hygrothermique réalisée dans le cadre du présent guide, et par conséquent bénéficier de ses conclusions, la résistance thermique totale de l'isolation de la paroi (comprenant l'isolation entre montants et l'éventuel complément d'isolation intérieure) doit être inférieure ou égale à  $8,2 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ .

Si cette condition n'est pas respectée, une étude hygrothermique, selon les dispositions du guide « Détermination des hypothèses pour les simulations de transferts couples température/humidité dans les parois de bâtiment » (accessible *via* le lien : <https://www.proreno.fr/documents/determination-des-hypotheses-pour-les-simulations-de-transferts-couples-temperature-humidite-dans-les-parois-de-batiment>), spécifique doit être réalisée pour évaluer les risques liés à l'humidité dans la paroi.

### 5.2.2 Isolant à base de fibres de bois présent entre les montants de la paroi

Au moment de la rédaction du présent guide, les normes NF DTU 31.2 et NF DTU 31.4 ne visent pas l'isolant à base de fibres de bois.

L'isolant en fibres de bois est conforme à la norme NF EN 13171 + A1 et doit faire l'objet d'une évaluation spécifique de type ATE<sub>x</sub> ou ATE<sub>c</sub>/DTA du Groupe Spécialisé n° 20 visant son emploi en isolation entre montants pour COB ou FOB.

**NOTE 17**

Les isolants biosourcés à base de fibres de bois sont mis en œuvre uniquement entre montants d'ossature bois (FOB et COB). La mise en œuvre en isolant support d'enduit n'est pas envisagée par le présent guide.

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

**Tableau 8 : Caractéristiques spécifiques des isolants en fibres de bois**

| Caractéristiques essentielles NF EN 13171                                                                                                                                            | Unité                                      | Valeur              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------|
| Résistance thermique déclarée, $\lambda_D$                                                                                                                                           | m <sup>2</sup> .K/W                        | ≥ 0,20              |
| Conductivité thermique déclarée, $R_D$                                                                                                                                               | W/mK                                       | ≤ 0,070             |
| Épaisseur maximale                                                                                                                                                                   | mm                                         | 240                 |
| Épaisseur – Classe de tolérance d'épaisseur déterminée selon la norme NF EN 823 (méthode B1, 50 Pa)                                                                                  | –                                          | T2                  |
| Résistance à la diffusion de vapeur d'eau, MU                                                                                                                                        | –                                          | ≤ 5                 |
| Résistivité au passage de l'air A <sub>Fr</sub> déterminée selon la norme NF EN ISO 9053-1                                                                                           | –                                          | A <sub>Fr</sub> ≥ 5 |
| Autres caractéristiques                                                                                                                                                              | Caractéristique                            |                     |
| Résistance aux moisissures (28 ± 2) °C et (85 ± 4) % HR pendant 4 semaines (condition 3) selon la norme NF EN 17886                                                                  | Non sensible                               |                     |
| Semi-rigidité selon l'annexe A de la norme NF DTU 31.2 – P1-2 ou de la norme NF DTU 31.4 – P1-2                                                                                      | 1 cm ≤ déviation sous poids propre ≤ 12 cm |                     |
| Stabilité dimensionnelle selon la norme NF EN 1604 (48 h, 40 °C, 70 % HR)<br>• variation relative de longueur<br>• variation relative de largeur<br>• variation relative d'épaisseur | ± 0,5 %<br>± 1,5 %<br>± 3 %                |                     |

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

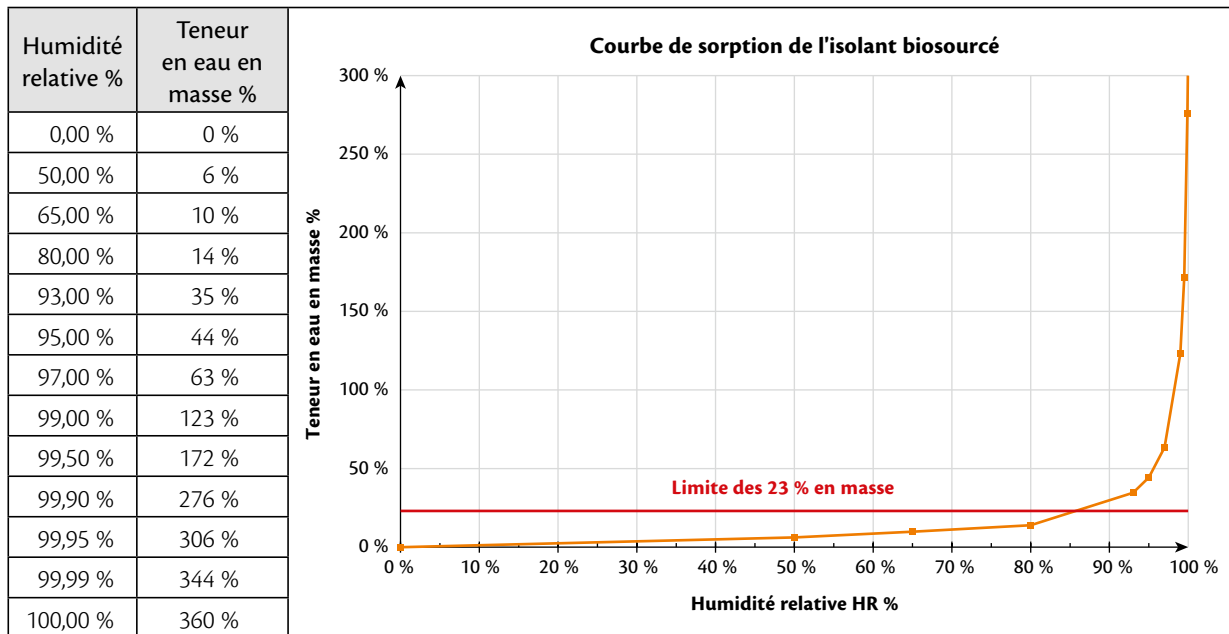
Les revêtements et surfaçages des isolants même jointoyés ne peuvent pas être considérés comme un système pare-vapeur au sens des normes NF DTU 31.2 ou NF DTU 31.4.

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

De par sa position dans la paroi et au vu des caractéristiques des autres composants (panneau stabilité, écran thermique, membrane, etc.), 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 m<sup>2</sup>.K/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-dessous, plus particulièrement pour les humidités relatives inférieures à 85 %.

Tableau 9 : Courbe de sorption de l'isolant biosourcé type



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.

### 5.2.3 Complément d'isolation intérieure éventuel

Le complément d'isolation par l'intérieur est généralement, pour des raisons de performances acoustiques, réalisé avec une contre-cloison désolidarisée de la paroi à ossature bois. Cette contre-cloison est conforme à la norme NF DTU 25.41.

L'isolation de la contre-cloison peut être :

- Un isolant en panneau ou rouleau à base de laine minérale conforme conforme à la norme NF DTU 25.41 : pour ces isolants, 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 inférieure au tiers de la résistance thermique totale de la paroi.
- Un isolant thermique en panneau ou rouleau de produit à base de fibres végétales ou animales faisant l'objet d'un Avis Technique ou d'un DTA du Groupe Spécialisé n° 20 visant favorablement une mise en œuvre en contre-cloison désolidarisée conforme à la norme NF DTU 25.41 devant des parois conformes aux normes NF DTU 31.2 (COB) et/ou NF DTU 31.4 (FOB) : pour ces isolants, la surisolation intérieure devra respecter la règle dite des « 1/4-3/4 », c'est-à-dire que la résistance thermique de la surisolation intérieure doit être inférieure au quart de la résistance thermique totale de la paroi.

## 5.3 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 aux normes NF DTU 31.2 et du NF DTU 31.4.

### 5.3.1 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 liquide de l'ossature bois en phase d'exploitation, en particulier en cas de fissuration du système d'enduit.

Les spécifications définies dans les normes NF DTU 31.2 et NF DTU 31.4 sont renforcées par l'utilisation de membranes pare-pluie devant avoir une résistance aux UV de 1000h UV (3 mois maximum) ou 5000h UV (6 mois maximum) en fonction de la durée d'exposition en phase chantier.

#### ATTENTION 17

Une attention particulière doit être portée sur le choix du pare-pluie en fonction du planning de l'opération et de la durée prévisionnelle entre la pose des panneaux d'ossature bois et la pose du revêtement extérieur. Si cette durée est proche ou supérieure à la durée acceptable par le pare-pluie, il sera nécessaire de prévoir un pare-pluie sacrificiel afin de s'assurer de l'absence de dégradation du pare-pluie définitif.

Conformément aux normes NF DTU 31.2 et NF DTU 31.4, la certification QB38 vaut preuve du respect des niveaux de performances requis pour la mise en œuvre dans le domaine d'emploi visé par les normes susnommées.

Les classements suivants, issus de la certification QB38, permettent de répondre aux performances visées pour le domaine d'application du présent guide :

- E650.Jo.C2 ou E650.Jf.C2 : pour une durée d'exposition aux intempéries de moins de 3 mois.
- E650.Jo.C3 ou E650.Jf.C3 : pour une durée d'exposition aux intempéries de moins de 6 mois.

#### NOTE 18

À défaut de bénéficier de cette certification, une réception par lot doit être réalisée selon l'Annexe C de la norme NF DTU 31.2 Partie 1-2 pour une COB et l'Annexe C de la norme NF DTU 31.4 partie 1.2 pour une FOB.

#### NOTE 19

Qu'apporte la membrane pare-pluie dans ce cas ?

La membrane pare-pluie est nécessaire dans la conception des constructions à ossature pour assurer :

- une protection provisoire en phase chantier ;
- éventuellement une protection en cas de passage d'eau liquide au niveau des points singuliers de la paroi.

Les membranes pare-pluie avec bandes adhésives intégrées ou rapportées peuvent être utilisées sous réserve qu'elles répondent aux spécifications prévues dans ce paragraphe.

Dans le cas d'un ETICS, les membranes pare-pluie sont maintenues en phase provisoire par des agrafes à rondelles plastiques.

Il existe des procédés de panneaux rigides (non à base de bois) qui jouent la fonction de pare-pluie (voir §5.4).

## 5.3.2 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 doivent être conformes aux normes NF DTU 31.2 et/ou NF DTU 31.4.

Les membranes pare-vapeur permettant d'assurer la continuité de la perméabilité à l'air avec le gros œuvre, doivent posséder a minima les mêmes propriétés que les membranes pare-vapeur mises en œuvre sur les éléments de FOB et COB. Ces membranes peuvent être revêtues de surface autocollante (simple ou double face).

#### ATTENTION 18

Un retour d'expérience européen amène à une vigilance sur l'emploi de membranes pare-vapeur ayant un  $S_d$  élevé. L'usage de membranes pare-vapeur ayant un  $S_d$  proche de l'exigence indiquée de 90 m est envisagée en l'état des retours d'expérience actuels.

L'intégration de membranes hygro-régulantes peut également être envisagée. Dans ce cas, 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 expérimentales et numériques de transferts hygrothermiques de cette paroi sont alors nécessaires.

### 5.3.3 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. 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 avec le protocole d'essai défini dans les normes NF DTU 31.2 P1-2 et NF DTU 31.4 P1-2.

La certification CTB « Composants et Systèmes » permet de garantir le respect des caractéristiques nécessaires pour la mise en œuvre dans le domaine d'emploi visé :

- compatibilité du ruban adhésif avec les exigences des systèmes pare-vapeur ;
- compatibilité du ruban adhésif avec les exigences des systèmes pare-pluie ;
- durée d'exposition maximale en phase chantier dans le cas des systèmes pare-pluie.

#### NOTE 20

À défaut de bénéficier de cette certification, une réception par lot doit être réalisée selon l'Annexe C de la norme NF DTU 31.2 Partie 1-2 pour une COB et l'Annexe C de la norme NF DTU 31.4 partie 1.2 pour une FOB

### 5.3.4 Autres dispositifs et accessoires participant à l'étanchéité à l'eau et constituant une 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 sont définies dans les paragraphes ci-après.

#### ■ Fond 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 21

Le label SNJF permet d'attester que les mastics présentent 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 à la norme 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 protocoles d'essais sont définis dans les normes NF DTU 31.2 P1-2 et NF DTU 31.4 P1-2.

## ■ 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 ( $T \leq -5^\circ\text{C}$  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 inférieur 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.

### NOTE 22

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.

## 5.4 Panneaux

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

### ATTENTION 19

Panneau avec fonction pare-pluie : il est uniquement envisageable pour un bâtiment d'une hauteur maximale de 9 m et doit faire l'objet d'un ATec ou DTA couvrant l'emploi envisagé.

## 5.4.1 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 à la norme 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 à la norme NF DTU 31.4, partie 1.2.

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 supports du complexe d'ETICS (donc pas du côté extérieur), bénéficient d'une certification (respectivement CTB-X, CTB-OSB, CTB-H, certification individuelle de produit CTB Panneaux de lamelles minces, longues et orientées (OSB) pour la construction) ou doivent faire l'objet d'une réception par lot selon l'Annexe B des DTU précités.

Lorsqu'ils sont supports du système ETICS, les panneaux devront respecter les critères définis dans le Tableau 10.

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 <sup>(1)</sup>       | NF extérieur CTB-X <sup>(6)</sup> | 12 mm <sup>(5)</sup> | Oui                         |
| Panneau de particules | P5 ou P7 <sup>(2)</sup> | CTB-H <sup>(6)</sup>              | 12 mm <sup>(5)</sup> | Oui                         |
| Panneau OSB/3         | –                       | CTB-OSB 3 <sup>(6)</sup>          | 12 mm <sup>(5)</sup> | Oui                         |
| Panneau OSB/4         |                         | CTB-OSB 4 <sup>(6)</sup>          | 12 mm <sup>(5)</sup> | Oui                         |
| Panneau Lamibois LVL  | 2 ou 3 <sup>(4)</sup>   | –                                 | 15 mm                | Non                         |
|                       | 2S ou 3S <sup>(4)</sup> |                                   |                      | 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  
5. Le retour d'expérience conduit à majorer l'épaisseur du panneau par rapport aux dispositions du Cahier de Prescriptions Techniques n° 3729\_V2 du Groupe Spécialisé n° 7  
6. Ou certification individuelle de produit CTB Panneaux de lamelles minces, longues et orientées (OSB) pour la construction.

Il existe des procédés de panneaux pouvant assurer 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 ATE<sub>x</sub> de cas a ou ATec/DTA visant cet emploi.

### NOTE 23

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, classement de résistance au feu  $E_{o \rightarrow i} 30$ .

### ATTENTION 20

Les panneaux de contreventement ou de stabilité, en fonction de la conception globale de la paroi, peuvent être mis en œuvre côté intérieur et/ou côté extérieur de la paroi.

Le panneau côté extérieur sert également de support de l'ETICS et, éventuellement, d'écran thermique. L'épaisseur des panneaux ne doit pas dépasser 18 mm.

## 5.4.2 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.

### ATTENTION 21

En COB, les panneaux assurant la fonction d'écran thermique, ne peuvent pas aussi assurer la fonction contreventante. Contrairement à la COB, pour les FOB, un seul panneau peut assurer les fonctions de stabilité et d'écran thermique sous réserve que celles-ci soient visées dans le cadre d'une ATEEx ou d'un Avis Technique et couvertes par une Appréciation de laboratoire.

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

### ATTENTION 22

Les procédés d'ETICS pour lesquels l'ETICS 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.

## 5.5 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 encadrement de baie rapporté). 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 le fait de réaliser l'étanchéité de la menuiserie sur cet encadrement de baie, qui devient donc un encadrement de baie rapporté.

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, etc.) au sens de la norme NF EN 14351 (Fenêtres et portes) avec les pressions indiquées dans la norme NF DTU 36.5 P3 ;
- les dispositions constructives d'intégration de la menuiserie dans la façade seront à justifier au sens de la norme NF EN 13830 (Façades rideaux) suivant la typologie de façade (protocole défini au §B.1 de l'ANNEXE B du présent guide), pour tout domaine d'emploi hors du cadre de l'Avis Technique et/ou ATEEx relatif au procédé d'ETICS.

### 5.5.1 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 norme NF EN 14351-1 prennent en compte les exigences de robustesse précisées dans la norme NF DTU 36.5.

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

#### NOTE 24

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

## 5.5.2 Fermetures et stores extérieurs

Les fermetures et stores extérieurs pour baies équipées de fenêtres sont conformes à la norme NF DTU 34.4 :

- volet roulant ;
- volet battant ;
- volet coulissant ;
- store vénitien extérieur ou brise-soleil orientable (BSO).

Les fermetures et stores extérieurs intégrés sont conformes à la norme NF DTU 36.5 :

- blocs-baies avec coffre de volet roulant (CVR) ;
- blocs-baies avec coffre de brise-soleil orientable (BSO).

#### NOTE 25

Dans le cas d'une mise en œuvre de menuiseries extérieures comportant des coffres (de volets roulants ou des brise-soleil orientables ou de stores vénitiens extérieurs), il conviendra de fournir un rapport d'essai A\*E\*V\* du bloc-baie complet comprenant la menuiserie extérieure ainsi que le volet roulant et les coulisses.

## 5.5.3 Encadrements de baie rapportés assurant la fonction étanchéité

Seuls les encadrements métalliques soudés (étanches) ou assemblés sont envisagés dans ce guide.

Les encadrements de baie permettent d'assurer un double niveau d'imperméabilisation à l'eau de pluie au niveau de l'interface entre le système d'ETICS et l'encadrement de baie rapporté en acier.

- Le premier niveau d'imperméabilisation est réalisé entre l'ETICS et l'encadrement de baie rapporté en acier.
- Le second niveau d'imperméabilisation est réalisé entre l'encadrement de baie rapporté et le pare-pluie, positionné sur la paroi support. Il consiste en un recouvrement de la paroi support par l'encadrement de baie rapporté, complété par des bandes d'étanchéité pontant la jonction encadrement de baie rapporté / paroi support.

#### NOTE 26

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

Les encadrements de baie doivent être en acier avec une épaisseur minimale de 10/10<sup>e</sup>.

Les encadrements de baie doivent présenter un rejingot d'au moins 50 mm. Pour les encadrements de baie rapportés de type assemblés, la bavette de capotage 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.

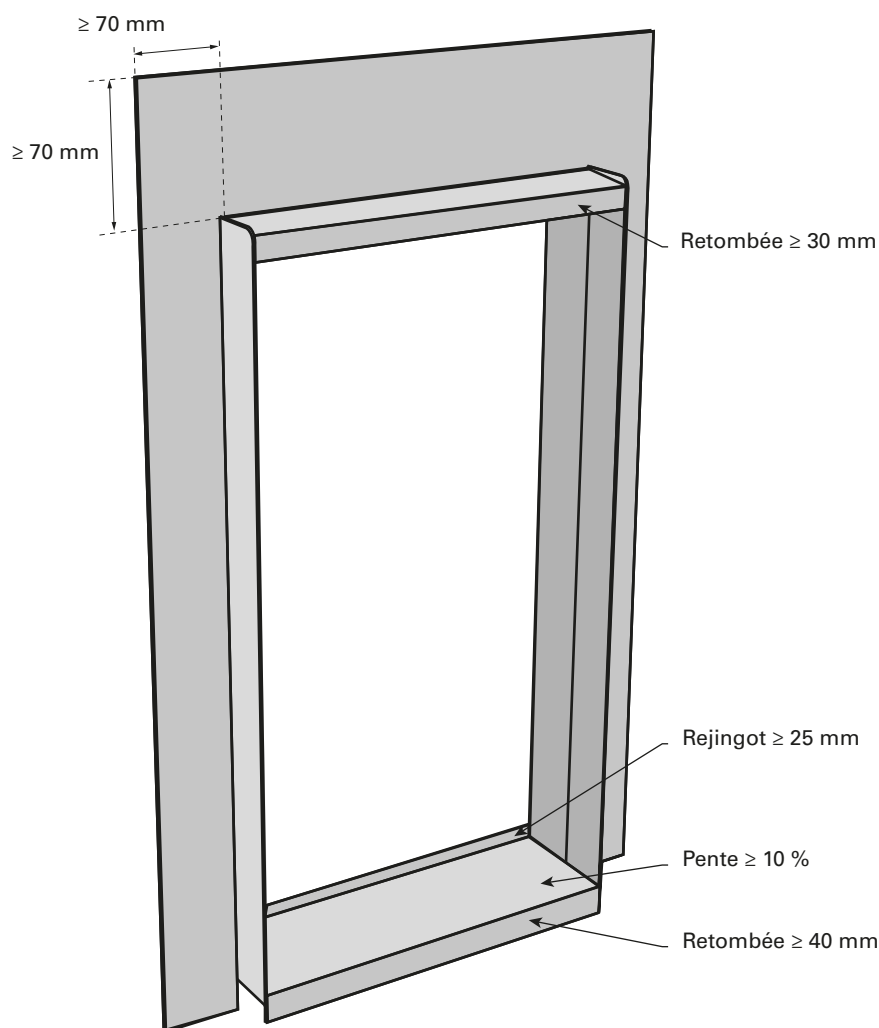


Figure 21 : Aperçu 3D d'un encadrement de baie acier monobloc

En linteau, l'encadrement doit présenter :

- une pente d'au moins 3 % vers l'extérieur ;
- une saillie d'au moins 20 mm par rapport au nu extérieur du parement de l'ETICS.

Les encadrements pourront faire l'objet d'un plan d'assurance qualité avec des points de contrôle intégrant notamment des contrôles adaptés sur :

- les dimensions des encadrements de baie rapportés comprenant la vérification du respect des cotes minimales, l'aptitude à recevoir les calfeutrements, les pentes minimales et tolérances à respecter ;
- les écarts de rectitude qui devront être inférieurs à 2 mm par mètre ;
- les soudures (qualité, continuité, etc.) ;
- les préparations et protections contre la corrosion.

### 5.5.4 Accessoires d'étanchéité associés à la mise en œuvre des menuiseries

Les produits de calfeutrement à employer sont ceux précisés dans les recommandations professionnelles RAGE « Réalisation des encadrements de baies et intégration des menuiseries extérieures dans les parois à ossature bois ».

## ■ Fond de joint

Élément qui limite la profondeur et définit le profilé arrière du produit de calfeutrement.

Il permet :

- de déterminer le volume du mastic constituant le calfeutrement du joint ;
- d'assurer un travail du mastic sur deux faces sensiblement parallèles ;
- d'exercer une pression sur le mastic (lissage) pour assurer un contact optimum du mastic avec les deux faces à étancher.

Une fois le mastic sec ou réticulé, le fond de joint n'a plus de fonction.

## ■ 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 à la norme 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.

# 5.6 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 à la PARTIE 4. Le procédé d'ETICS fait l'objet d'un ATec ou DTA visant le support bois.

## 5.6.1 Fixations

Les fixations nécessaires à la mise en place des panneaux isolants de l'ETICS sont des vis à rosace. Elles doivent être visées dans les ATec ou DTA relatifs au procédé ETICS.

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 « mono-densité ». Il n'est pas visé pour des panneaux isolants de type « bi-densité ».

### ATTENTION 23

Dans le présent document, seules les fixations « vis à rosace » sont visées pour la mise en place des panneaux isolants de l'ETICS. Les fixations par agrafes ne sont pas visées dans ce guide.

## 5.6.2 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'ATec ou DTA en cours de validité de l'ETICS sur support COB. Ceux-ci présentent une masse volumique supérieure ou égale à 90 kg/m<sup>3</sup>.

### NOTE 27

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.

## 5.6.3 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 24

Seules les configurations présentant les caractéristiques et performances indiquées dans le §4.4.2 du présent guide, sont visées.  
Les autres systèmes d'enduit ne sont pas visés dans ce guide.

## 5.6.4 Divers : accessoires

Les accessoires sont ceux indiqués dans l'ATec ou DTA ETICS sur support bois qui font principalement référence au §3.9 du Cahier de Prescriptions Techniques n° 3035\_V3 du Groupe Spécialisé 7 (en cours de révision à la date de rédaction du guide).

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.

### 5.6.4.1 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. La compatibilité de combinaison entre joints horizontaux et verticaux devra être vérifiée. D'autre part, un pas à pas illustré décrivant la mise en œuvre du joint en croix est recommandée. Des accessoires peuvent également être prévus et mis en œuvre au niveau de ces intersections de joints afin de limiter les passages d'eau liquide tout en permettant les mouvements entre les différents panneaux.

### NOTE 28

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 ses fonctions dans le temps.

#### 5.6.4.2 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 peut être 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 29

À notre connaissance, ce type d'accessoire n'est actuellement pas proposé par l'ensemble des détenteurs d'ETICS mais certains modèles existent sur le marché. Les caractéristiques à évaluer sont, notamment, la durabilité du produit et le maintien de ses fonctions dans le temps

Des schémas illustrant cette disposition sont présentés au §6.3.3.



# Mise en œuvre

## 6.1 Paroi support

### 6.1.1 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 » de la norme 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'auto-contrôles 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 auto-contrôles devront être précisés sous forme de tableau de synthèse dans le PAQ.

Les points étapes sont, entre autres :

- contrôles à réception des composants ;
- contrôles de l'humidité des bois ;
- contrôles dimensionnels des coupes et assemblages ;
- contrôles de la densité des fixations ;
- contrôles et vérifications des ferrures d'ancrages et de levage ;
- contrôles de mise en œuvre des pare-pluie et pare-vapeur ;
- indication des axes des montants de la paroi à ossature bois pour fixation sur chantier des isolants support d'enduit.

La gestion des non-conformités devra être précisée.

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

- hauteur :  $\pm 3$  mm sur la cote nominale ;
- longueur :  $\pm 1$  mm/m sur la cote nominale avec une limite à  $\pm 5$  mm ;
- épaisseur :  $\pm 2$  mm sur la cote nominale ;
- rectitude des bords :  $\leq 1$  mm/m ;
- faux équerrage :  $\leq 1$  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.

Ces tolérances devront être prises en compte dans l'analyse des jeux disponibles en œuvre et pourront être resserrées, si nécessaire.

## 6.1.2 Conditions de mise en œuvre

Comme évoqué dans les introductions des normes NF DTU 31.2 et 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.

### 6.1.2.1 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. Les OCIL complètent 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, lorsqu'il est nécessaire de prévoir un ouvrage complémentaire entre parties d'ouvrage, il est nécessaire de définir les conditions de mise en œuvre en précisant la prise en compte des différentes tolérances (fabrication, support, etc.) et la réception du support se devra d'être notifiée par auto-contrôle. Le détail, la fréquence de réalisation, les supports utilisés, ainsi que les responsables de ces auto-contrôles, devront être précisés sous forme de tableau de synthèse dans le PAQ.

Les points d'étape 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.

### 6.1.2.2 Gestion de l'humidité en phase chantier

Le PAQ de la gestion de l'humidité en phase chantier devra intégrer les procédures qualité issues du guide « Construction bois et gestion de l'humidité en phase chantier » rédigé par INGENECO et financé par le CODIFAB<sup>2</sup> qui centralise les bonnes pratiques spécifiques à cette technique (voir ANNEXE D du présent guide).

## 6.2 Revêtement extérieur en partie courante

### 6.2.1 Conditions 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 §6.2.2 et les dispositions spécifiques décrites au §6.2.3 :

- réception de la paroi support (COB ou FOB) : voir §6.2.2.1 ;
- 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 ;

<sup>2</sup> Lien vers le guide : <https://www.codifab.fr/actions-collectives/construction-bois-et-gestion-de-lhumidite-en-phase-chantier-2426>

- 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 30

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.

## 6.2.2 Mise en œuvre du support de l'ETICS

### 6.2.2.1 Réception du support

La mise hors d'eau des panneaux de COB ou de 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 la norme NF DTU 31.2 ou la norme NF DTU 31.4 sont respectés ;
- 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 %.

Les logigrammes suivants présentent un exemple des différentes phases pour lesquelles des contrôles peuvent être réalisés, en fonction du niveau de préfabrication du support.

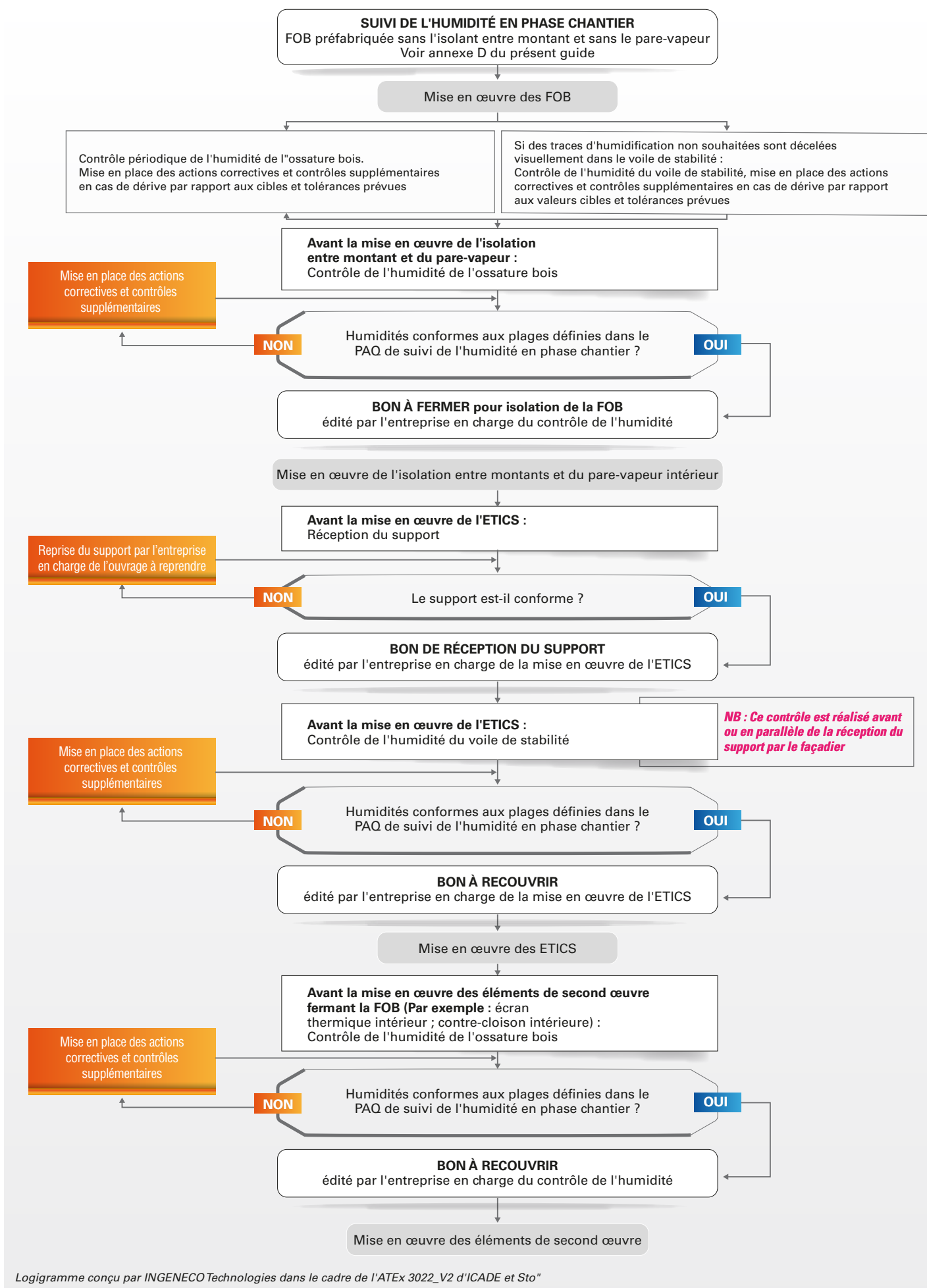


Figure 22 : Logigramme SANS isolant entre montants et SANS pare-vapeur

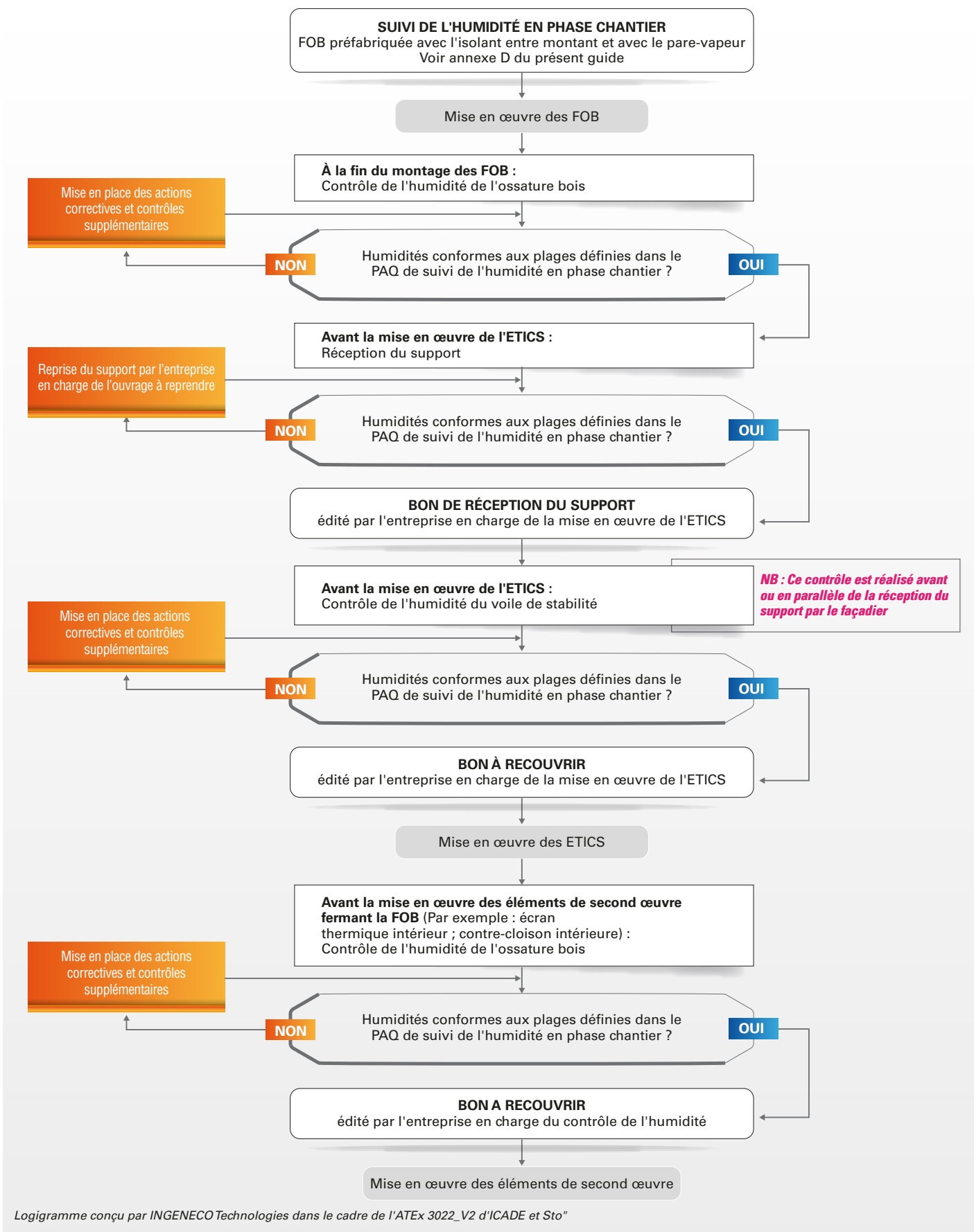


Figure 23 : Logigramme AVEC isolant entre montants et AVEC pare-vapeur

### 6.2.2.2 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.

### 6.2.2.3 Contrôles de mise en œuvre

Auto-contrôles 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 auto-contrôles sont consignés dans une fiche d'auto-contrôle 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.

## 6.2.3 Dispositions spécifiques en fonction de la hauteur du bâtiment

Sauf cas particulier, le domaine d'emploi des Avis Techniques/DTA des ETICS sur support bois sont limités à des bâtiments conformes à la norme 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 l'exposition à la pluie battante et du climat, sont nécessaires.

### 6.2.3.1 Dispositions et conditions spécifiques en partie courante

Les ETICS sur support bois ne prévoient généralement pas de dispositions complémentaires afin d'améliorer le comportement à l'eau de pluie en partie courante. Il est cependant possible d'envisager certaines dispositions afin d'améliorer ce comportement et de limiter ainsi le risque d'humidification du support en bois. Plusieurs solutions sont envisageables :

- mise en œuvre d'un pare-pluie entre l'ossature bois et l'ETICS. Cette disposition contribue à limiter le risque d'humidification du support bois du fait d'entrées d'eau liquide dans l'ETICS (chocs ou fissuration du système d'enduit) ;
- mise en place d'un dispositif d'évacuation (bavette de rejet d'eau) des eaux d'infiltration et de condensation (voir Figure 24) ;
- ajout d'éléments architecturaux horizontaux, comme des coursives, afin de protéger physiquement le système d'enduit de la pluie battante.

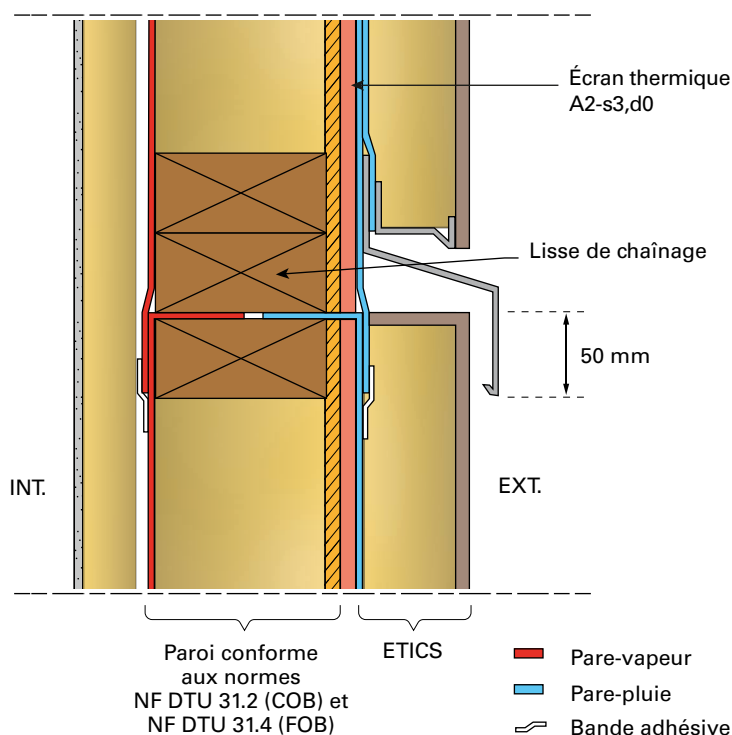


Figure 24 : Bavette de rejet d'eau sur COB

### 6.2.3.2 Dispositions spécifiques à la mise en œuvre des encadrements de baies

Deux cas sont recommandés :

- $H \leq R+2$  (9 m) : application des dispositions des ATec/DTA sans dispositions complémentaires particulières ;
- $H > 9$  m : encadrement de baie rapporté indispensable. Les autres dispositions définies pour les niveaux Ee1 et Ee2 dans les normes NF DTU 31.2 et NF DTU 31.4 sont adaptées au projet. Prévoir les protections en fonction des prescriptions du Tableau 3 du §1.1 du présent guide.

#### ATTENTION 25

Un essai « AEV façade » de la configuration retenue pour l'encadrement de baie sera à prévoir (seule exception : configuration déjà testée) (Voir Annexe F).

### 6.2.4 Dispositions de mise en œuvre de l'ETICS

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

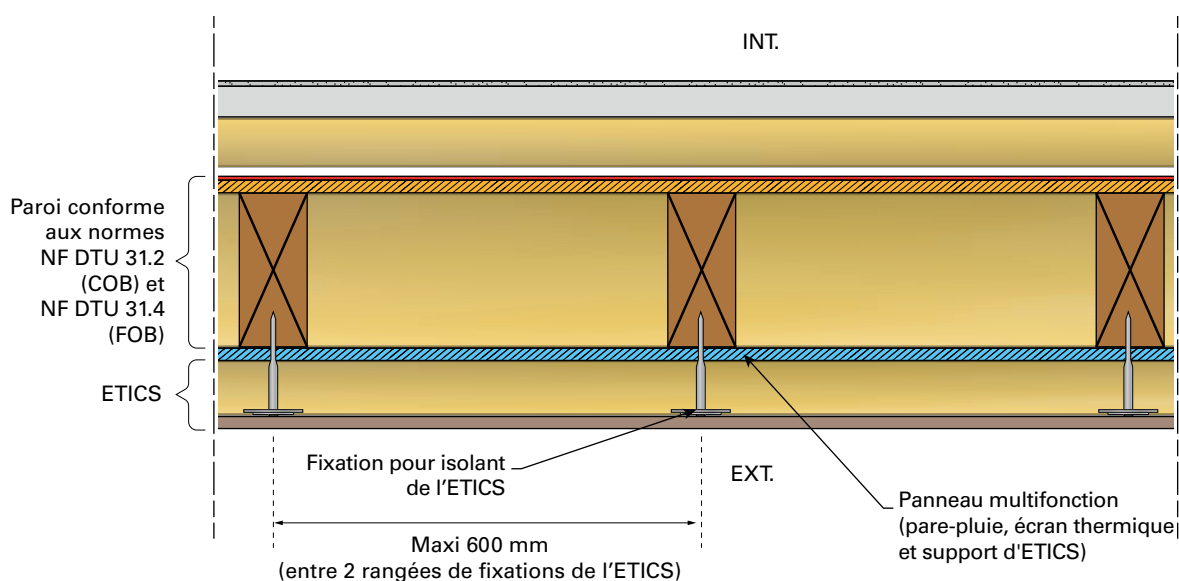


Figure 25 : Mise en œuvre de l'ETICS sur une paroi avec pare-pluie souple – coupe horizontale

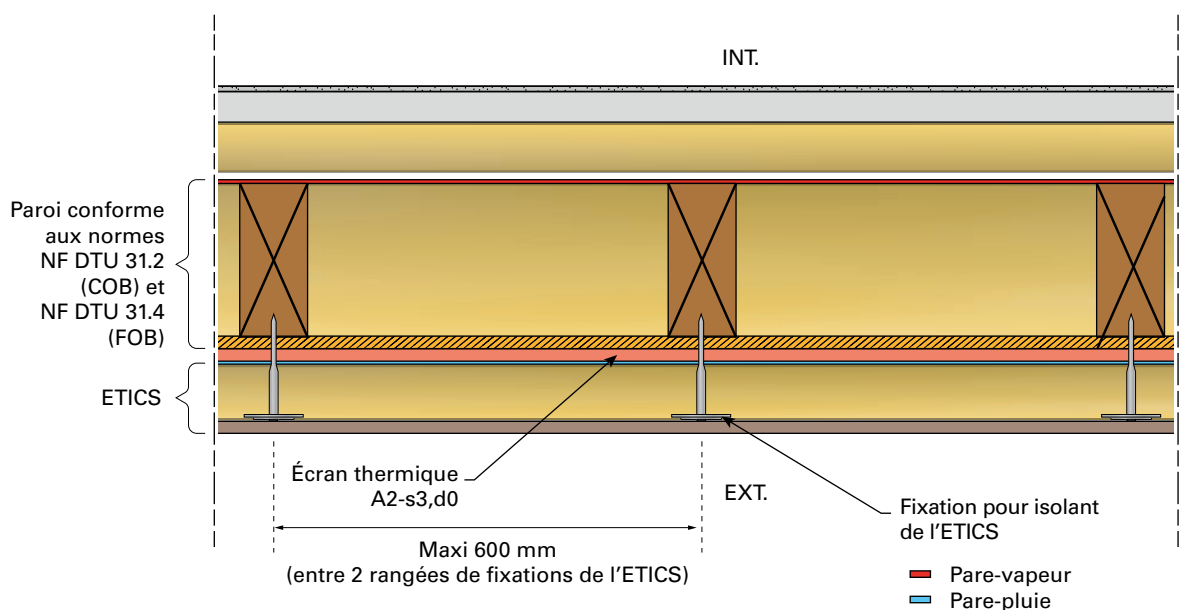


Figure 26 : Mise en œuvre de l'ETICS sur une paroi avec le panneau rigide ayant la fonction pare-pluie – coupe horizontale

#### ATTENTION 26

L'entraxe des fixations de l'isolant de l'ETICS doit être en accord avec l'ATTENTION 27.

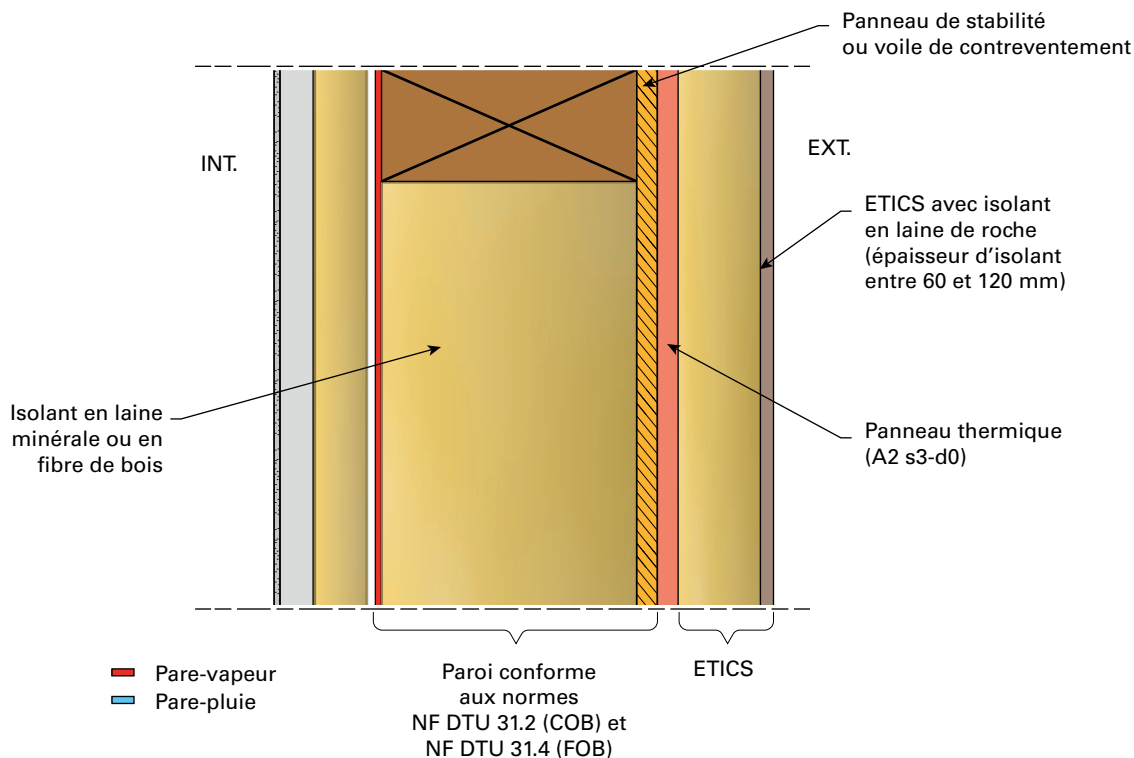


Figure 27 : Mise en œuvre de l'ETICS sur une paroi avec pare-pluie souple – coupe verticale

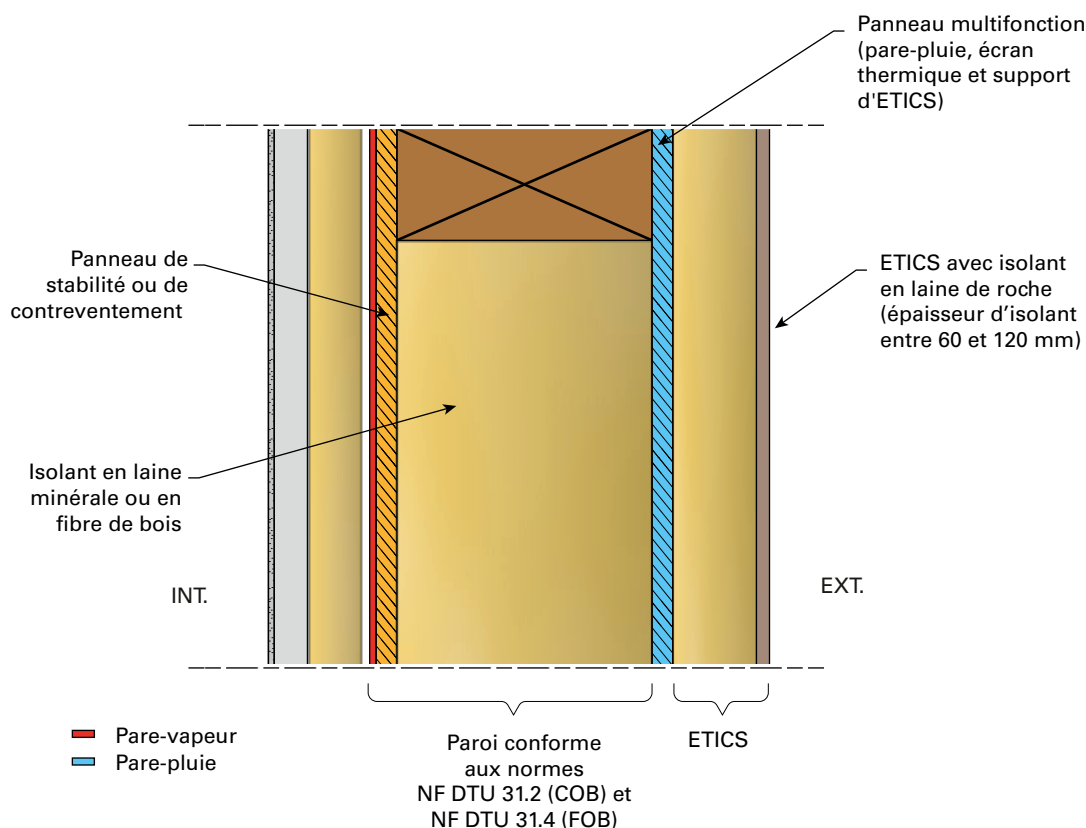


Figure 28 : Mise en œuvre de l'ETICS sur une paroi avec le panneau rigide ayant la fonction pare-pluie – coupe verticale

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

La fixation des panneaux isolants se fait dans les montants de l'ossature bois. Pour ce faire, la position des montants devra systématiquement être indiquée sur le pare-pluie par l'entreprise en charge de la FOB et du pare-pluie. Ce repérage pourra par exemple être réalisé avec un marqueur blanc résistant aux UV et à la pluie, avec des bandes adhésives parapluie ayant au minimum les mêmes propriétés de résistance aux intempéries que le pare-pluie ou avec la position des agrafes à pastilles plastiques au droit des montants.

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

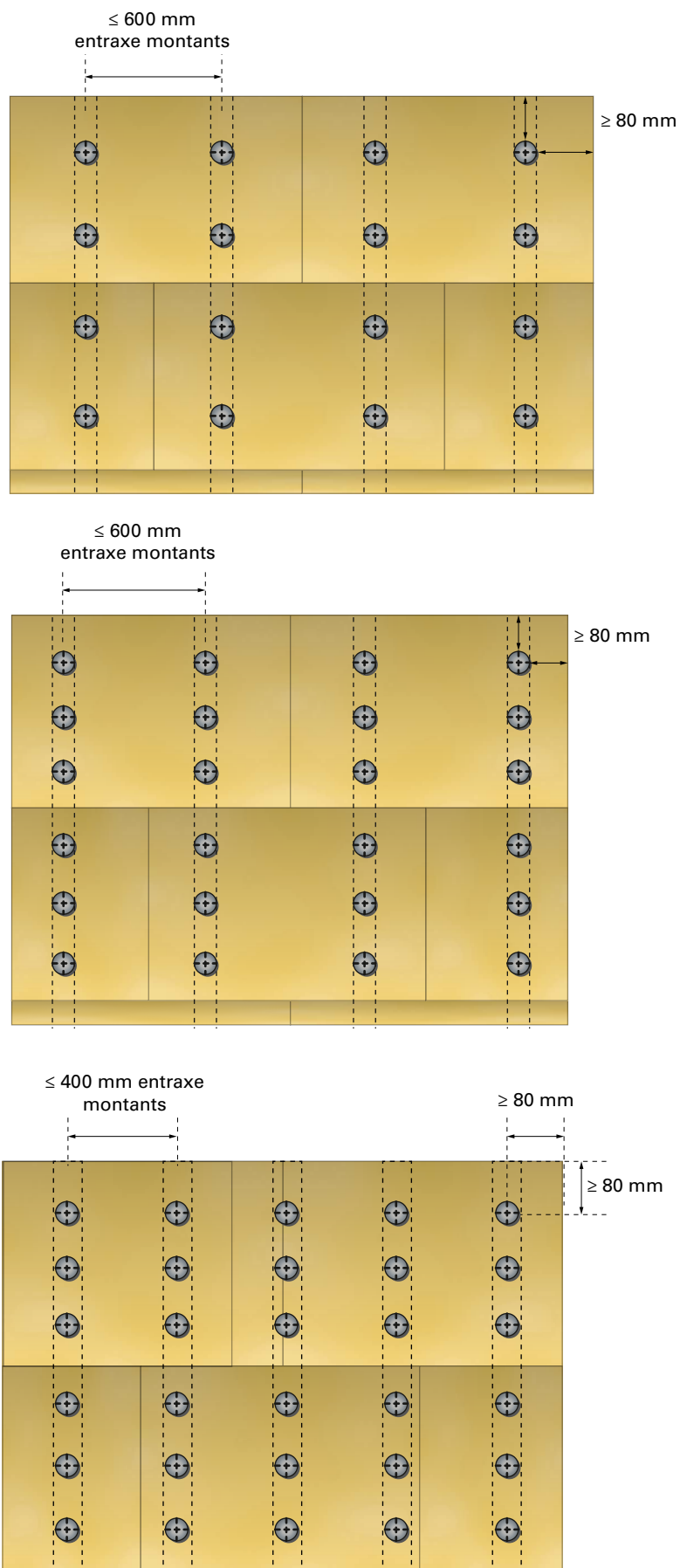


Figure 29 : Vue du chevillage

### ATTENTION 27

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.

#### 6.2.4.2 Dispositions spécifiques à la mise en œuvre des menuiseries et de l'encadrement de baie rapporté

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

Tableau 11 : Exigences de mise en œuvre des menuiseries vis-à-vis de l'étanchéité à la pluie

|                                                 | Niveau d'étanchéité N2                                    | Niveau d'étanchéité N3 | Commentaires                                                                                                         |
|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Encadrement de baie rapporté                    |                                                           |                        |                                                                                                                      |
| Encadrement de baie rapporté métallique (acier) | Assemblé                                                  | Soudé                  | Pour encadrement de baie assemblé :<br>Bavettes avec oreilles soudées<br>Disposition DTU pour bavette, jambage, etc. |
|                                                 | Soudé                                                     |                        | Pas de retour d'ETICS en tableau                                                                                     |
| Position de l'encadrement de baie rapporté      | Tunnel ou Applique extérieure                             |                        | L'étanchéité de l'encadrement de baie rapporté est réalisée en applique extérieure                                   |
| Menuiseries                                     |                                                           |                        |                                                                                                                      |
| Position du calfeutrement de la menuiserie      | Applique intérieure contre l'encadrement de baie rapporté |                        | Pas de nu intérieur                                                                                                  |
| Position de la menuiserie                       | Nu intérieur                                              |                        | La menuiserie peut être mise en œuvre du nu extérieur, au nu intérieur de la paroi à ossature bois                   |
|                                                 | Au milieu du tunnel                                       |                        |                                                                                                                      |
|                                                 | Nu extérieur                                              |                        |                                                                                                                      |

### ATTENTION 28

En cas d'applique extérieure de la menuiserie, la mise en œuvre de l'ETICS nécessite un soin tout particulier notamment au droit des goussets de l'encadrement (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 N2 ;
- 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.

## 6.3 Points singuliers (paroi et revêtement extérieur)

Les schémas présentés dans ce paragraphe sont donnés à titre d'exemples ; d'autres solutions sont envisageables en respectant les préconisations des normes 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 29

Dans ce paragraphe :

- Lorsque les contre-cloisons sont représentées, elles sont données à titre d'information, elles devront être conformes au référentiel technico-règlementaire dont elles relèvent.
- La composition représentée pour les parois supports est générique et non limitative. Les compositions devront être conformes aux normes NF DTU 31.2 et NF DTU 31.4 et dispositions spécifiques du présent guide.

### 6.3.1 Généralités spécifiques aux supports FOB

#### ■ Dispositions applicables aux supports FOB

Les dispositions spécifiques aux différentes typologies de FOB et au traitement des points singuliers sont décrites dans la norme NF DTU 31.4. Il y a aura lieu, en complément de ce qui est indiqué dans cette norme, de veiller à ce que :

- le rétablissement de l'étanchéité à l'eau au droit des jeux fonctionnels horizontaux et verticaux soit réalisé selon le dimensionnement effectué afin que le traitement de ces jonctions soient compatibles avec les déformations différentielles prévisibles (voir §4.2.2.2) et que la fonction d'étanchéité à l'eau soit maintenue pendant toute la vie de l'ouvrage ;
- que le calepinage des FOB et de son ossature permette la bonne mise en œuvre du procédé d'ETICS selon les dispositions qui lui sont spécifiques.

#### ■ Dispositions spécifiques applicables à l'ETICS pour un emploi sur support FOB

L'ETICS ne peut pas ponter de part et d'autre les jeux fonctionnels de FOB, il doit nécessairement être recoupé et traité :

- pour les jonctions horizontales en nez de dalle, l'ETICS est recoupé horizontalement tous les niveaux *via* la présence d'une bavette de rejet d'eau assurant généralement aussi la fonction déflecteur de flamme (voir §6.3.3).
- pour les jeux fonctionnels verticaux (dans le plan ou dans les angles), l'ETICS est recoupé au droit du jeu fonctionnel de la FOB et la jonction entre les 2 parties d'ETICS est traitée avec un joint fonctionnel spécifique au droit de l'ETICS (voir §6.3.4 et §6.3.5.2).

Il conviendra que la réalisation de ces joints soit faite en respectant les cotations issues du dimensionnement de ce joint.

### 6.3.2 Départ en partie basse

#### ■ Rappel des dispositions spécifiques au support selon les normes NF DTU 31.2 et NF DTU 31.4

Tous les éléments structuraux 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.

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).

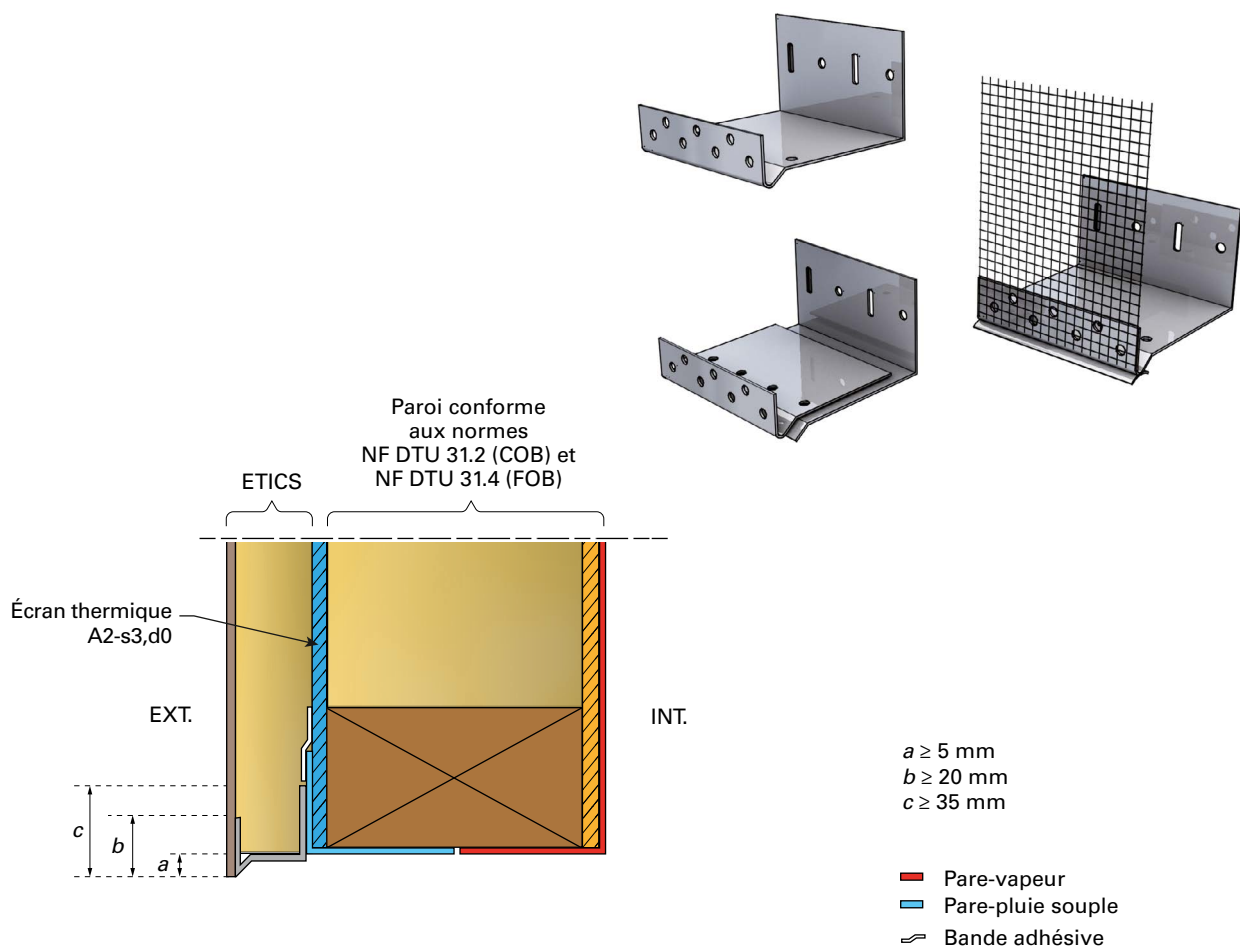


Figure 30 : Profilé de départ

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 de Prescriptions Techniques n° 3035\_V3 du Groupe Spécialisé 7 (en cours de révision à date de la rédaction du guide).

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

Le profilé de départ doit être fixé dans l'ossature bois (et non dans le support béton).

### ATTENTION 30

Pour respecter la cote de 30 mm précitée, il peut être nécessaire d'avoir recours à des profilés sur mesure.

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. Celle-ci peut être soit raccordée sous la lisse basse, soit sur la dalle.

## ■ Cas de figure avec pare-pluie souple

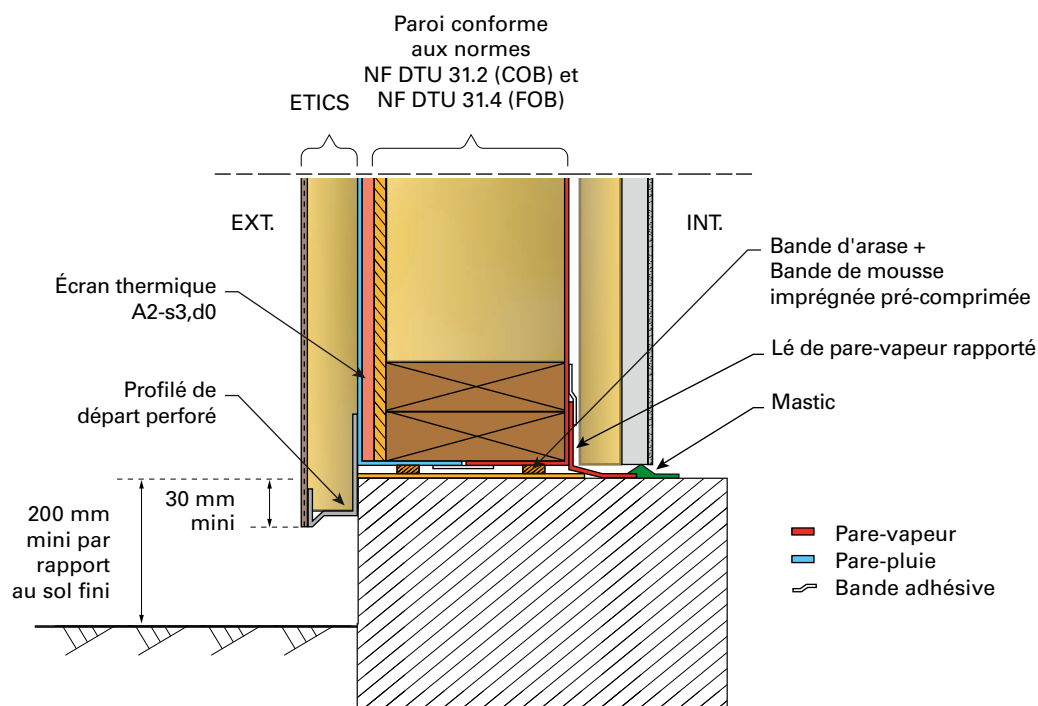


Figure 31 : Exemple de pied de façade avec un pare-pluie souple

## ■ Cas de figure avec panneau rigide ayant la fonction pare-pluie

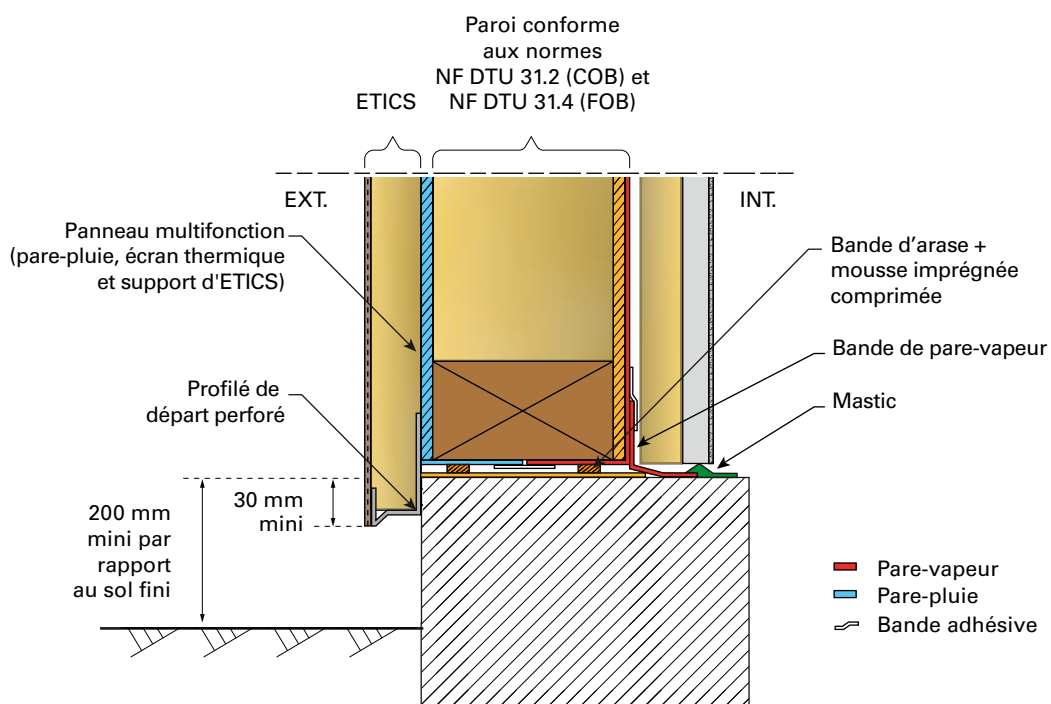


Figure 32 : Exemple de pied de façade avec un panneau rigide ayant la fonction pare-pluie

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

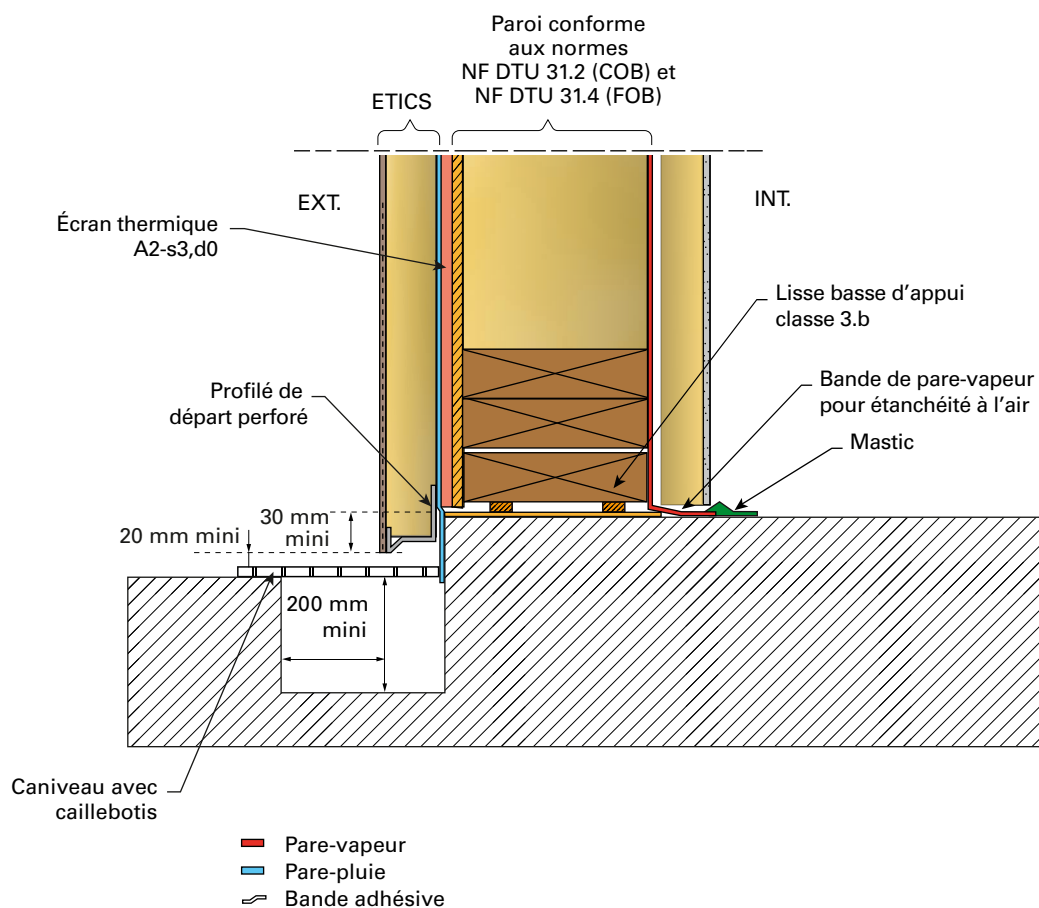


Figure 33 : Exemple de pied de façade en présence d'un caniveau extérieur avec pare-pluie souple

## 6.3.3 Raccordement aux planchers

### 6.3.3.1 Sur support COB

Les solutions de traitement de ces jonctions sont décrites dans la norme NF DTU 31.2 et dans les référentiels des ETICS.

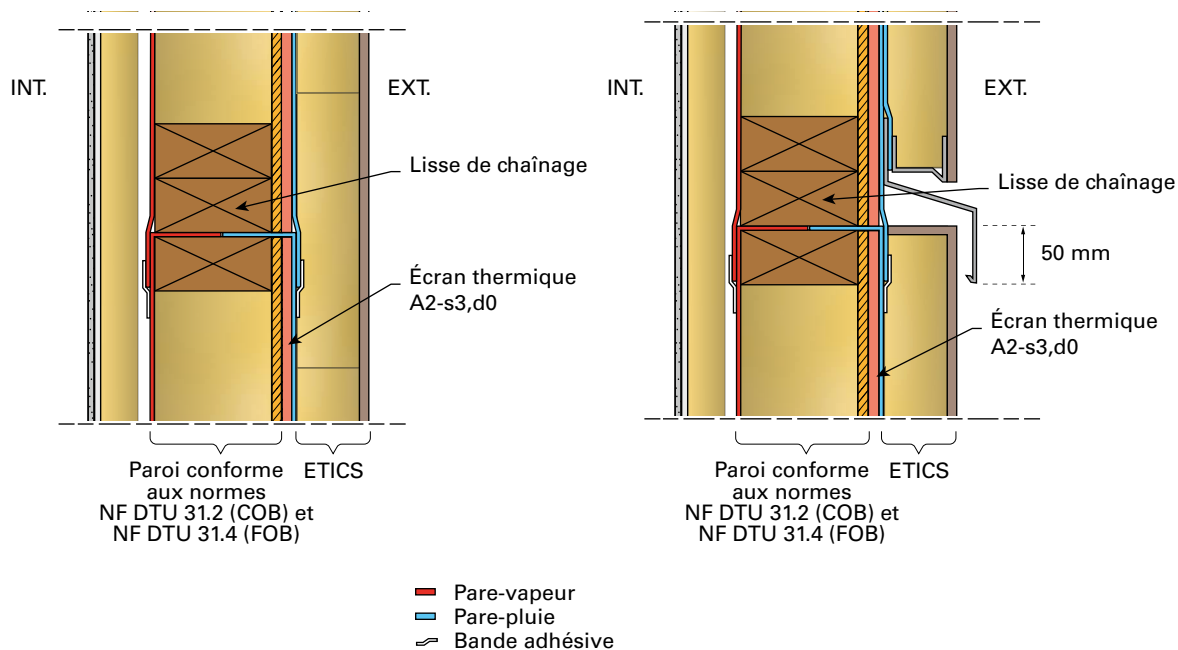


Figure 34 : Solutions de joint de fractionnement en COB

### 6.3.3.2 En FOB

La figure ci-dessous donne un exemple de traitement de joint fonctionnel horizontal entre 2 FOB superposées.

Une attention particulière devra être apportée à la jonction en croix entre ce joint fonctionnel horizontal et les joints fonctionnels verticaux décrits au §6.3.4. Les dispositions prises pour ces jonctions en croix devront notamment permettre d'assurer une continuité de l'étanchéité à l'eau.

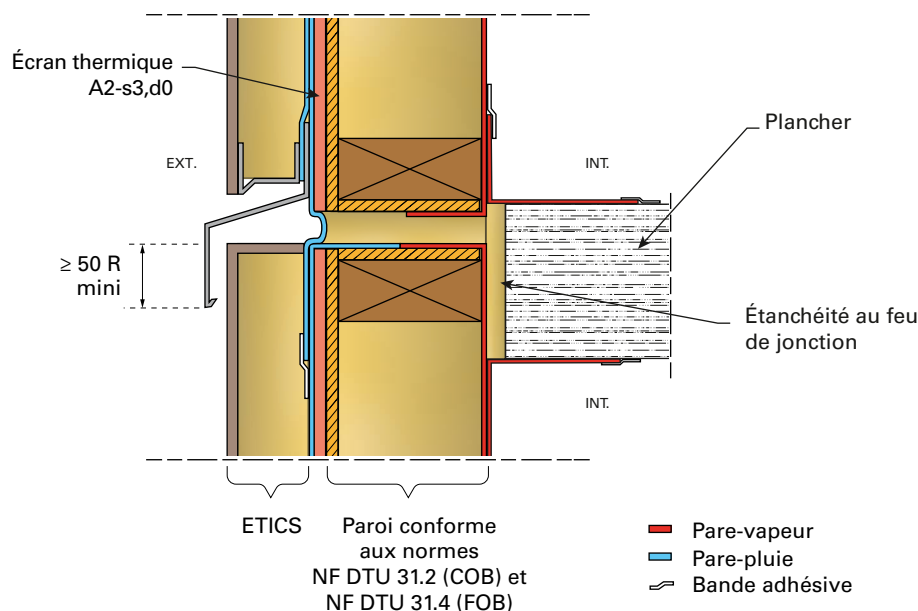


Figure 35 : Exemple de joint de fractionnement horizontal des revêtements extérieurs sur FOB  
(en considérant un mouvement possible entre panneaux à ossature bois  $\pm 5$  mm) –  
Retombée de bavette de fractionnement = 50 mm dans le cas de FOB

#### NOTE 31

Dans le cas des FOB, un bourrage en laine de roche entre les deux panneaux est nécessaire notamment vis-à-vis de l'incendie (voir 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.

### 6.3.4 Jeux fonctionnels verticaux (FOB)

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 fractionnement 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 fixe compte tenu des mouvements prévisibles des parois.

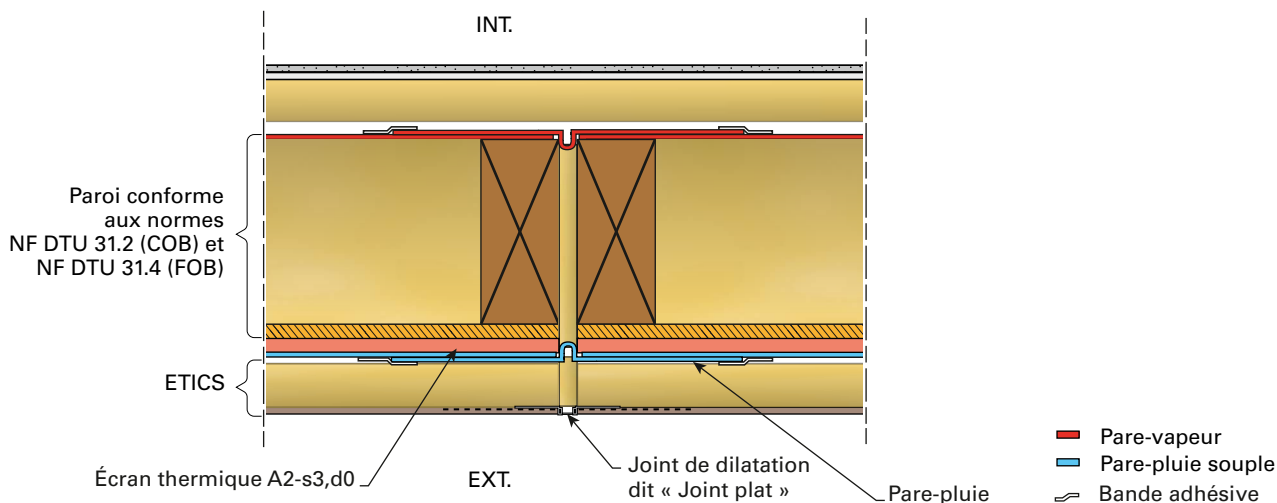


Figure 36 : Exemple d'un jeu fonctionnel entre 2 panneaux de FOB avec ETICS  
(FOB filantes, FOB interrompues uniquement par les poutres et dalles)

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 de ces joints.

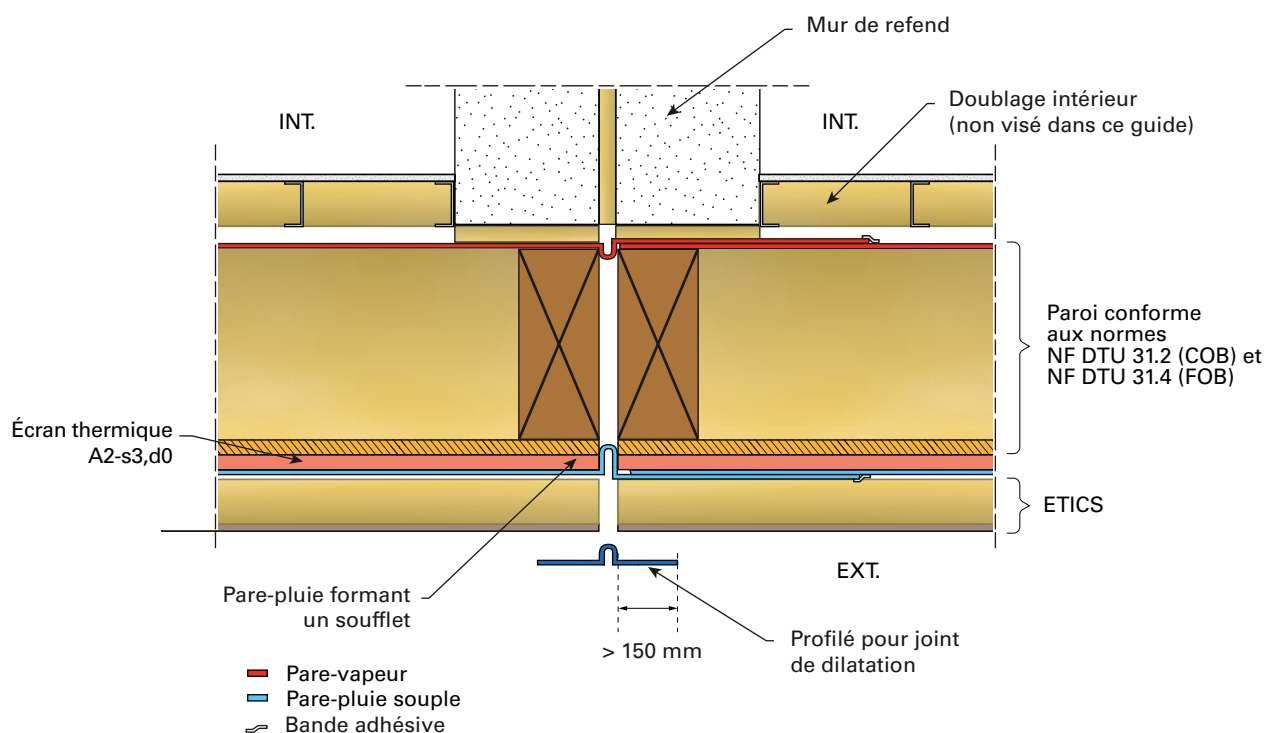


Figure 37 : Exemple d'un traitement des joints de dilatation

## 6.3.5 Angles de paroi

En fonction de l'épaisseur de la laine de roche choisie pour l'ETICS, la conception de la COB ou 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 pare-pluie.

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 32

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).

### 6.3.5.1 Angles de paroi pour les supports COB

#### Angle rentrant (COB)

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

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, contrairement aux façades à ossature bois (FOB).

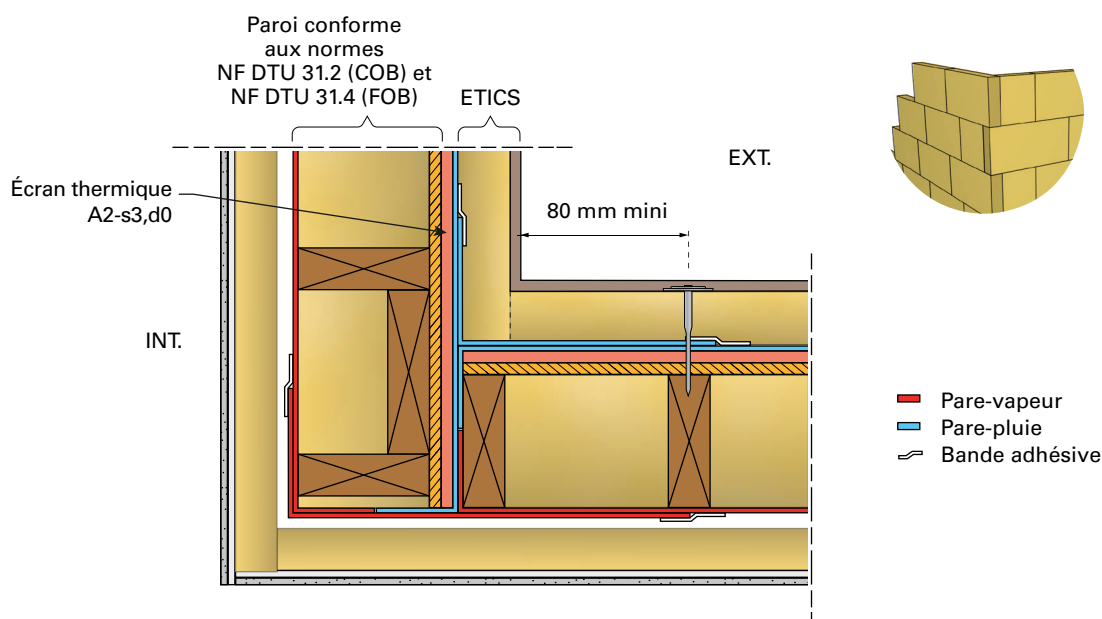


Figure 38 : Exemple d'angle entrant sur COB avec un pare-pluie souple



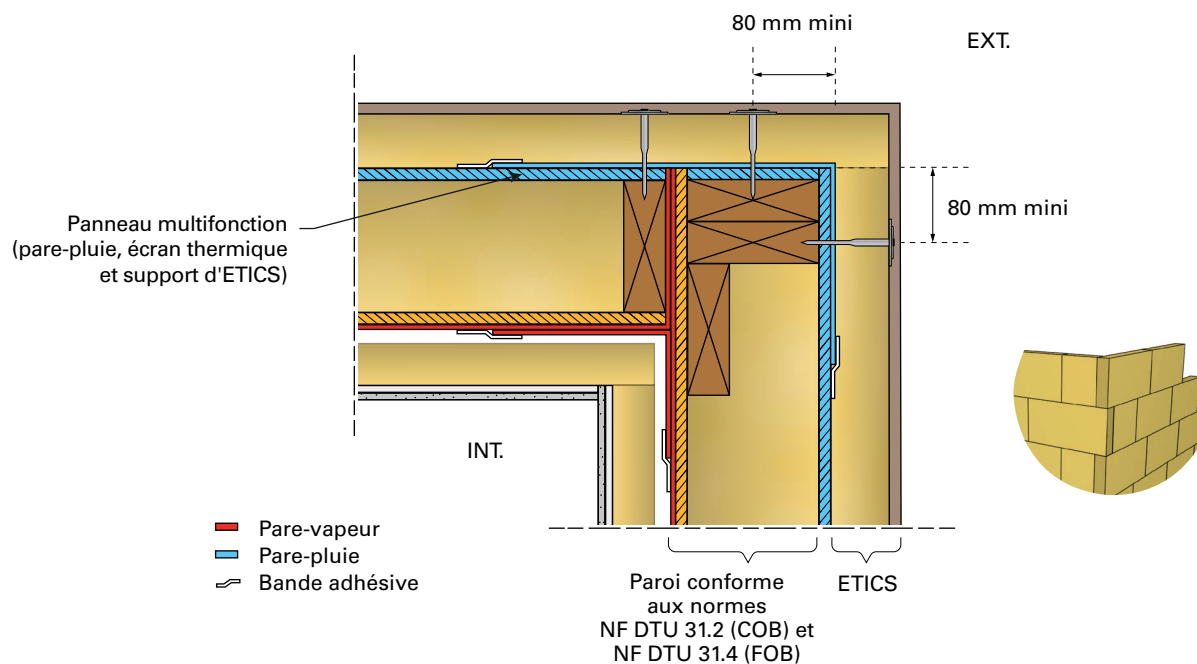


Figure 41 : Exemple d'angle sortant sur COB avec un panneau ayant la fonction pare-pluie

Dans les angles, il est nécessaire d'avoir des profilés de continuité de l'ETICS.

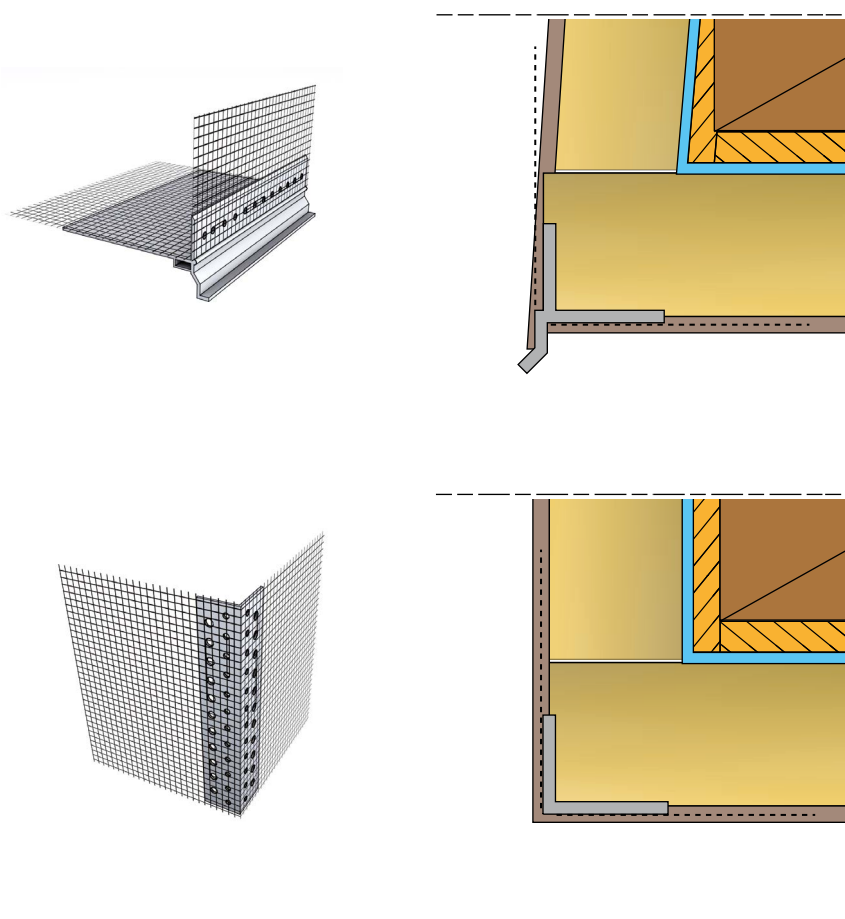


Figure 42 : Profilé de continuité d'angle

### NOTE 33

Possibilité peu fréquente en angle de façade : profilé utilisé principalement pour des jonctions horizontales.

### 6.3.5.2 Angles de paroi pour les supports FOB

#### Angle rentrant (FOB)

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

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).

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 (voir Figure 38 et Figure 39 de l'angle COB).

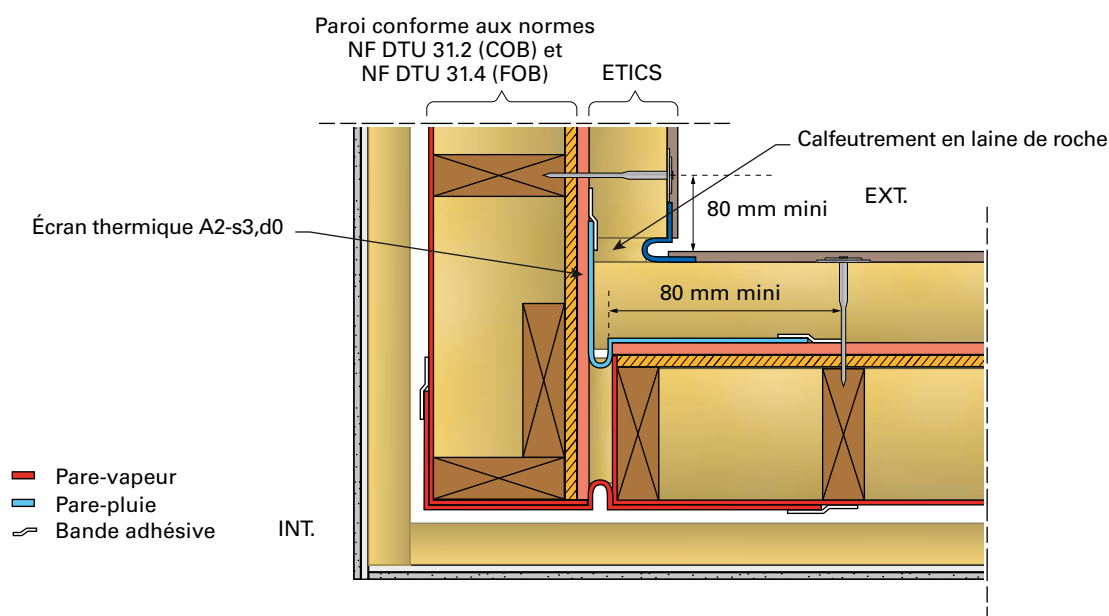


Figure 43 : Exemple d'angle rentrant sur FOB avec un pare-pluie souple

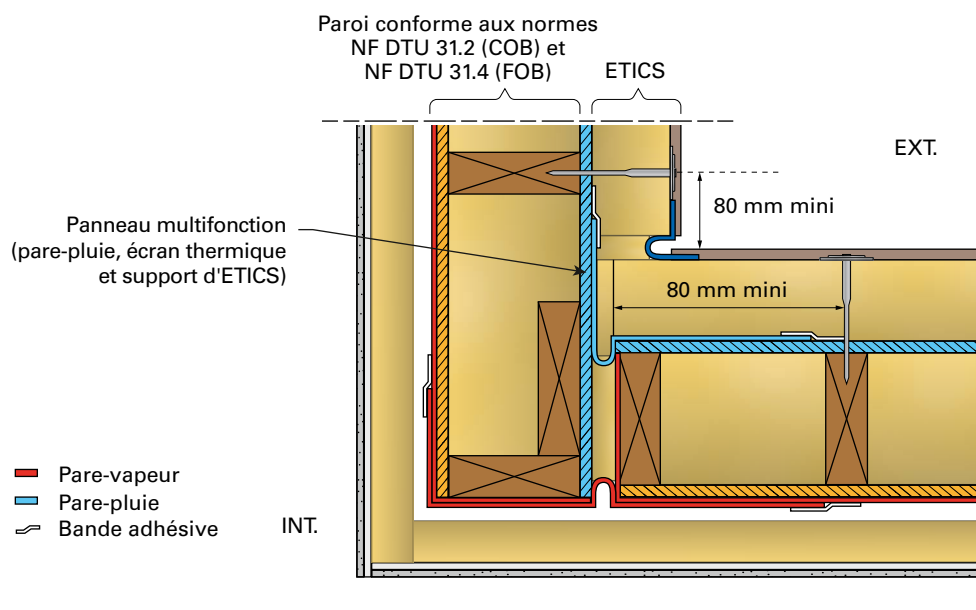


Figure 44 : Exemple d'angle rentrant sur FOB avec un panneau ayant la fonction pare-pluie

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 (FOB)

### NOTE 34

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 (voir Figure 38 et Figure 39 de l'angle COB).

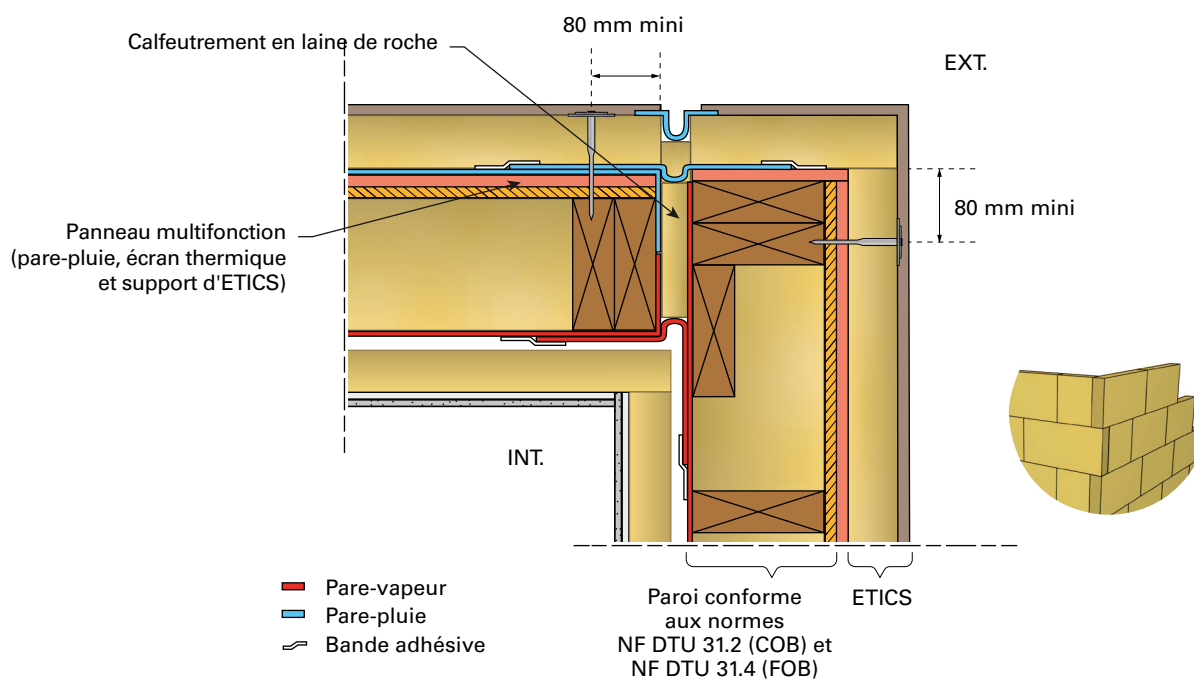


Figure 45 : Exemple d'angle sortant sur FOB avec un pare-pluie souple

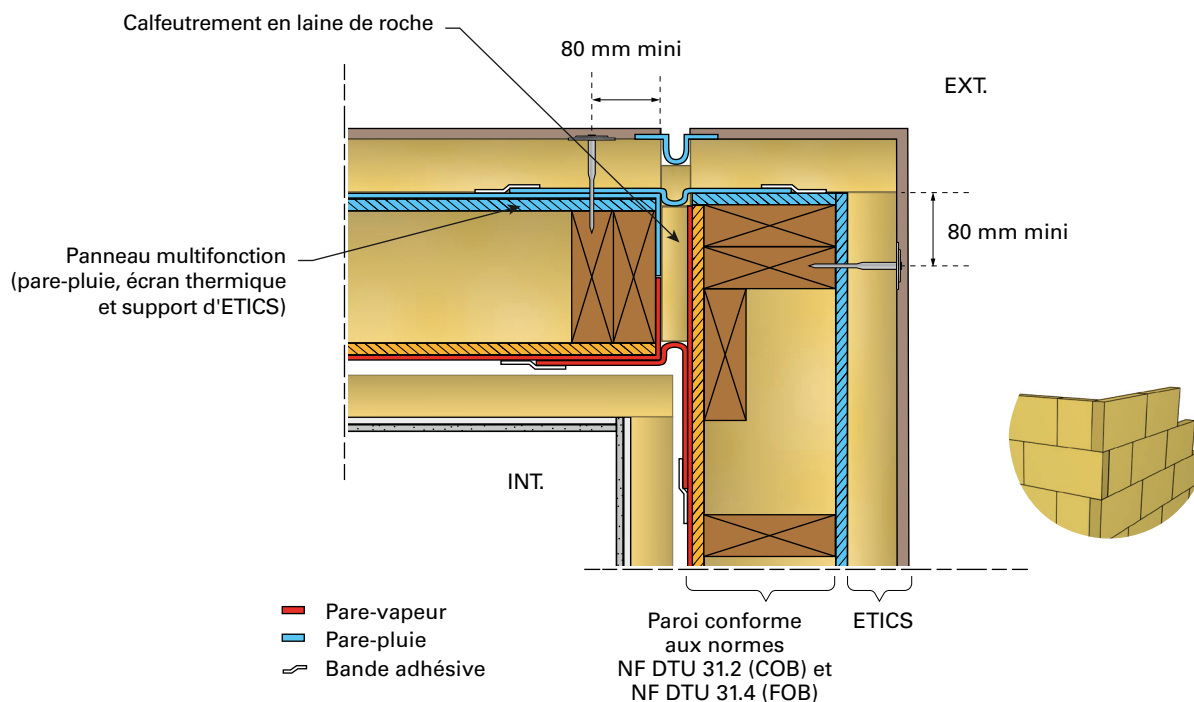


Figure 46 : Exemple d'angle sortant sur FOB avec un panneau ayant la fonction pare-pluie

## 6.3.6 Traitement des encadrements de baie et intégration des menuiseries

Des exemples de solutions sont représentés dans ce chapitre mais d'autres solutions sont possibles. La réalisation des encadrements de baies doit comprendre :

- la continuité du film pare-pluie en périphérie de l'encadrement de baie ;
- 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.

### ATTENTION 31

Les encadrements de baies doivent respecter des tolérances de fabrication et de pose. Il est recommandé de contrôler avant démarrage des travaux de pose de l'ETICS que celles-ci sont respectées (voir tolérances données en fin de chapitre §5.5.3.).

#### 6.3.6.1 Mise en œuvre du revêtement extérieur (ETICS) en périphérie des baies

La mise en œuvre de l'ETICS en périphérie des baies est schématisée au §6.3.6. Les règles de mise en œuvre sont celles décrites dans le Cahier de Prescriptions Techniques n° 3709\_V2 du Groupe Spécialisé 7 :

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 suivante doivent être au moins égales à 200 mm par rapport au gros œuvre, du fait de la présence de la membrane d'étanchéité.

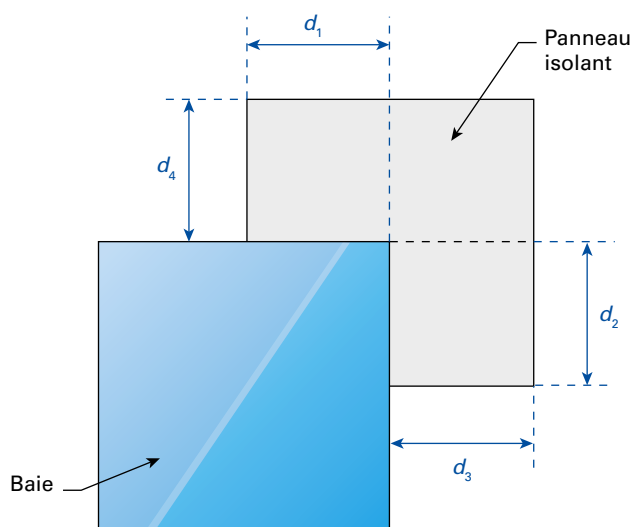


Figure 47 : Dispositions constructives de la mise œuvre de l'isolant aux angles de la baie

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).

La pièce d'appui de la fenêtre doit intégrer dans sa profondeur l'épaisseur totale de l'isolant et le système d'enduit. Entre la partie inférieure de la pièce d'appui et le système d'enduit, un accessoire d'étanchéité à l'eau (voir §5.3.4) doit être intercalé, ce qui permet d'améliorer l'étanchéité à l'air (l'accessoire doit être compatible avec les matériaux constituant la pièce d'appui et l'enduit de base).

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 32

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

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

#### 6.3.6.2 Menuiserie extérieure avec coffre de volet roulant (FOB et COB)

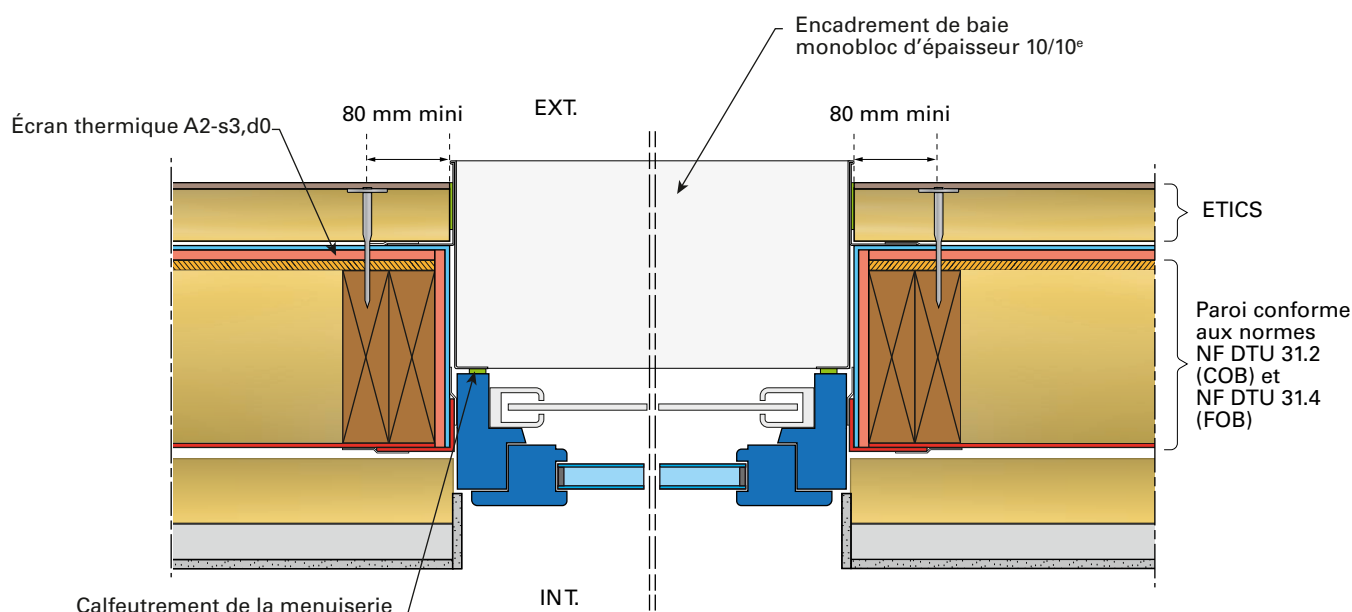


Figure 48 : Exemple de mise en œuvre de menuiserie avec coffre de volet roulant posée en tunnel dans la paroi et calfeutrée en applique intérieure contre l'encadrement de baie – coupe horizontale

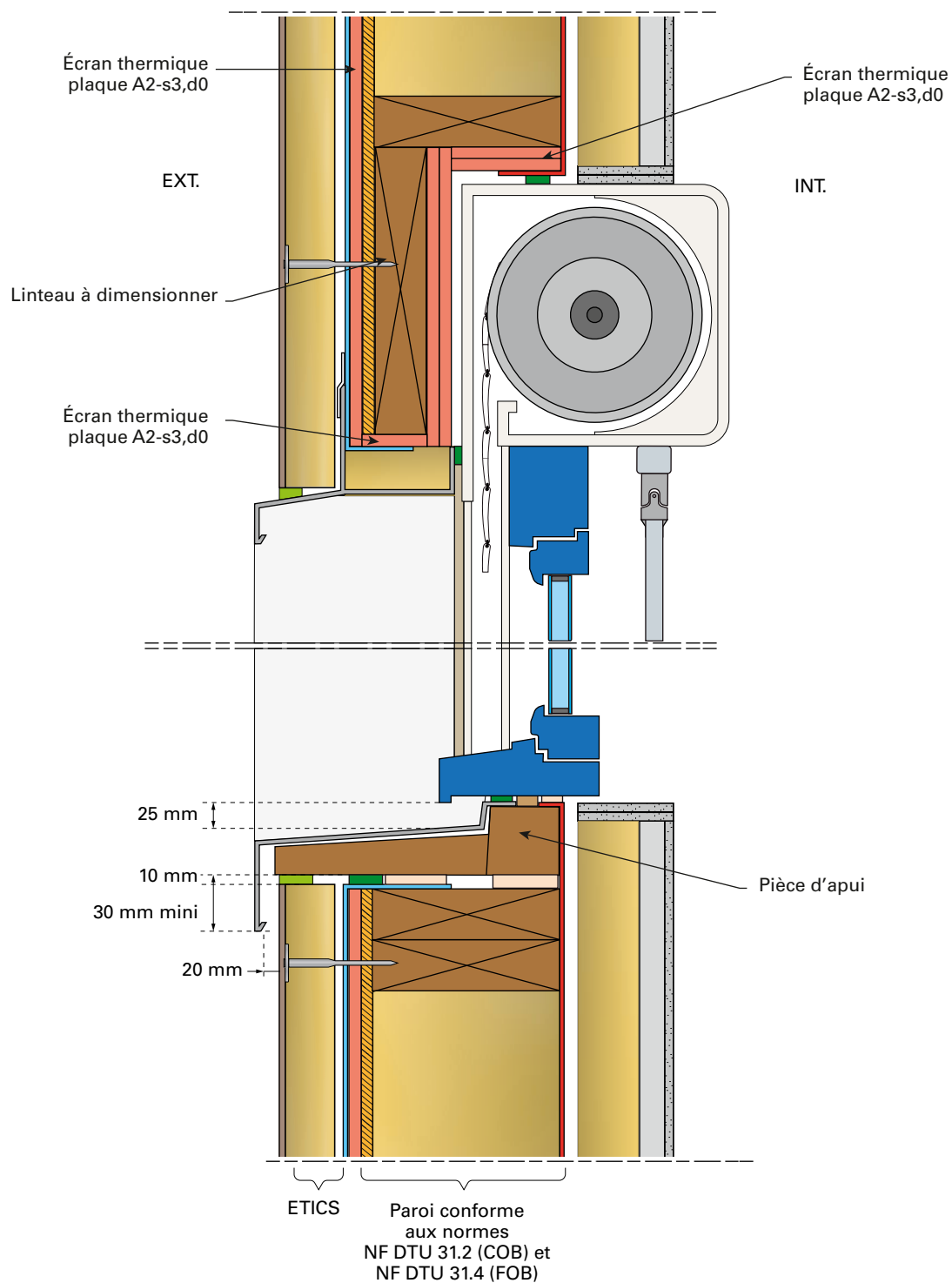


Figure 49 : Exemple de mise en œuvre de menuiserie avec coffre de volet roulant posée en tunnel dans la paroi et calfeutrée en applique intérieure contre l'encadrement de baie – coupe verticale

## 6.3.7 Acrotère, haut de façade

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

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

### 6.3.7.1 Exemple de traitement de l'acrotère pour COB

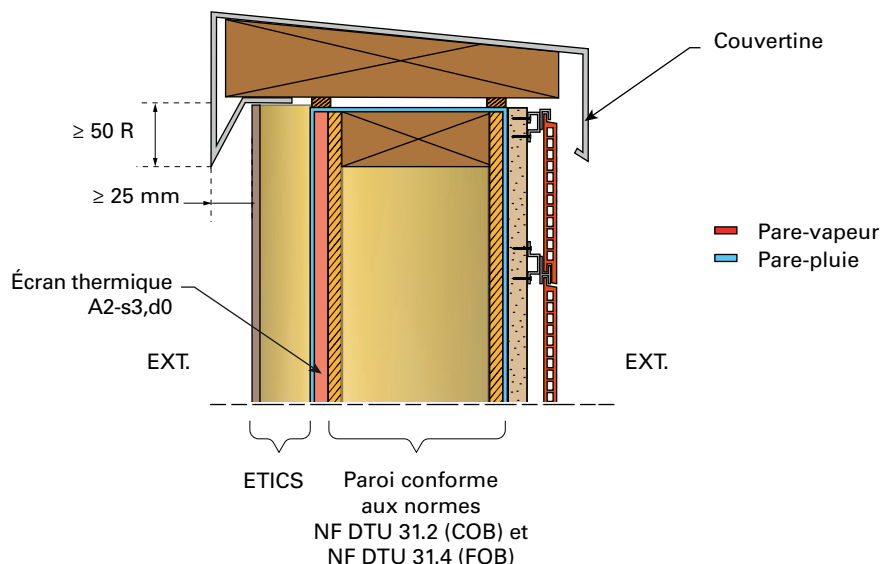


Figure 50 : Exemple de traitement de l'acrotère pour COB

### 6.3.7.2 Exemple de traitement de l'acrotère pour FOB

Le raccord d'étanchéité entre le complexe de toiture isolée et l'acrotère doit être réalisé par la mise en œuvre d'un relevé d'étanchéité sur costière métallique permettant des mouvements différentiels entre la FOB. L'étanchéité en haut de ce relevé doit être conforme aux DTU de la série 43 et une protection en tête doit être présente afin d'évacuer les eaux sur l'étanchéité. Il conviendra également que le jeu présent entre la costière et la bande porte solin soient compatibles avec les mouvements prévisibles de la FOB.

#### ■ Compatibilité N1

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.

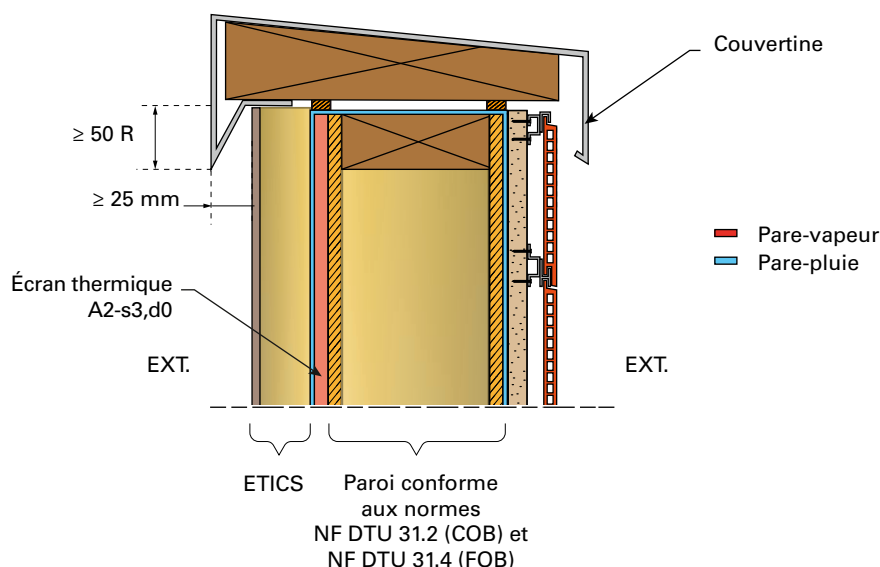


Figure 51 : Exemple d'acrotère pour compatibilité N1

## ■ Compatibilité N2 et N3

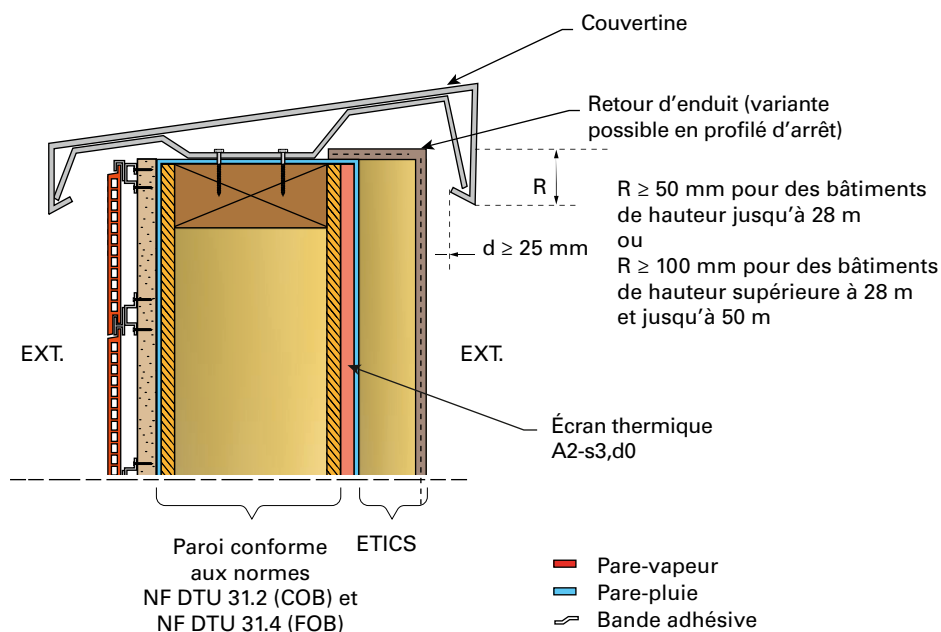


Figure 52 : Exemple d'acrotère pour compatibilité N2/N3

### 6.3.8 Mise en œuvre de traversée de paroi

Les perforations de parois devront être réalisées conformément aux normes NF DTU 31.2 et NF DTU 31.4, c'est-à-dire avec des 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 être fixé dans les montants de la paroi et doit avoir une sur-longueur de 100 mm autour du fourreau.

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

#### ■ Compatibilité N1

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 N2 et N3

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

L'espace autour du fourreau entre celui-ci et l'isolant support d'enduit est comblé avec une mousse élastique appliquée autour du fourreau.

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.

#### NOTE 35

Le rétablissement de l'étanchéité entre le fourreau et les membranes pare-pluie et pare-vapeur est réalisé avec des manchons en EPDM.  
Les traitements réalisés par adhésifs juxtaposés ne permettent pas d'atteindre le niveau d'étanchéité suffisant et ne seront ainsi pas admis.

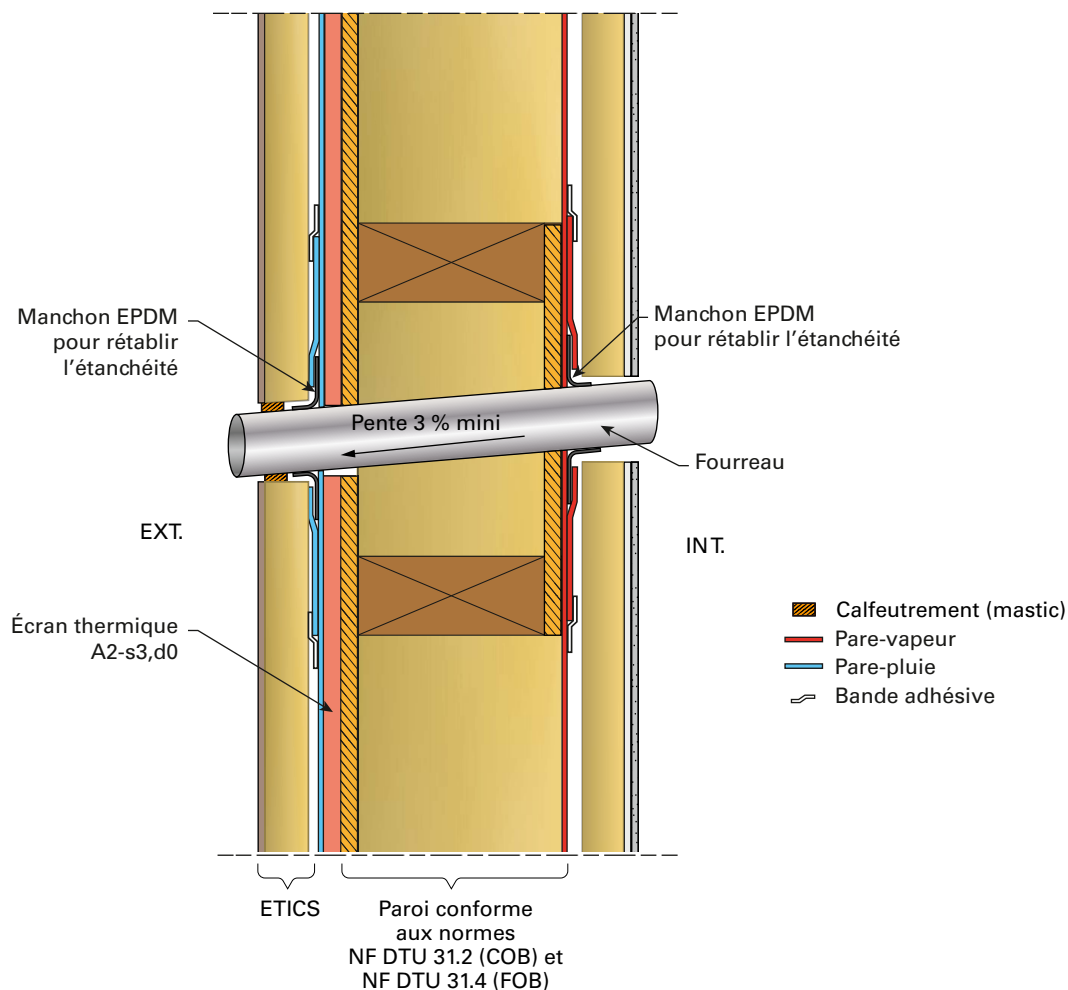


Figure 53 : Solution de traversée de paroi

Aucune traversée de robinetterie ne doit être située dans l'ETICS et la FOB.

Les éléments de robinetterie ne doivent pas être fixés dans l'ETICS ou dans la FOB : ceux-ci doivent être supportés par des éléments indépendants/désolidarisés de la façade.

### 6.3.9 Jonction avec procédé de bardage ventilé

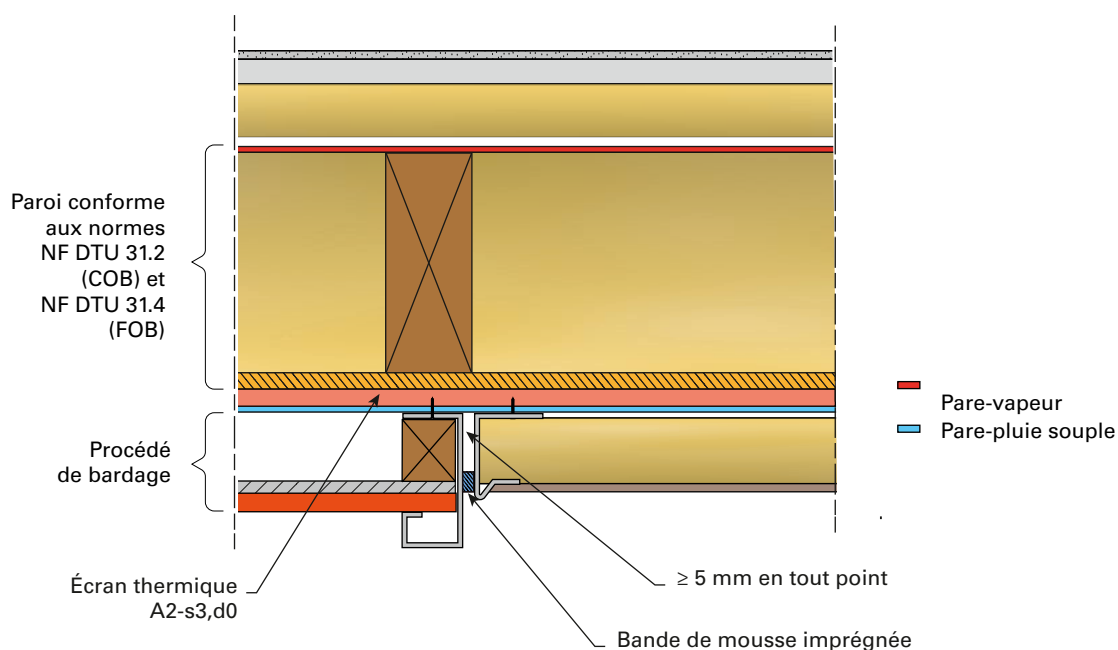


Figure 54 : Exemple compatible avec un niveau d'étanchéité Ee1 – Traitement de la jonction avec des profilés d'arrêt/finition pour le bardage et l'ETICS, et réalisation d'un calfeutrement en mastic sur fond de joint entre les 2 profilés

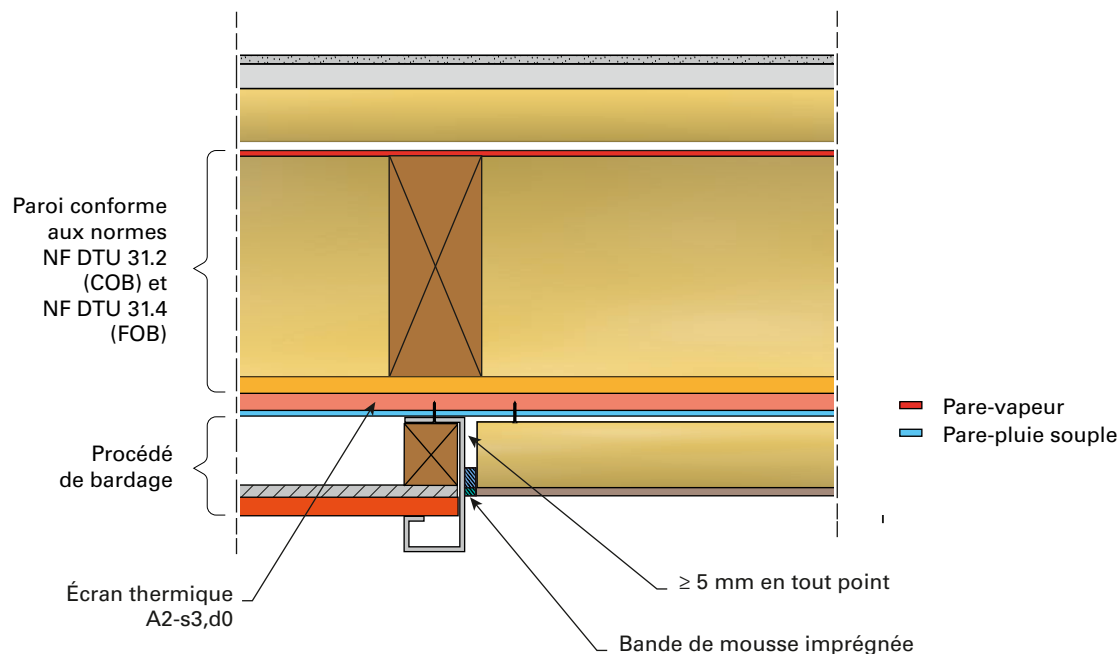


Figure 55 : Exemple compatible avec un niveau d'étanchéité Ee1 – Traitement de la jonction avec des profilés d'arrêt/finition pour le bardage et réalisation d'un calfeutrement en mastic sur fond de joint entre les deux revêtements

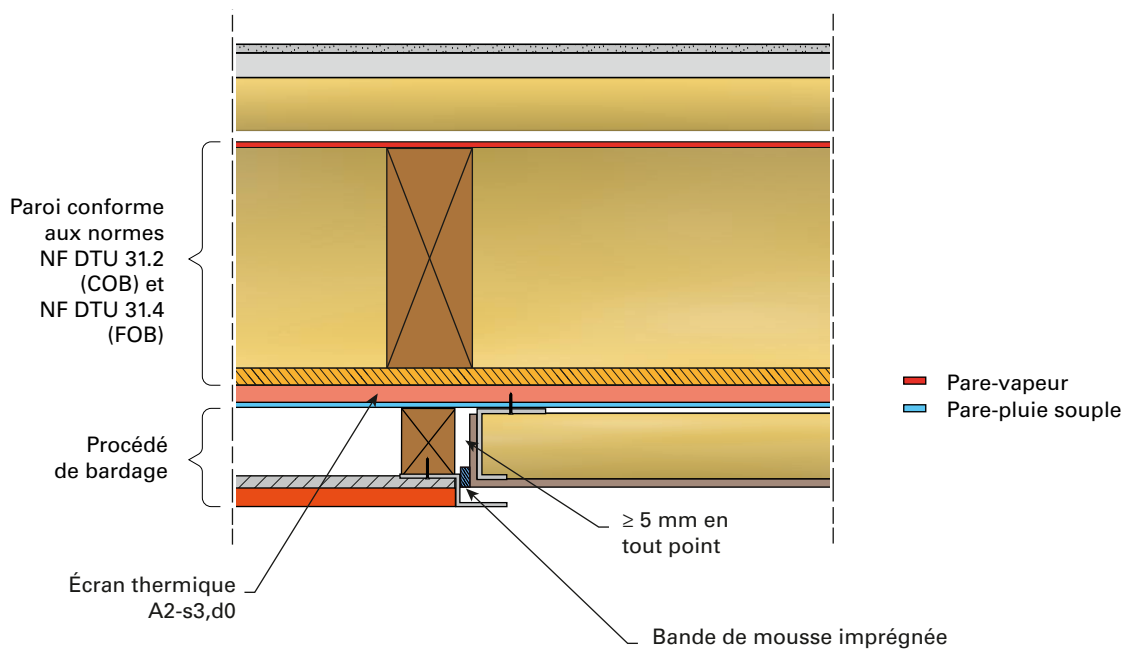


Figure 56 : Exemple compatible avec un niveau d'étanchéité Ee2 – Traitement de la jonction avec des profilés d'arrêt/finition pour le bardage et l'ETICS, réalisation d'un calfeutrement en mastic sur fond de joint entre les 2 profilés, protection du calfeutrement avec un profilé d'étanchéité

### ATTENTION 33

Pour atteindre un niveau d'étanchéité N2 ou N3, le calfeutrement doit être protégé par un profilé.

## 6.3.10 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 (exigences accessibilité), ce qui constitue une difficulté supplémentaire.

### NOTE 36

Le guide « Balcons en bois sur façades et structures bois » rédigé par le FCBA et financé par le CODIFAB présente la conception des balcons sur support bois. Il est disponible sur ce lien <https://www.codifab.fr/actions-collectives/balcons-en-bois-sur-facades-et-structures-bois-2720>

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.

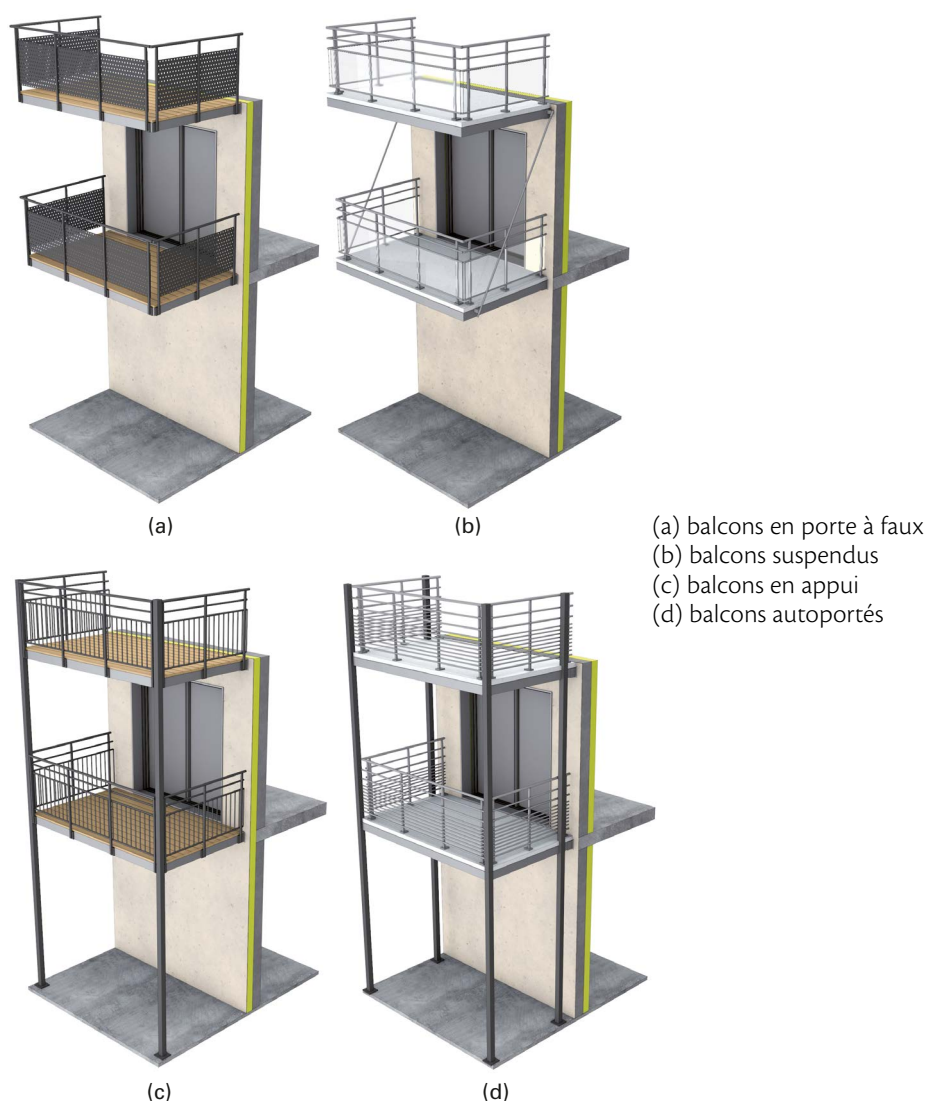


Figure 57 : Typologies de balcons

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 recouverte 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.

#### NOTE 37

Sauf Appréciation de laboratoire spécifique, les balcons et coursives rapportées sur ou au travers des supports bois ne constituent pas des circulations protégées au sens de la Réglementation Sécurité Incendie.

### 6.3.10.1 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 cm<sup>2</sup>.
- Une pente de 1 % 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.

#### ATTENTION 34

Dans le cas où des EP descendent en façade, en aucun cas ces EP ne peuvent être mises en œuvre dans l'ETICS, ces dernières doivent être éloignées de la façade bois et visitables. Il convient également de faire attention à l'interaction entre l'EP et le déflecteur qui ne doit pas être traversé par cette dernière.

Lorsque le balcon ou la coursive sont étanchés, il convient de s'assurer de la présence d'un relevé d'étanchéité contre la paroi de l'ossature bois par la mise en place d'une costière métallique. Cette dernière devra comporter un relevé d'une hauteur minimale de 0,15 m (se conformer aux dispositions du DTU de la série 43). Un larmier protégera la tête de la costière.

De plus, selon la configuration présente et la sensibilité de l'ETICS au rejaillissement, il conviendra de s'assurer d'une garde à l'eau de 15 cm. Le départ de l'ETICS ayant un départ au même niveau selon sa sensibilité. Cette valeur peut être prise en fond de caniveau si ce dernier comporte un caillebotis.

Dans le cas où le pied de l'ETICS est abrité (présence d'une protection en tête – rapport de 2,5 entre la profondeur du balcon et la hauteur du pas d'étage à assurer), ces dispositions ne sont pas nécessaires (absence de dispositions vis-à-vis des rejaillissements).

#### ATTENTION 35

Dans le carnet de détails de mise en œuvre des balcons, il faudra veiller à prévenir le risque de rejaillissement de l'eau sur l'ETICS (voir principes énoncés ci-dessus).

### 6.3.10.2 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 envisagées.

#### ■ 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. 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 surbot crée également un pont thermique qui devra être isolé par ailleurs.

#### ■ 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 du déversement vers l'ossature bois. Ce niveau bas est généralement situé au niveau des seuils de porte.

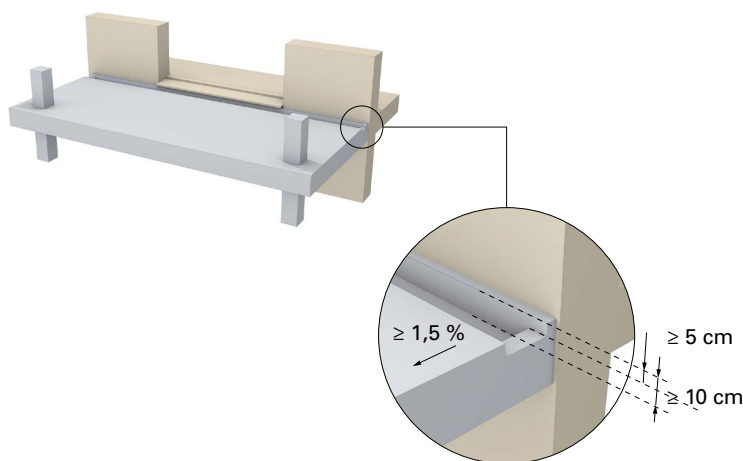


Figure 58 : Chéneau filant

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 sont alors nécessaires. 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.

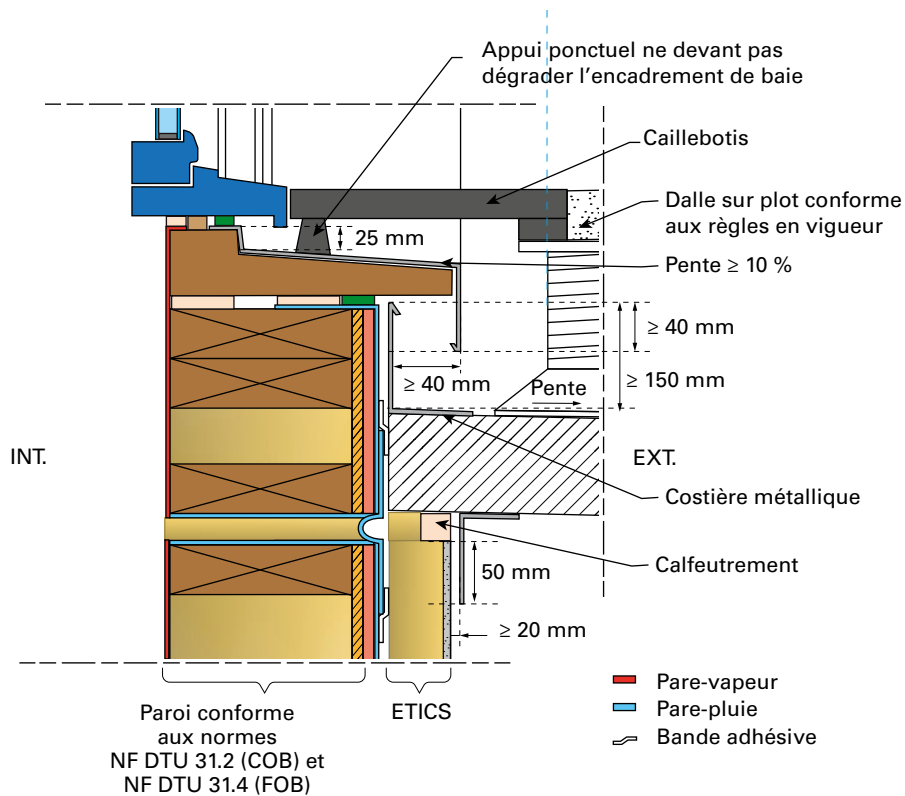


Figure 59 : Exemple de traitement d'un balcon non directement circulaire (au niveau d'un seuil de porte)

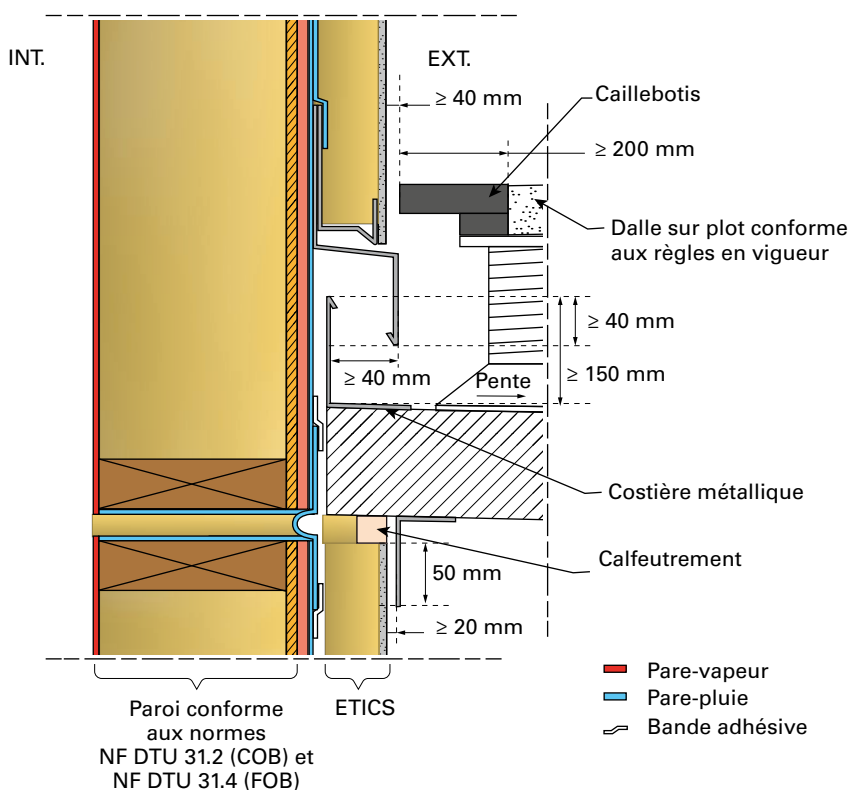


Figure 60 : Exemple de traitement d'un balcon non directement circulaire (au niveau d'un seuil de porte et d'une paroi opaque)

#### ■ Balcon en appui 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.

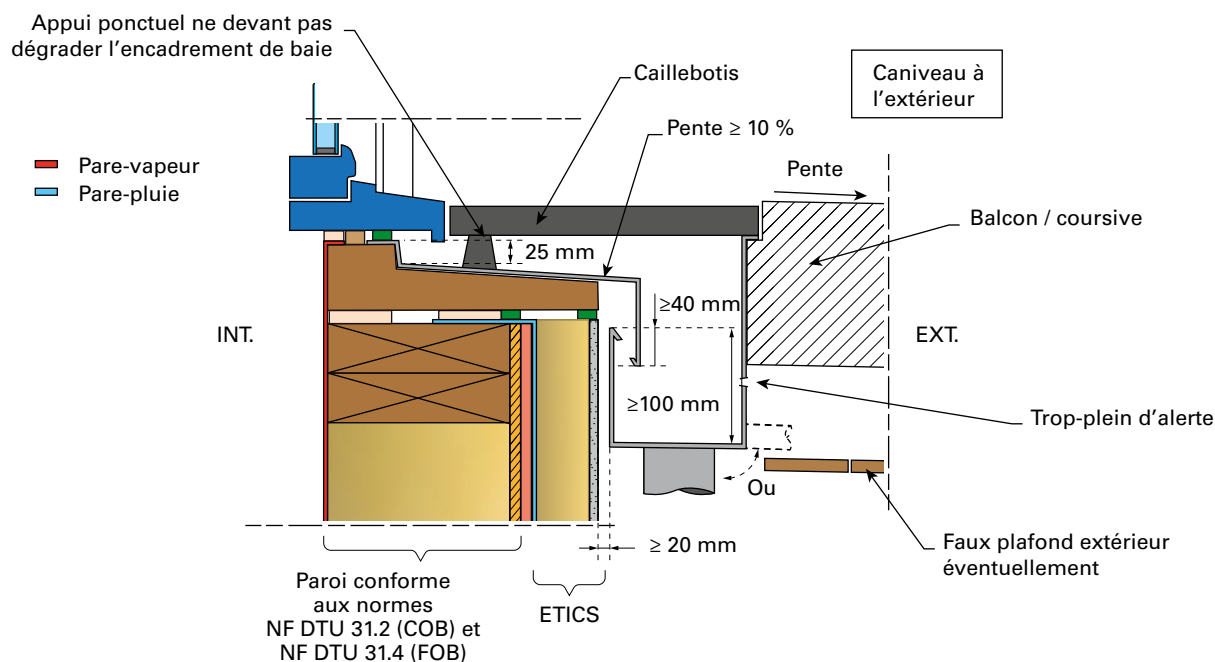


Figure 61 : Exemple de traitement d'un balcon désolidarisé directement circulaire (au niveau d'un seuil de porte)

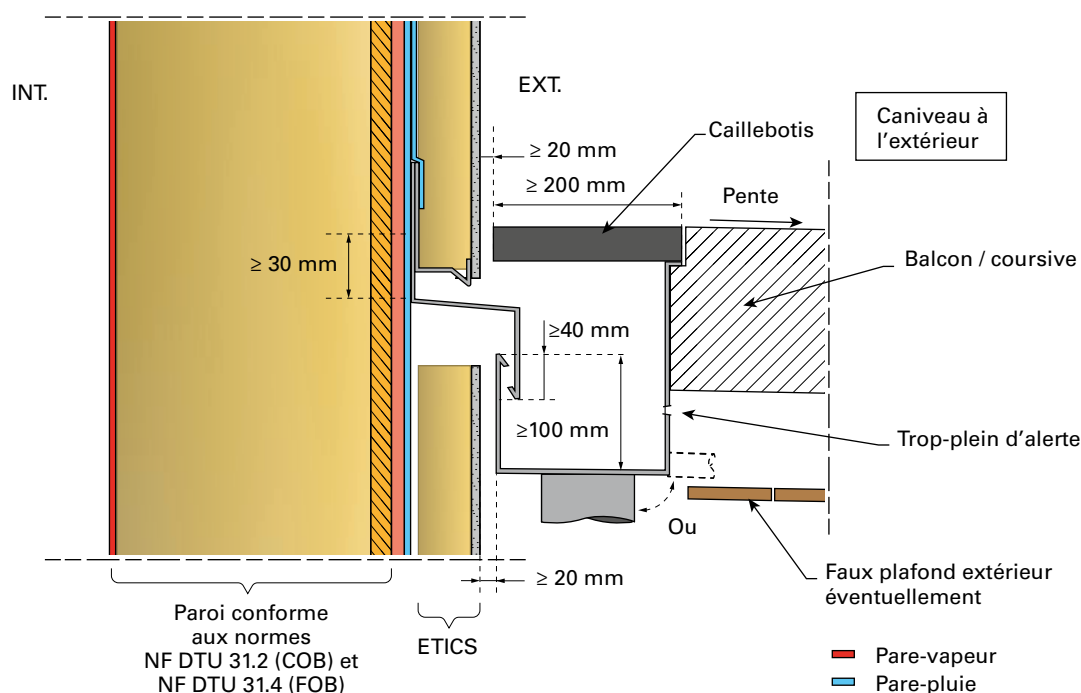


Figure 62 : Exemple de traitement d'un balcon désolidarisé directement circulaire (au niveau d'un seuil de porte et d'une paroi opaque)

### ATTENTION 36

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.



# Réglementation, normes et autres documents de référence

## A.1 Textes législatifs et réglementaires

### A.1.1 La RE 2020

- 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 et Méthodes de la RE 2020 »
  - Arrêté du 4 août 2021 relatif aux exigences de performance énergétique et environnementale des constructions de bâtiments en France métropolitaine et portant approbation de la méthode de calcul prévue à l'article R. 172-6 du code de la construction et de l'habitation
  - Décret n° 2021-1004 du 29 juillet 2021 relatif aux exigences de performance énergétique et environnementale des constructions de bâtiments en France métropolitaine
  - Décret n° 2022-305 du 1<sup>er</sup> mars 2022 relatif aux exigences de performance énergétique et environnementale des constructions de bâtiments de bureaux et d'enseignement primaire ou secondaire en France métropolitaine
  - Décret n° 2022-1516 du 3 décembre 2022 relatif aux exigences de performance énergétique et environnementale des constructions temporaires
  - Arrêté du 6 avril 2022 modifiant les arrêtés pris en application des articles R. 122-22 à R. 122-25 et R. 172-1 à R. 172-9 du code de la construction et de l'habitation
  - Arrêté du 22 décembre 2022 relatif aux exigences de performance énergétique et environnementale des constructions temporaires ou de petite surface
  - Arrêté du 14 août 2024 modifiant l'arrêté du 4 août 2021 relatif aux exigences de performance énergétique et environnementale des constructions de bâtiments en France métropolitaine et portant approbation de la méthode de calcul prévue à l'article R. 172-6 du code de la construction et de l'habitation
  - Arrêté du 17 novembre 2020 relatif aux caractéristiques techniques et modalités de réalisation des travaux et prestations dont les dépenses sont éligibles à la prime de transition énergétique
- Décrets et Arrêtés « Attestations et Étude de faisabilité énergétique »
  - Arrêté du 9 décembre 2021 relatif aux attestations de prise en compte des exigences de performance énergétique et environnementale et de réalisation d'une étude de faisabilité relative aux diverses solutions d'approvisionnement en énergie pour les constructions de bâtiments en France métropolitaine et modifiant l'arrêté du 11 octobre 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 9 décembre 2021 relatif à la réalisation d'une étude de faisabilité relative aux diverses solutions d'approvisionnement en énergie pour les constructions de bâtiments en France métropolitaine
  - Décret n° 2023-1175 du 12 décembre 2023 relatif aux documents attestant du respect des règles concernant l'acoustique, l'accessibilité et la performance énergétique et environnementale

- Décret n° 2021-1548 du 30 novembre 2021 relatif aux attestations de prise en compte des exigences de performance énergétique et environnementale et à la réalisation d'une étude de faisabilité relative aux diverses solutions d'approvisionnement en énergie pour les constructions de bâtiments en France métropolitaine
- Arrêtés « Données environnementales »
  - Arrêté du 14 décembre 2021 relatif à la déclaration environnementale des produits destinés à un usage dans les ouvrages de bâtiment et à la déclaration environnementale des produits utilisée pour le calcul de la performance environnementale des bâtiments
  - Arrêté du 14 décembre 2021 relatif à la vérification par tierce partie indépendante des déclarations environnementales des produits destinés à un usage dans les ouvrages de bâtiment et des déclarations environnementales des produits utilisées pour le calcul de la performance environnementale des bâtiments
  - Arrêté du 20 octobre 2022 modifiant l'arrêté du 14 décembre 2021 relatif à la déclaration environnementale des produits destinés à un usage dans les ouvrages de bâtiment et à la déclaration environnementale des produits utilisée pour le calcul de la performance environnementale des bâtiments
  - Décret n° 2021-1674 du 16 décembre 2021 relatif à la déclaration environnementale de produits de construction et de décoration ainsi que des équipements électriques, électroniques et de génie climatique

## 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
- 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 25 juin 1980 modifié (par Arrêtés du 22 décembre 1981, du 4 juin 1982, du 21 juin 1982, du 6 janvier 1983, du 21 avril 1983, du 7 juillet 1983, du 24 janvier 1984, du 12 décembre 1984, du 23 janvier 1985, du 10 mars 1986, du 23 octobre 1986, du 10 juillet et du 18 novembre 1987, du 7 mars et du 30 juillet 1988, du 23 mai 1989, du 11 septembre 1989, du 22 juin 1990, du 31 mai 1991) portant approbation de diverses dispositions complétant et modifiant le règlement de sécurité contre les risques d'incendie et de panique dans les établissements recevant du public
- Arrêté du 31 janvier 1986 modifié (par Arrêtés du 18 août 1986, du 19 décembre 1988, du 19 juin 2015, du 7 août 2019, du 13 novembre 2019, du 7 décembre 2020, du 13 août 2021) 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
- Appréciation de laboratoire N° AL22-333/C Justification au sens de l'article 2.4 de l'IT n° 249 du 24 mai 2010 et au sens de l'Annexe 3 de l'arrêté du 31 janvier 1986 modifié – Systèmes d'isolation thermique extérieure par enduit sur laine de roche appliqués sur façade en bois, CSTB Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, version n° 1, décembre 2024

## 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 34.4 : Travaux de bâtiment - Mise en œuvre des fermetures et stores**
  - Partie 1-1 : Cahier des clauses techniques types (Indice de classement : P25-204-1-1), septembre 2013
  - Partie 1-2 : Critères généraux de choix des matériaux (Indice de classement : P25-204-1-2), septembre 2013
  - Partie 2 : Cahier des clauses administratives spéciales types (Indice de classement : P25-204-2), septembre 2013
  - Partie 3 : Mémento de choix pour les maîtres d'œuvre (Indice de classement : P25-204-3), juillet 2015
- **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 Recommandation professionnelle RAGE-PACTE

- **Recommandations Professionnelles PACTE : Réalisation des encadrements de baies et intégration des menuiseries extérieures dans les parois à ossature bois – Neuf / Rénovation, novembre 2020, disponible sous le lien suivant : <https://www.proreno.fr/documents/realisation-des-encadrements-de-baies-et-integration-des-menuiseries-exterieures-dans-les-parois-a-ossature-bois>**

## A.4 Eurocodes

- NF EN 1990 : Eurocodes structuraux – Bases de calcul des structures (Indice de classement P06-100-1), mars 2003
- 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 1990/A1 : Eurocodes structuraux – Bases de calcul des structures - Amendement A1 (Indice de classement P06-100-1), juillet 2006
- NF EN 1990/A1/NA : Eurocodes structuraux – Bases de calcul des structures – Annexe nationale à la norme NF EN 1990/A1 (Indice de classement P06-100-1/A1/NA), décembre 2007
- 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, (Indice de classement : P06-111-1), mars 2003
- NF P06-111-2 : Eurocode 1 - Actions sur les structures - Partie 1-1 : Actions générales - Poids volumiques, poids propres, charges d'exploitation des bâtiments - Annexe nationale à la NF EN 1991-1-1 (Indice de classement : P06-111-2), juin 2004
- NF EN 1991-1-3 : Eurocode 1 – Actions sur les structures – Partie 1-3 : Actions générales – Charges de neige + Amendement A1 (octobre 2015), (Indice de classement : P06-113-1), avril 2004
- NF EN 1991-1-3/NA : Eurocode 1 - Actions sur les structures - Partie 1-3 : Actions générales - Charges de neige - Annexe nationale à la NF EN 1991-1-3 + Amendement A1 (juillet 2011) + Amendement A2 (juillet 2022), (Indice de classement : P06-113-1/NA), mai 2007
- NF EN 1991-1-4 : Eurocode 1 - Actions sur les structures - Partie 1-4 : Actions générales - Actions du vent + Amendement A1 (octobre 2010), (Indice de classement : P06-114-1), novembre 2005
- NF EN 1991-1-4/NA : Eurocode 1 – Actions sur les structures – Partie 1-4 : actions générales – Actions du vent – Annexe nationale à la norme NF EN 1991-1-4 + Amendement A1 (juillet 2011) + Amendement A2 (septembre 2012) + Amendement A3 (avril 2019), (Indice de classement : P06-114-1/NA) mars 2008
- NF EN 1992-1-1 : Eurocode 2 - Calcul des structures en béton - Partie 1-1 : Règles générales et règles pour les bâtiments + Amendement A1 (février 2015), (Indice de classement : P18-711-1), octobre 2005
- NF EN 1992-1-1/NA : Eurocode 2 – Partie 1.1 – Règles générales et règles pour les bâtiments – Annexe nationale à la norme NF EN 1992-1-1 + Amendement A1 (novembre 2022), (Indice de classement : P18-711-1/NA), mars 2016
- NF EN 1992-1-2 : Eurocode 2 - Calcul des structures en béton - Partie 1-2 : Règles générales - Calcul du comportement au feu + Amendement A1 (mai 2019), (Indice de classement : P18-712-1), octobre 2005
- NF EN 1992-1-2/NA : Eurocode 2 – Partie 1-2 : Règles générales – Calcul du comportement au feu – Annexe nationale à la norme NF EN 1992-1-2, (Indice de classement : P18-712-1/NA), octobre 2007
- NF EN 1993-1-1 : Eurocode 3 - Calcul des structures en acier - Partie 1-1 : Règles générales et règles pour les bâtiments + Amendement A1 (juillet 2014), (Indice de classement : P22-311-1), octobre 2005
- NF EN 1993-1-1/NA : Eurocode 3 – Partie 1.1 – Règles générales et règles pour les bâtiments – Annexe nationale à la norme NF EN 1993-1-1, (Indice de classement : P22-311-1/NA), août 2013
- NF EN 1993-1-2 : Eurocode 3 - Calcul des structures en acier - Partie 1-2 : Règles générales - Calcul du comportement au feu, (Indice de classement : P22-312-1), novembre 2005
- NF EN 1993-1-2/NA : Eurocode 3 – Partie 1-2 : Règles générales – Calcul du comportement au feu – Annexe nationale à la norme NF EN 1993-1-2, (Indice de classement : P22-312-1/NA), octobre 2007
- NF EN 1994-1-1 : Eurocode 4 - Calcul des structures mixtes acier-béton - Partie 1-1 : Règles générales et règles pour les bâtiments, (Indice de classement : P22-411-1), juin 2005
- NF EN 1994-1-1/NA : Eurocode 4 – Partie 1.1 – Règles générales et règles pour les bâtiments – Annexe nationale à la norme NF EN 1994-1-1, (Indice de classement : P22-411-1/NA), avril 2007

- NF EN 1994-1-2 : Eurocode 4 - Calcul des structures mixtes acier-béton - Partie 1-2 : Règles générales - Calcul du comportement au feu + Amendement A1 (juin 2014), (Indice de classement : P22-412-1), février 2006
- NF EN 1994-1-2/NA : Eurocode 4 - Calcul des structures mixtes acier-béton - Partie 1-2 : Règles générales - Calcul du comportement au feu - Annexe nationale à la NF EN 1994-1-2 + Amendement A1 (septembre 2021), (Indice de classement : P22-412-1/NA), octobre 2007
- NF EN 1995-1-1 : Eurocode 5 - Conception et calcul des structures en bois - Partie 1-1 : Généralités - Règles communes et règles pour les bâtiments + Amendement A1 (octobre 2008) ; Amendement A2 (juillet 2014), (Indice de classement : P21-711-1), novembre 2005
- NF EN 1995-1-1/NA : Eurocode 5 - Conception et calcul des structures en bois - Partie 1-1 : Généralités - Règles communes et règles pour les bâtiments - Annexe nationale à la NF EN 1995-1-1, (Indice de classement : P21-711-1/NA), mai 2010
- NF EN 1995-1-2 : Eurocode 5 - Conception et calcul des structures en bois - Partie 1-2 : Généralités - Calcul des structures au feu, (Indice de classement : P21-712-1), septembre 2005
- NF EN 1995-1-2/NA : Eurocode 5 - Conception et calcul des structures en bois - Partie 1-2 : Généralités - Calcul des structures au feu - Annexe nationale à la NF EN 1995-1-2, (Indice de classement : P21-712-1/NA), novembre 2022
- NF EN 1998-1 : Eurocode 8 - Calcul des structures pour leur résistance aux séismes - Partie 1 : Règles générales, actions sismiques et règles pour les bâtiments + Amendement A1 (mai 2013), (Indice de classement : P06-030-1), septembre 2005
- NF EN 1998-1/NA : Eurocode 8 – Partie 1 : règles Générales, actions sismiques et règles pour les bâtiments – Annexe nationale à la norme NF EN 1998-1, (Indice de classement : P06-030-1/NA) décembre 2013
- NF EN 1998-3 : Eurocode 8 - Calcul des structures pour leur résistance aux séismes - Partie 3 : Évaluation et renforcement des bâtiments, (Indice de classement : P06-033-1), décembre 2005
- NF EN 1998-3/NA : Eurocode 8 – Partie 3 : Évaluations et renforcements des bâtiments – Annexe nationale à la norme NF EN 1998-3, (Indice de classement : P06-033-1/NA), janvier 2008
- NV 65 : Règles NV 65 – Règles définissant les effets de la neige et du vent sur les constructions et annexes, (Indice de classement : P06-002), février 2009,

## A.5 Normes

### A.5.1 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 13894-2 : 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-vitrerie. 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
- EAD 040083-00-0404 (ETAG 004) – ETAG 004 – Guideline for european technical approval of external thermal insulation composite systems (ETICS) with rendering, février 2013
- NF EN 14592 + A1 : (avril 2022) : 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.5.2 Normes d'essais

- NF EN ISO 29767 : Produits isolants thermiques destinés aux applications du bâtiment – Détermination de l'absorption d'eau à court terme par immersion partielle 2019
- 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 NF EN ISO 1928 : Combustibles minéraux solides – Détermination du pouvoir calorifique supérieur par la méthode de la bombe calorimétrique et calcul du pouvoir calorifique inférieur, octobre 2020
- 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 : Feuilles souples d'étanchéité – Partie 1 : feuilles d'étanchéité de toiture bitumineuses – Détermination des propriétés en traction, décembre 1999
- NF EN 12311-2 : 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, octobre 2000
- 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, juin 2022
- 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 ISO 10591 : Construction immobilière – Produits pour joints – Détermination des propriétés d'adhésivité/cohésion des mastics après immersion dans l'eau, novembre 2021
- NF EN 12153 : Façades rideaux – Perméabilité à l'air – Méthode d'essai, juin 2022
- 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, juillet 2023
- 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.6 Recommandations professionnelles

- Recommandations Professionnelles RAGE : Procédés d'isolation thermique extérieure par enduit sur polystyrène expansé – Neuf/rénovation, juillet 2014
- Recommandations Professionnelles PACTE : Réalisation des encadrements de baies et intégration des menuiseries extérieures dans les parois à ossature bois – Neuf/rénovation, novembre 2020.

## A.7 Cahiers de Prescriptions Techniques, Guides

- e-Cahiers du CSTB n° 3713\_V3 : Guide technique spécialisé pour la constitution d'un dossier de demande d'Avis Technique : isolants à base de fibres végétales ou animales, février 2021
- e-Cahiers du CSTB n°3707 : Détermination de la sollicitation du vent selon les Règles NV 65 : application au cas des systèmes d'isolation thermique extérieure par enduit sur isolant, mars 2012
- e-Cahiers du CSTB n° 3035\_V3 (en cours de révision à la date de rédaction du guide) : 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
- e-Cahiers du CSTB n° 3729\_V2 : Systèmes d'isolation thermique extérieure par enduit sur isolants appliqués sur parois de constructions à ossature en bois, décembre 2014
- e-Cahiers du CSTB n° 3701 : Détermination de la résistance au vent des systèmes d'isolation thermique extérieure par enduit sur isolants fixés mécaniquement par chevilles, janvier 2012

- e-Cahiers du CSTB n° 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
- e-Cahiers du CSTB n° 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
- Guide de recommandations techniques HUMIBATex – Prise en compte des risques hygrothermiques en réhabilitation du bâti existant, octobre 2017
- 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, ADIVBOIS, 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
- Étude CODIFAB : Systèmes d'ETICS sur paroi à ossature bois et CLT, disponible sous le lien suivant : <https://www.codifab.fr/actions-collectives/systemes-etics-sur-cob-et-clt-2427>
- Étude CODIFAB : « Résistance aux chocs des parois à ossature bois » disponible sous le lien suivant : <https://www.codifab.fr/actions-collectives/resistance-aux-chocs-des-parois-ossature-bois-446>
- Étude CODIFAB : « Construction bois et gestion de l'humidité en phase chantier » disponible sous le lien suivant : <https://www.codifab.fr/actions-collectives/construction-bois-et-gestion-de-lhumidite-en-phase-chantier-2426>
- Étude CODIFAB : « Guide pédagogique de fonctionnement mécanique des Façades à Ossature Bois » disponible sous le lien suivant : <https://www.codifab.fr/actions-collectives/deformation-des-facades-a-ossature-bois>
- Étude CODIFAB : « Balcons en bois sur façades et structures bois » disponible sous le lien suivant : <https://www.codifab.fr/actions-collectives/balcons-en-bois-sur-facades-et-structures-bois-2720>
- Étude DHP, CODIFAB, FBF : « Étude hygrothermique de l'influence de plusieurs paramètres dans des parois à ossatures bois », disponible sous le lien suivant : <https://www.codifab.fr/actions-collectives/etude-hygrothermique-parois-ossature-bois-434>
- Guide « Détermination des hypothèses pour les simulations de transferts couples température / humidité dans les parois de bâtiment », disponible sous le lien suivant : <https://www.proreno.fr/documents/determination-des-hypotheses-pour-les-simulations-de-transferts-couples-temperature-humidite-dans-les-parois-de-batiment>.
- 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, ADIVBOIS, 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.

# Essais et études à réaliser

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

## B.1 Essai AEV façade

### B.1.1 Maquette d'essai

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

La maquette d'essai doit, a minima, comporter une menuiserie extérieure (avec ou sans ouvrants), un joint vertical, un joint horizontal et des traversées de parois (passage de fourreau et/ou fixation des balcons). L'ouverture des joints sur la maquette devra être réalisée en tenant compte de l'ouverture maximale déterminée lors du dimensionnement des éléments de façade à ossature bois. Ces joints doivent être dimensionnés en prenant en compte les déplacements prévisibles des ouvrages (fluage, flèche des supports, etc.) et les tolérances de fabrication et de mise en œuvre (tolérance de pose des organes de fixation, etc.). Le croisement entre le joint vertical et le joint horizontal doit se faire en partie basse de la maquette qui doit faire une hauteur d'étage ou 3 m par défaut.

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'essais des fenêtres.

#### NOTE B.1

Pour la classification des ouvrants, il sera nécessaire de fournir un rapport d'essai selon la norme NF EN 14351-1 ou un label de certification permettant de s'assurer de la constance de qualité de la fabrication des menuiseries. Il sera nécessaire que les dimensions des ouvrants soient couvertes dans le certificat ou dans le rapport d'essai. Dans le cas contraire, un essai sera nécessaire pour donner le classement de la fenêtre.

### B.1.2 Protocole d'essai

Le protocole d'essai sera identique à celui détaillé en annexe D de la norme NF DTU 31.4.

Le protocole d'essai est constitué :

- Perméabilité à l'air – classification suivant la norme NF EN 12153
- Étanchéité à l'eau – classification suivant la norme NF EN 12155
- Résistance au vent, aptitude de service – classification suivant la norme NF EN 12179
- Contrôle de la perméabilité à l'air – classification suivant la norme NF EN 12153 pour classification de résistance au vent
- Contrôle de l'étanchéité à l'eau – classification suivant la norme NF EN 12155 pour classification de résistance au vent
- Résistance au vent sous charge accrue de charge de sécurité – classification suivant la norme NF EN 12179

## B.2 Essai de vérification de la compatibilité des déformations entre FOB et ETICS

### B.2.1 Cadre

Du fait de leurs fonctions, les façades à ossature bois (FOB) sont soumises à plusieurs sollicitations directes ou indirectes occasionnées par les actions extérieures (vent, pluie, fluage, etc.).

La compatibilité entre leurs déformations et les déformations de leur revêtement est donc essentielle pour ne pas affaiblir la capacité de ce revêtement extérieur à protéger la FOB des incidences de la pluie battante.

Le chapitre B-1.2 présente le protocole permettant de déterminer la compatibilité des revêtements extérieurs posés sur des façades ossatures bois (FOB).

Des essais de vieillissement mécanique et de résistance à la pluie battante sont réalisés afin de répondre à la problématique.

#### NOTE B.2

Ce protocole a été conçu par le laboratoire Essais & Simulations de l'Institut Technologique FCBA grâce à des financements CODIFAB.

### B.2.2 Limites d'application

Le protocole est créé pour les FOB filantes avec appui multiples selon la norme NF DTU 31.4.

Certains choix dans les critères des essais à fixer (déplacements imposés pour les essais mécaniques et niveau de pression pour l'essai de résistance à la pluie battante) dépendent du système constructif étudié et du domaine d'emploi considéré ou en fonction des souhaits du demandeur. Une analyse amont est nécessaire afin de déterminer les paramètres d'essai.

L'épaisseur du voile de stabilité utilisé dans ce protocole est par défaut de 15 mm. Le pilotage des essais étant réalisé en déplacement, une épaisseur du voile de stabilité importante permet de transmettre un effort plus important et une transmission de la déformation maximale (conservative) imposée au revêtement. Le voile de stabilité peut être pris à une épaisseur inférieure sur demande.

#### NOTE B.3

Dans le cas d'une épaisseur de voile de stabilité prise à 15 mm, les résultats de ce protocole sont valables pour des épaisseurs de voile de stabilité inférieures.

### B.2.3 Échantillonnage

Une maquette par type (avec baie et croix de jonction) est nécessaire pour la réalisation des séquences d'essai, dans le cadre de ce protocole.

L'épaisseur de l'isolant à tester peut être variable en fonction de sa nature et de celle de l'enduit.

### B.2.4 Définition du protocole

#### ■ Conditions de stockage

Pendant, après fabrication, séchage des enduits et avant essais, les maquettes doivent être stockées en intérieur sans conditionnement thermohygrométrique particulier (température > 18 °C).

#### ■ Moyens d'essai

##### ■ Essais mécaniques

L'appareillage d'essai doit être capable d'enregistrer la force de manière continue avec une précision de 3 % de la force appliquée. Les déplacements doivent être mesurés avec des capteurs de classe 1.

## ■ Résistance à la pluie battante

L'appareillage d'essai à la pluie battante doit comprendre les éléments suivants :

- a. une chambre d'ouverture réglable dans laquelle le corps d'essai peut être fixé ;
- b. une source de pression d'air différentielle contrôlée appliquée de part et d'autre du corps d'épreuve, réglée à  $\pm 5 \%$  près ;
- c. un dispositif capable d'appliquer des variations rapides et contrôlées de la pression différentielle entre des limites définies ;
- d. un système d'arrosage créant un film d'eau continu sur toute la surface du corps d'épreuve ; le débit d'eau pulvérisée se décompose en deux parties :
  - l'eau de ruissellement, 1,2 L/(m.min), uniformément répartie sur le sommet du corps d'épreuve,
  - la pluie battante, 1,5 L/(m.min), uniformément répartie sur la surface extérieure du corps d'épreuve ;
- e. des dispositifs permettant de mesurer la quantité d'eau fournie à  $\pm 10 \%$  près ;
- f. un dispositif permettant de mesurer la pression d'air différentielle entre les deux faces du corps d'épreuve à  $\pm 5 \%$  près ;
- g. une alimentation en eau suffisamment propre pour garantir à toutes les buses une pulvérisation correcte ;
- h. une balance ou tout autre dispositif de pesée capable de déterminer la masse du corps d'épreuve à  $\pm 0,1 \%$  près ;
- i. des capteurs permettant de mesurer l'humidité relative à l'interface entre le voile de stabilité et l'isolant. *A minima* deux capteurs doivent être posés sur la maquette, avant la mise en œuvre de l'isolant support d'enduit (l'un à proximité d'un angle de baie, l'autre à 15 cm du bas de la maquette, dans l'alignement vertical par rapport au capteur précédent).

## ■ Maquettes

Les maquettes sont de deux types suivant les essais réalisés.

La Figure B-1 présente un schéma de principe de l'ossature support FOB avec baie. Des plans indicatifs sont disponibles ci-après.

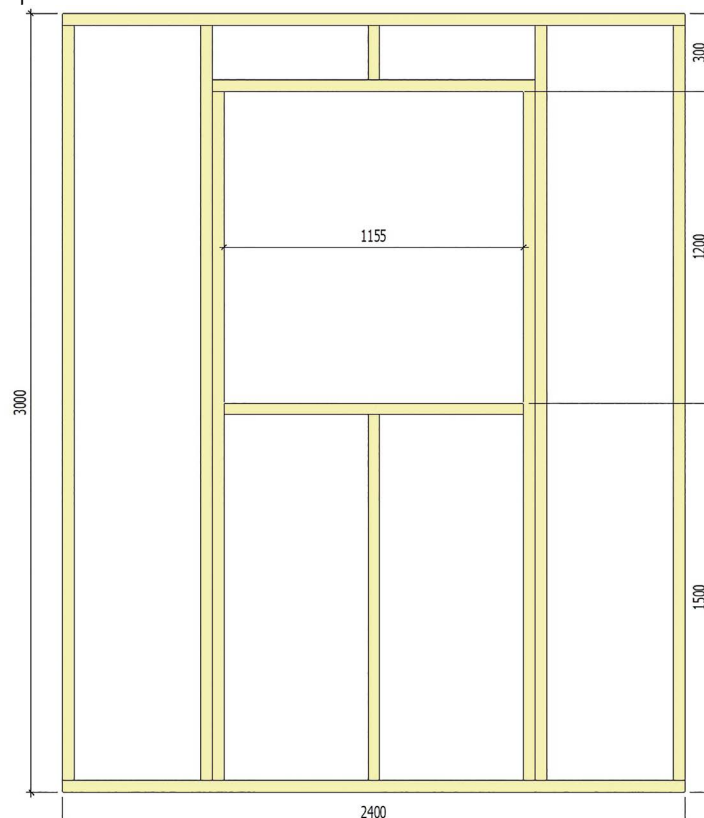


Figure B.1 : Ossature support FOB avec baie – schéma de principe

Les panneaux isolants supports d'enduit doivent être découpés dans les angles des baies, comme indiqué sur la figure B-2 ci-dessous.

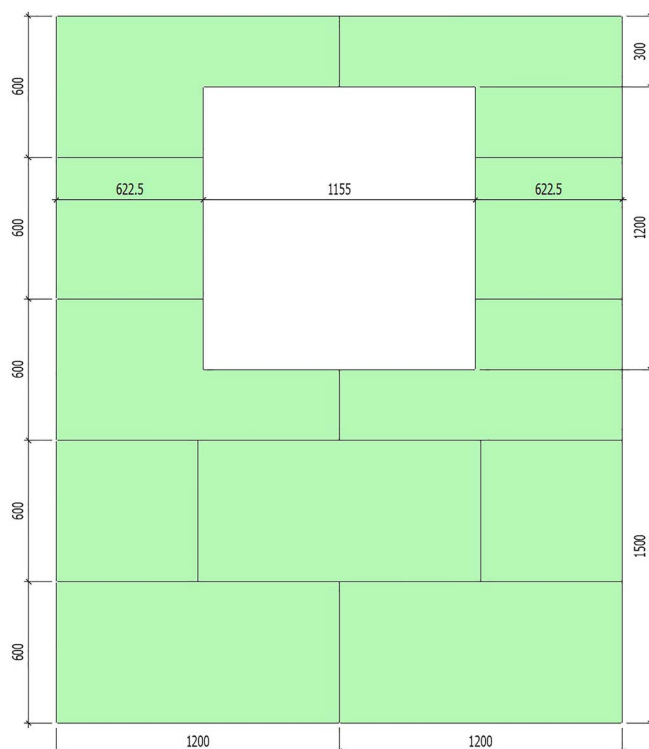


Figure B.2 : Calepinage des panneaux isolant support d'enduit sur la maquette

Au centre de l'ossature support est disposé un encadrement de baie de dimensions  $1200 \pm 50 \times 1200 \pm 50 \text{ mm}^2$  (le vide entre montants de FOB doit être conforme à la norme NF DTU 31.4).

La Figure B-3 présente un schéma de principe de l'ossature support FOB croix de jonction. Les 4 modules étant libres, ils sont fixés sur une contre-ossature. Des plans indicatifs sont disponibles ci-après.

Chaque module est de dimensions  $600 \times 800 \pm 50 \text{ mm}^2$  (le vide entre montants de FOB doit être conforme à la norme NF DTU 31.4).

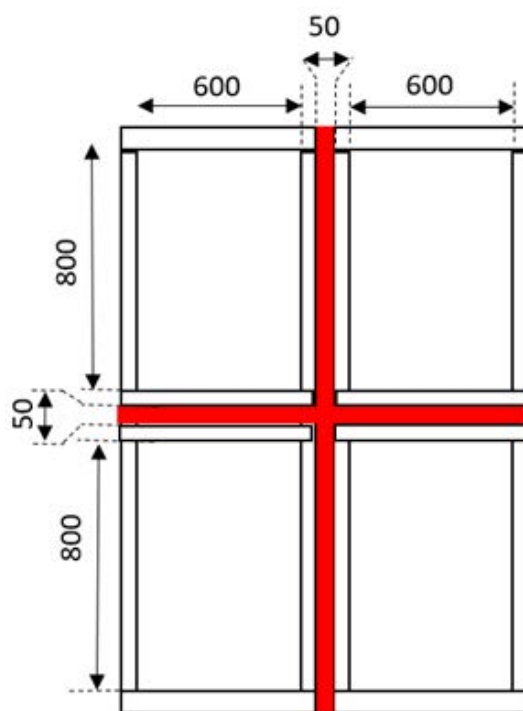


Figure B.3 : Ossature support FOB croix de jonction – schéma de principe

Le revêtement extérieur à tester doit être posé par le demandeur sur ces supports.

## ■ Essais sur maquette avec baie

Le protocole sur cette maquette décrit la succession de trois essais :

- essai de mise en parallélogramme ;
- essai de flexion 4 points ;
- essai de résistance à la pluie battante.

### Essai de mise en parallélogramme

#### ■ Principe

La méthode d'essai, qui a pour base la norme NF EN 594, permet de mesurer la compatibilité du revêtement avec les déformations par une mise en parallélogramme (chargement en tête dans le plan).

#### ■ Mode opératoire

Le système de fixation se compose de deux équerres sur les montants extérieurs permettant de reprendre les mouvements de soulèvements et de butées reprenant les efforts de glissement (schéma et photos disponibles au §B.2.5 de l'ANNEXE B du présent guide).

La sollicitation est appliquée en tête de mur par l'intermédiaire d'une ferrure fixée sur le vérin d'une part et sur l'ossature bois (traverse) d'autre part.

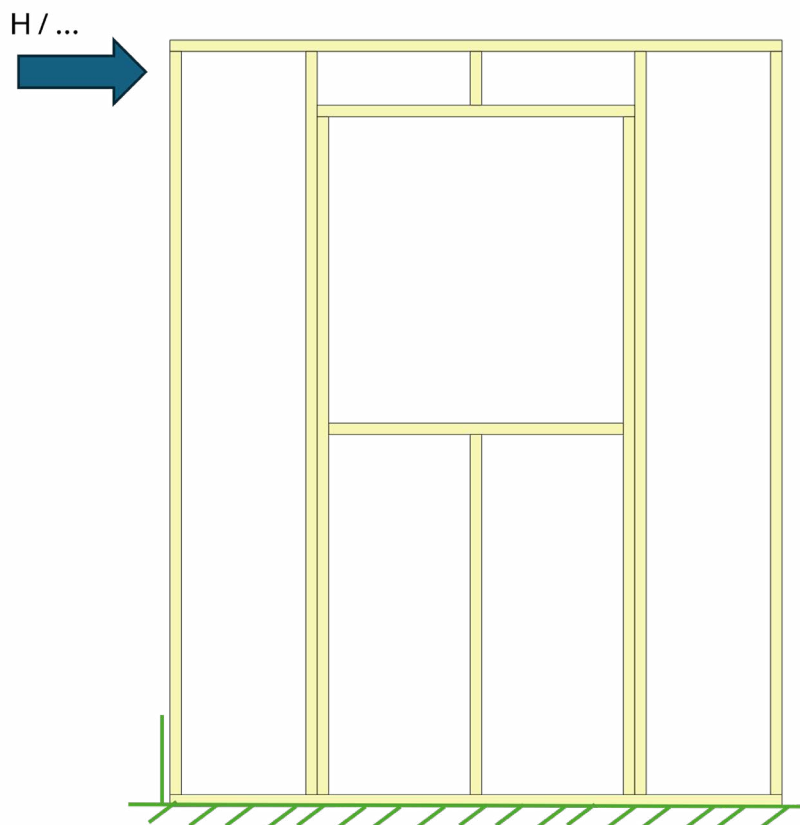


Figure B.4 : Essai de mise en parallélogramme – FOB – schéma de principe

Le pilotage est réalisé en déplacement jusqu'à une valeur de :

- H/250 pour les structures béton ou métal selon les normes NF EN 1992-1-1 et NF EN 1993-1-1 sur lesquelles les FOB seront mises en œuvre ;
- H/500 pour les structures bois selon la norme NF EN 1995-1-1 sur lesquelles les FOB seront mises en œuvre.

Pour des FOB avec appuis multiples, la valeur de H/250 est retenue par défaut afin de pouvoir monter la FOB sur tout type de support (béton, métal ou bois).

Cette valeur peut être modifiée en accord avec le demandeur.

Le protocole de chargement est défini en Figure B-5. On amène l'éprouvette jusqu'à une déformation maximale de H/250 sur 1 cycle (traction-compression du vérin).

Le nombre de cycles découle de l'Annexe B3 de la norme NF EN 1991-1-4 (période de retour de 50 ans).

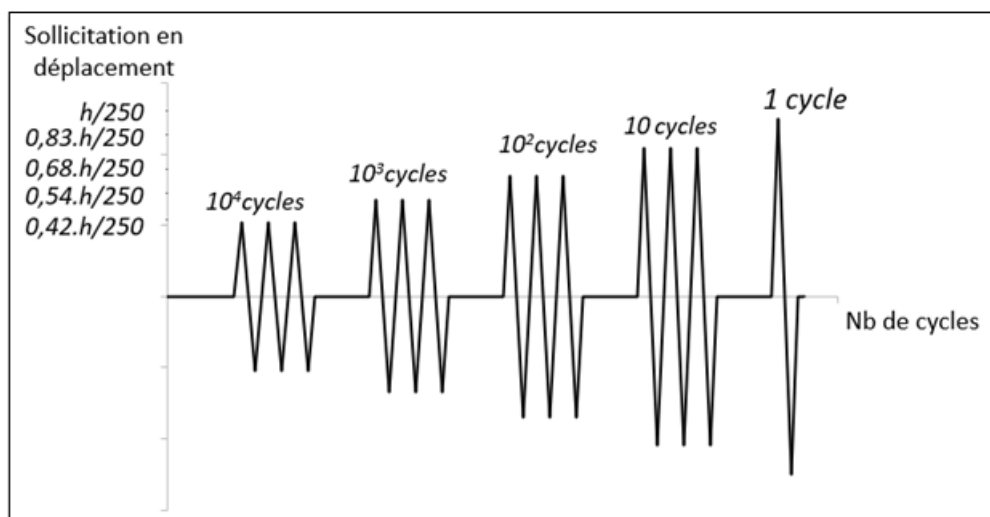


Figure B.5 : Nombre de cycles et déplacements associés

La fréquence des cycles est de 1 Hz pour : 1, 10, 100, 1000 et 10 000 cycles.

Des capteurs de déplacement peuvent être positionnés sur l'éprouvette sur des cas le justifiant.

Le temps, la force, le déplacement vérin ainsi que les déplacements des capteurs de déplacement (le cas échéant) doivent être enregistrés.

#### ■ Expression des résultats :

Pour chaque séquence de cycle :

- La force maximale  $F_{max}$  obtenue en traction et la force maximale  $F_{max}$  obtenue en compression sont relevées.
- Un constat visuel est réalisé.

Les résultats doivent comprendre l'absence ou la présence de désordres mécaniques, esthétiques et ou d'étanchéité probables (ruptures du revêtement, fissuration, faïençage, déformations excessives, déboîtements des profilés d'étanchéité, etc.).

La courbe Force / Temps de l'essai doit être tracée.

- Critères d'acceptabilité :
  - Si aucun désordre n'est constaté au critère d'arrêt choisi, le protocole se poursuit avec l'essai de flexion 4 points.
  - Si un désordre est constaté, le dernier niveau sans désordre devient le nouveau critère dimensionnant à noter sous la forme de  $h/xxx$  ou  $xxx$  mm pour une hauteur donnée. Un nouvel essai doit être réalisé pour valider ce critère et poursuivre le protocole d'essai.

La démarche décisionnelle est présentée dans l'organigramme au §9.

### Essai de flexion 4 points

#### ■ Principe

La méthode d'essai, basée sur la norme NF EN 408+A1, permet de soumettre le revêtement de la FOB aux déformations instantanées, différentielles et de fluage par un chargement descendant en partie supérieure dans le plan.

#### ■ Mode opératoire

Un essai de flexion 4 points est réalisé sur l'éprouvette selon la Figure 5 pour simuler le fluage.

Le déplacement est appliqué au droit des montants par l'intermédiaire d'une plaque de répartition qui couvre l'ossature bois et le voile de stabilité.

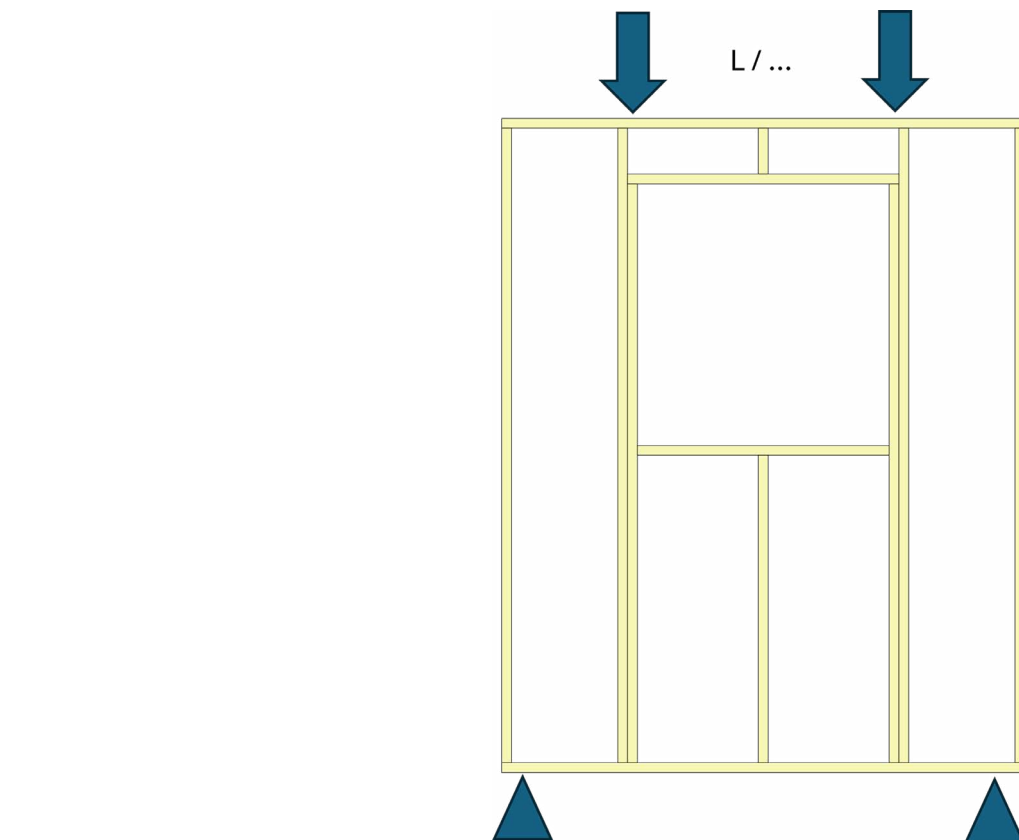


Figure B.6 : Essai de flexion 4 points – FOB – schéma de principe

L'essai est statique par palier selon la courbe de la Figure B-7. Chaque montée de palier se fait sur 60 s, le maintien de palier est de 300 s minimum (temps nécessaire d'analyse de désordre).

Le dernier palier à  $L/500$  est maintenu pendant 2,5 h.

Le pilotage est réalisé en déplacement jusqu'à une valeur à définir par le demandeur.

La valeur usuellement retenue est de  $L/500$  pour les FOB.

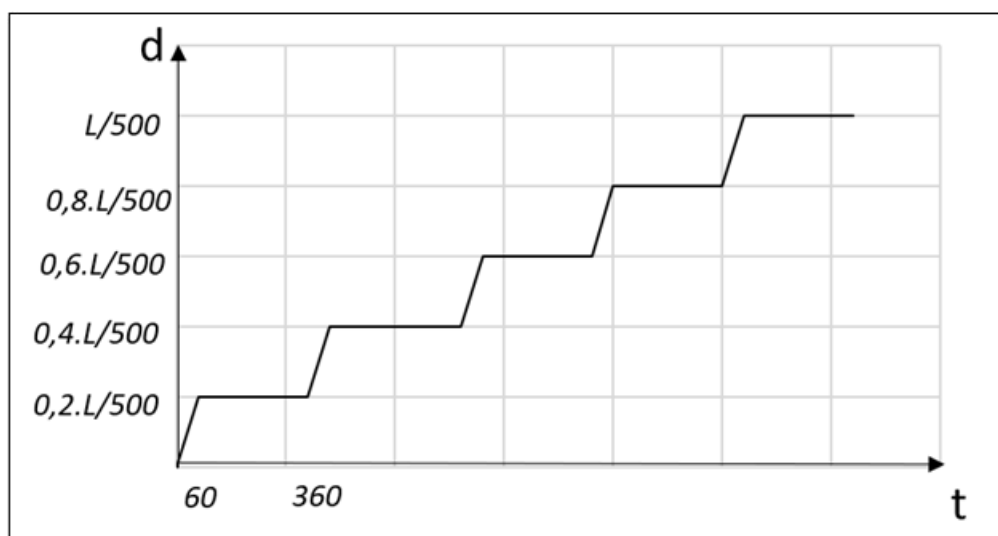


Figure B.7 : Paliers et niveaux de déplacements

Des capteurs de déplacement peuvent être positionnés sur l'éprouvette sur des cas le justifiant et sur demande.

Le temps, la force, le déplacement vérin ainsi que les déplacements des capteurs de déplacement (le cas échéant) doivent être enregistrés.

- Expression des résultats
  - Pour chaque palier :
    - la force maximale  $F_{max}$  est relevée ;
    - un constat visuel est réalisé.
  - Pour le dernier palier :
    - la force maximale  $F_{max}$  est relevée en début de palier et à la fin du maintien du palier ;
    - un constat visuel est réalisé.

L'absence ou la présence de désordres mécaniques, esthétiques et ou d'étanchéité probables (ruptures du revêtement, fissuration, faïençage, déformations excessives, déboîtements des profilés d'étanchéité) doit être consignée.

La courbe Force/Temps de l'essai doit être tracée.

#### ■ Critères d'acceptabilité

Si aucun désordre n'est constaté au critère d'arrêt choisi, le protocole se poursuit avec l'essai de résistance à la pluie battante.

Si un désordre est constaté, le dernier niveau sans désordre devient le nouveau critère dimensionnant à noter sous la forme de h/xxx ou xxx mm pour une hauteur donnée. Un nouvel essai doit être réalisé pour valider ce critère et poursuivre le protocole d'essai.

La démarche décisionnelle est présentée dans l'organigramme au §B.2.6

### Essai de résistance à la pluie battante

#### ■ Principe

La méthode d'essai permet de vérifier la conservation de l'étanchéité à l'eau du revêtement extérieur à la suite des sollicitations mécaniques réalisées aux §B.2.4.4.1 et au §B.2.4.4.2.

#### ■ Mode opératoire

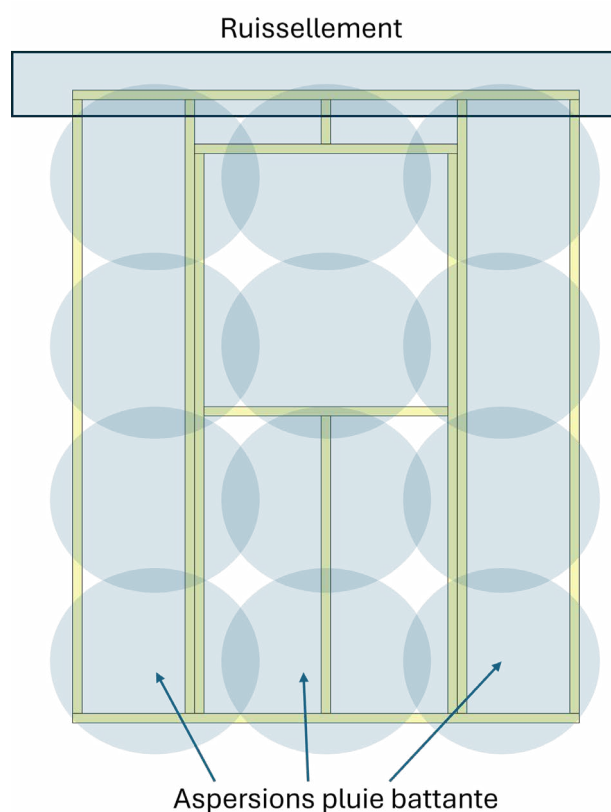


Figure B.8 : Essai de résistance à la pluie battante – Maquette menuiserie FOB – Schéma de principe

Par défaut, les cycles de pression sont définis dans la méthode A de la norme NF EN 12865 jusqu'à 600 Pa ce qui correspond à la limite haute de la norme NF DTU 31.4 (25 % de la pression dynamique de pointe à une hauteur de 28 m en zone IV et avec une rugosité de 0).

Cependant, les niveaux de pression testés sont choisis en cohérence avec le système constructif, le domaine d'emploi revendiqué et le souhait du demandeur.

| Écart de pression Pa | Procédure A             |                                  |
|----------------------|-------------------------|----------------------------------|
|                      | Intervalle de temps min | Temps total en fin de palier min |
| 0                    | 20                      | 20                               |
| 0 à 150              | 10                      | 30                               |
| 0 à 300              | 10                      | 40                               |
| 0 à 450              | 10                      | 50                               |
| 0 à 600              | 10                      | 60                               |

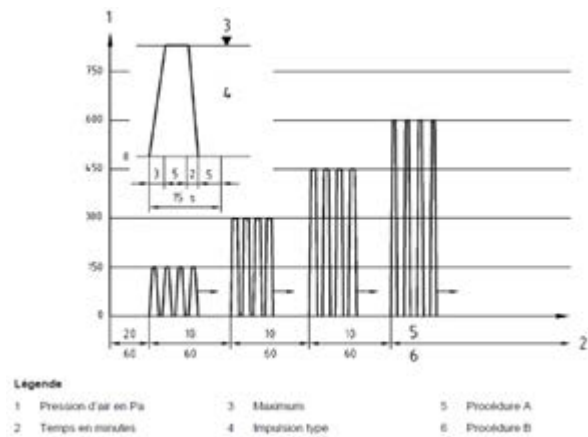


Figure B.9 : Procédure A selon la norme NF EN 12865 et cycles d'aspersion

À la fin des cycles d'aspersion, un égouttage de 10 minutes de la maquette d'essai est effectué.

■ Expression des résultats :

Pour chaque maquette d'essai, les résultats expérimentaux sont exprimés de la façon suivante:

$m_0$  masse avant essai en kg

$m_1$  masse après essai et un égouttage de 10 minutes, en kg

$W_A$  masse d'eau absorbée par unité de surface en  $\text{kg/m}^2$

$P$  Pression de l'environnement ambiant en hPa

$T$  Température ambiante en  $^{\circ}\text{C}$

$H$  Humidité relative en HR %

Tout au long de l'essai, des observations visuelles de la maquette d'essai sont réalisées.

En fin d'essai et après égouttage, un démontage du revêtement extérieur au niveau des points singuliers (voir Figure B-10) est effectué afin d'apprécier la présence ou non de zones d'humidification en contre-parement, sur le pare-pluie et sur le voile de stabilité.

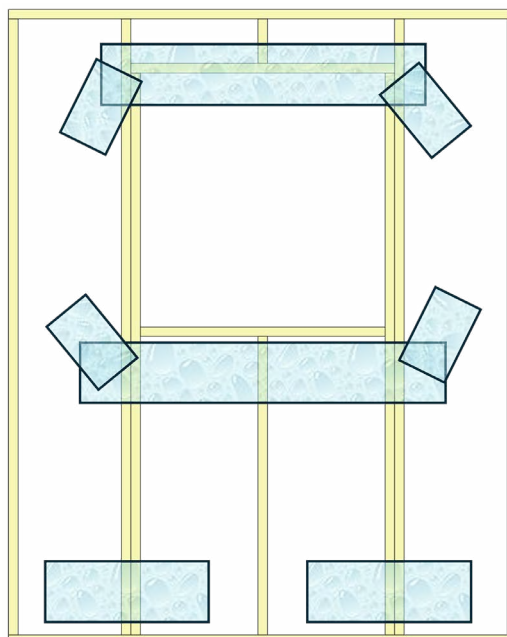


Figure B.10 : Schéma de principe des points singuliers et zones d'attention particulière

De plus, les données des capteurs d'humidité relative sont fournies, au pas de temps horaire, depuis le jour de la mise en œuvre de l'enduit et jusqu'à 4 heures après l'essai de résistance à la pluie battante.

### ■ Essais sur croix de jonction

Le protocole sur cette maquette décrit la succession de deux essais :

- essai de cisaillement ;
- essai de résistance à la pluie battante.

#### Essai de cisaillement

- Principe

La méthode d'essai permet de solliciter la croix de jonction en cisaillement.

- Mode opératoire

Les vis du module haut-gauche qui relient le module à la contre-ossature sont enlevées avant l'essai.

Ainsi, un seul des 3 modules est mobile, les 3 autres modules restant fixés à la contre-ossature qui assure le maintien en position.

La sollicitation est appliquée sur la partie supérieure par l'intermédiaire d'une platine fixée sur l'ossature principale.

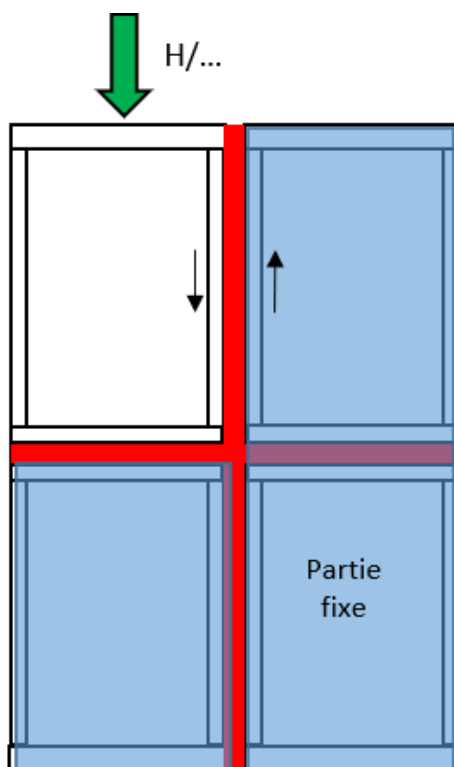


Figure B.11 : Essai de cisaillement sur croix de jonction – schéma de principe

Le pilotage est réalisé en déplacement jusqu'à une valeur à définir. Les valeurs usuellement retenues sont :

- H/250 pour les structures béton ou métal selon les normes NF EN 1992-1-1 et NF EN 1993-1-1.
- H/500 pour les structures bois selon norme NF EN 1995-1-1.

H étant la hauteur d'un étage.

Une fois l'essai terminé, le module mobile est à nouveau fixé à la contre-ossature pour permettre la réalisation de l'essai suivant.

Le protocole de chargement est défini en Figure B-11. On amène donc l'éprouvette jusqu'à déformation maximale H/250 sur 1 cycle (traction-compression du vérin).

Le nombre de cycles correspond à la norme NF EN 1991-1-4 Annexe B3 associée à une période de retour de 50 ans.

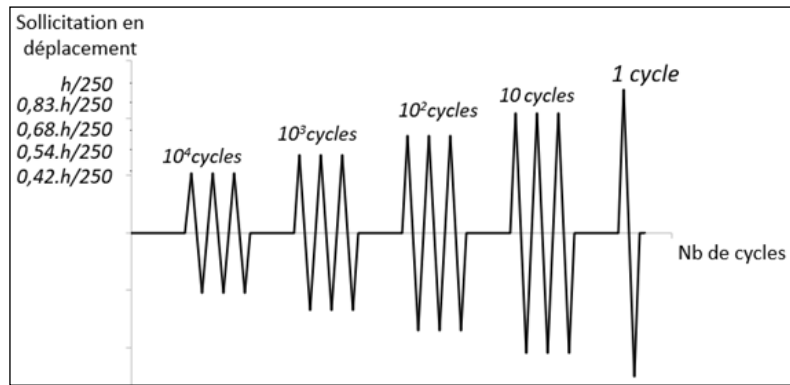


Figure B.12 : Nombre de cycles et déplacements associés

La fréquence des cycles est de 1 Hz pour : 1, 10, 100, 1000 et 10 000 cycles.

Des capteurs de déplacement peuvent être positionnés sur l'éprouvette sur des cas le justifiant et sur demande.

Le temps, la force, le déplacement vérin ainsi que les déplacements des capteurs de déplacement (le cas échéant) doivent être enregistrés.

- Expression des résultats

Pour chaque séquence de cycle un constat visuel est réalisé

Les résultats doivent comprendre l'absence ou la présence de désordres mécaniques, esthétiques et ou d'étanchéité probables (fissuration, faïençage, déformations excessives, déboîtements des profilés d'étanchéité, etc.).

- Critères d'acceptabilité

Si aucun désordre n'est constaté au critère d'arrêt choisi, le protocole se poursuit avec l'essai de flexion 4 points.

Si un désordre est constaté, le dernier niveau sans désordre devient le nouveau critère dimensionnant à noter sous la forme de h/xxx ou xxx mm pour une hauteur donnée. Un nouvel essai doit être réalisé pour valider ce critère et poursuivre le protocole d'essai.

La démarche décisionnelle est présentée dans l'organigramme au §B.2.7.

### Essai de résistance à la pluie battante

- Principe

La méthode d'essai permet de vérifier la conservation de l'étanchéité du revêtement à la suite des sollicitations mécaniques réalisées.

- Mode opératoire

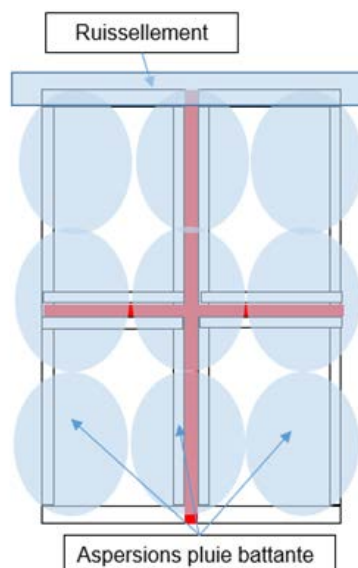


Figure B.13 : Essai de résistance à la pluie battante – maquette croix de jonction FOB – schéma de principe

Par défaut, les cycles de pression sont définis dans la méthode A de la norme NF EN 12865 jusqu'à 600 Pa ce qui correspond à la limite haute de la norme NF DTU 31.4 (25 % de la pression dynamique de pointe à une hauteur de 28 m en zone IV et avec une rugosité de 0).

Cependant, les niveaux de pression testés sont choisis en cohérence avec le système constructif, le domaine d'emploi revendiqué et le souhait du demandeur.

| Écart de pression Pa | Procédure A             |                                  |
|----------------------|-------------------------|----------------------------------|
|                      | Intervalle de temps min | Temps total en fin de palier min |
| 0                    | 20                      | 20                               |
| 0 à 150              | 10                      | 30                               |
| 0 à 300              | 10                      | 40                               |
| 0 à 450              | 10                      | 50                               |
| 0 à 600              | 10                      | 60                               |

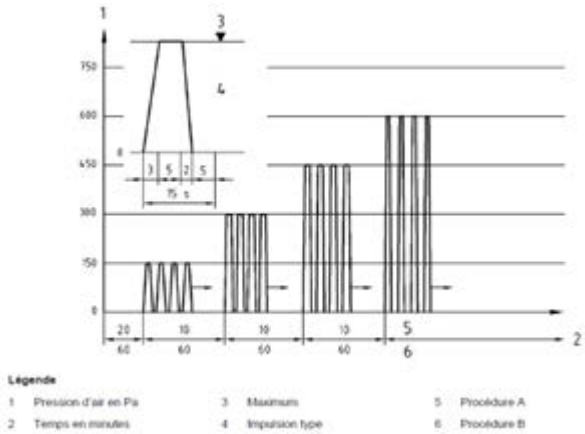


Figure B.14 : Procédure A selon la norme NF EN 12865 et cycles d'aspersion

À la fin des cycles d'aspersion, un égouttage de 10 minutes de la maquette d'essai est effectué.

■ Expression des résultats :

Pour chaque maquette d'essai, les résultats expérimentaux sont exprimés de la façon suivante.

- $m_0$  masse avant essai en kg
- $m_1$  masse après essai et un égouttage de 10 minutes, en kg
- $W_A$  masse d'eau absorbée par unité de surface en  $kg/m^2$
- $P$  Pression de l'environnement ambiant en hPa
- $T$  Température ambiante en °C
- $H$  Humidité relative en HR %

Tout au long de l'essai, des observations visuelles de la maquette d'essai sont réalisées.

En fin d'essai et après égouttage, un démontage du revêtement extérieur au niveau des points singuliers (voir Figure B-15) est effectué afin d'apprécier la présence ou non de zones d'humidification en contre-parement, sur le pare-pluie et sur le voile de stabilité.

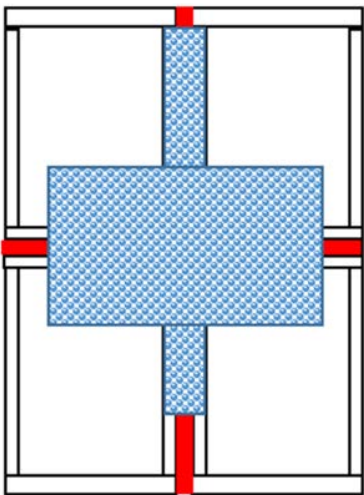


Figure B.15 : Schéma de principe des points singuliers et zones d'attention particulière

## B.2.5 Plans indicatifs des ossatures supports de revêtement

### ■ Ossature support avec menuiserie

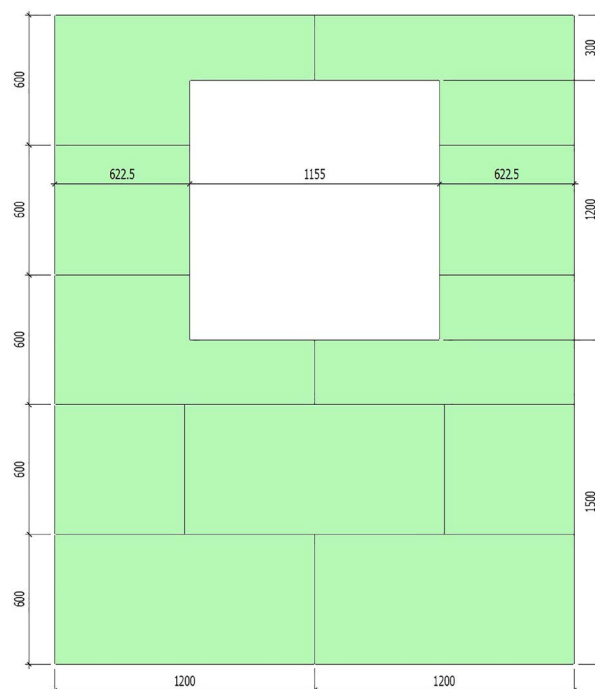
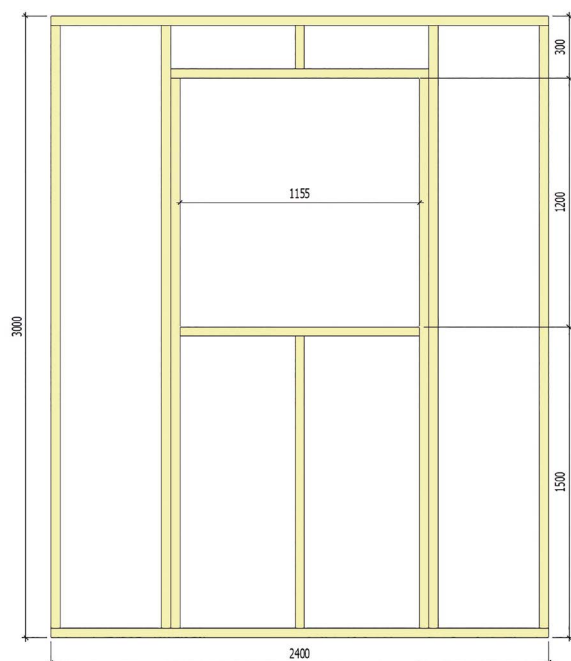


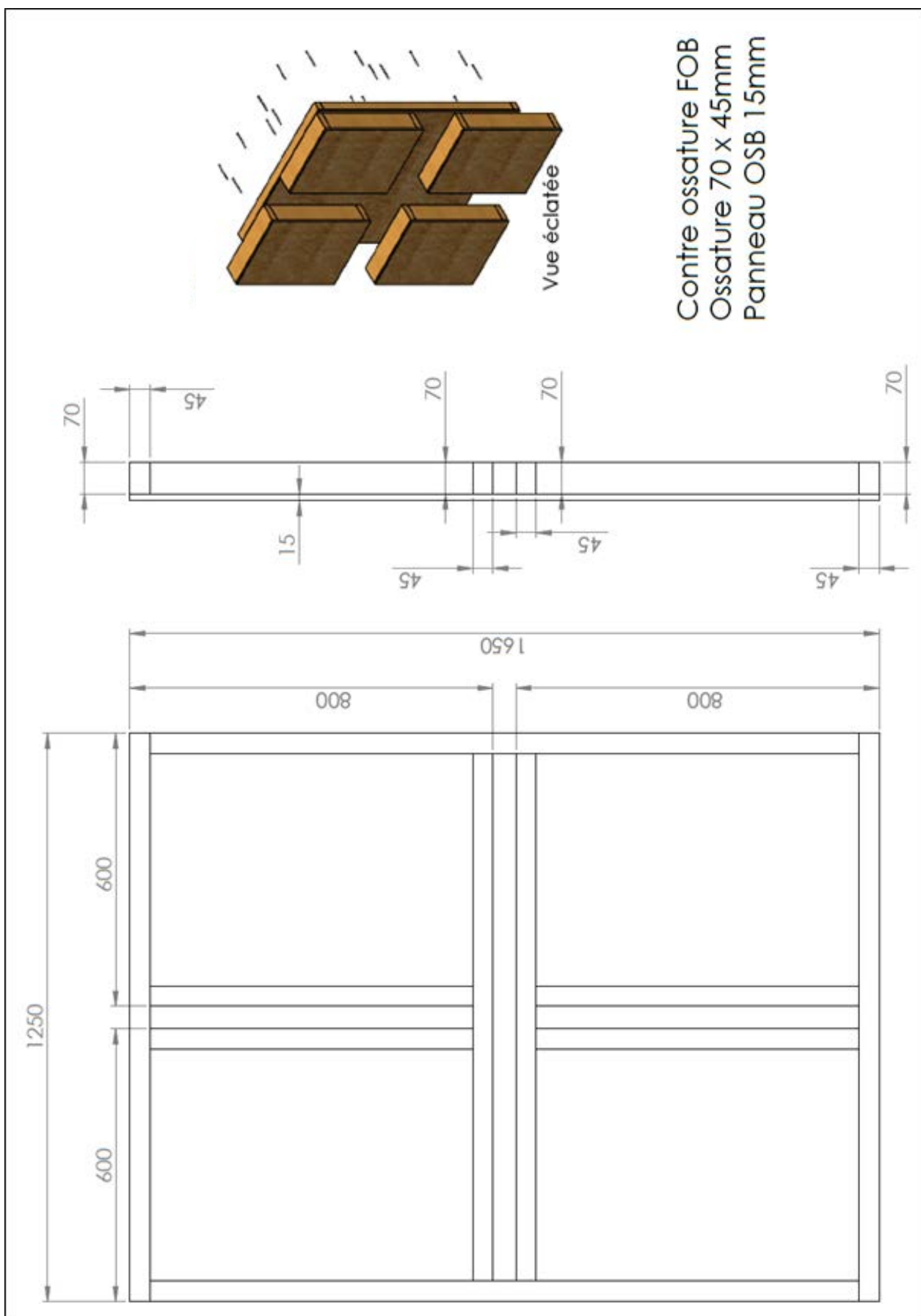
Figure B.16 : Butée réglable anti-glissement (exemple)



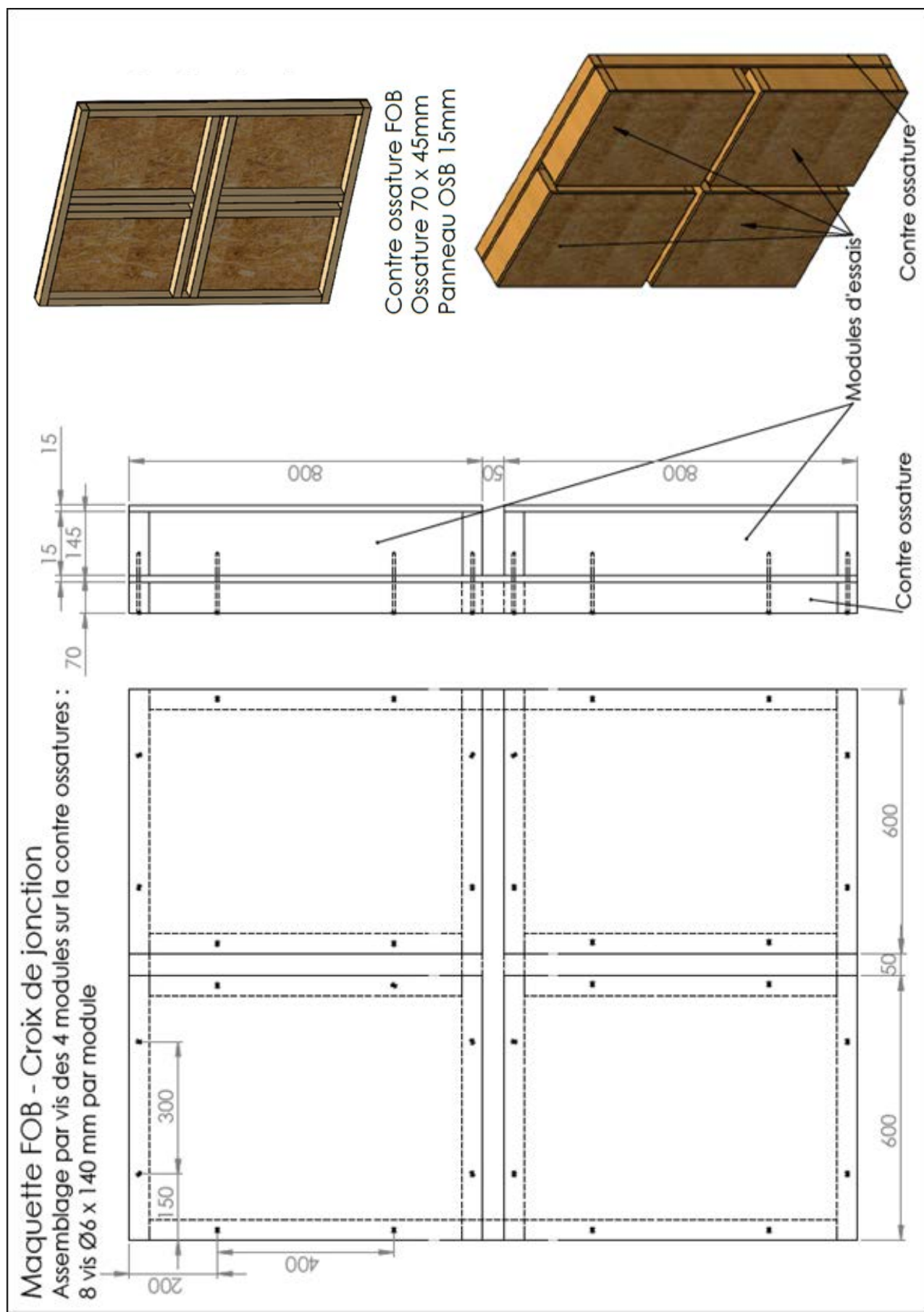
Figure B.17 : Équerre anti-soulèvement (exemple)

## ■ Ossature support croix de jonction

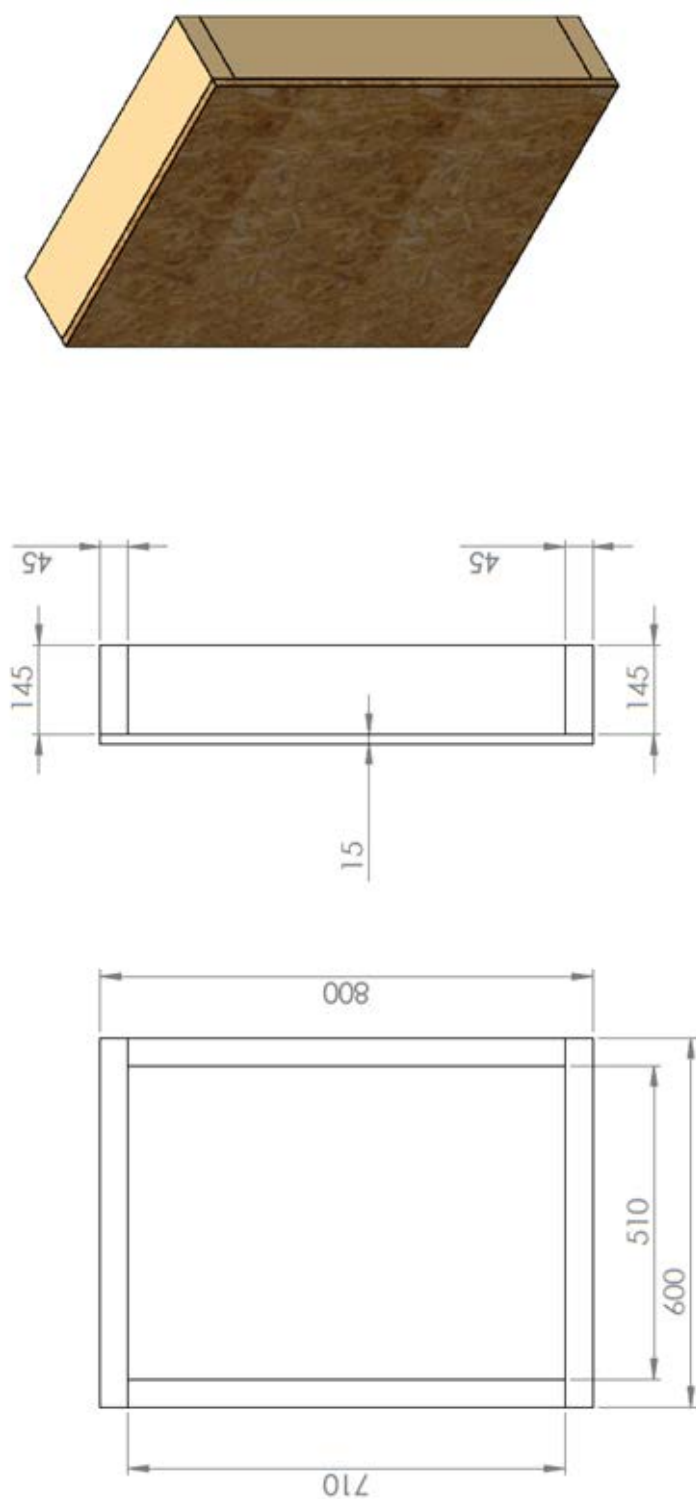
- Plan de l'ossature support assemblée



■ Plan de sous-ensemble – contre-ossature :

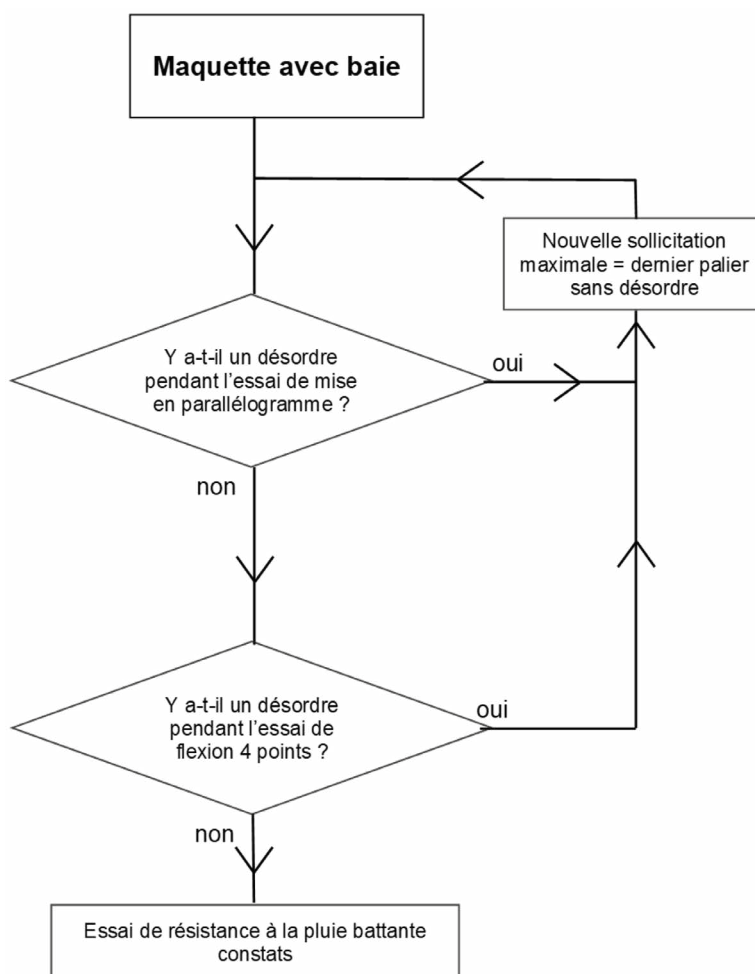


■ Plan de sous-ensemble – module unitaire :

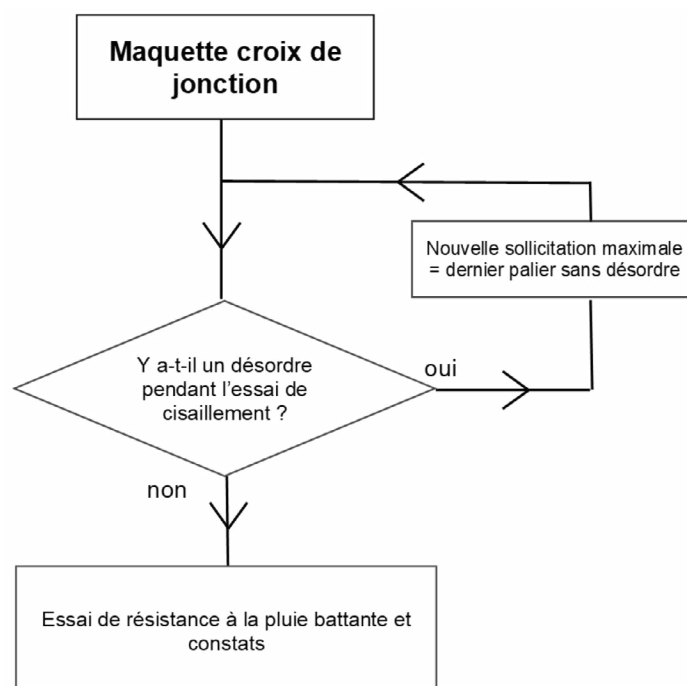


Module unitaire FOB pour maquette en croix  
Ossature 45 x 145mm  
Panneau OSB 15mm

## B.2.6 Organigramme de déroulement des essais – maquette avec baie



## B.2.7 Organigramme de déroulement des essais – maquette croix de jonction



## B.2.8 Présentation des résultats – Rapport d’essai

Le rapport d’essai doit contenir les informations suivantes :

- Maquette d’essai
  - La description détaillée de la maquette d’essai comprenant les dimensions, les fixations, les ouvertures, les matériaux utilisés, plans, etc.
  - La description détaillée du revêtement extérieur utilisé.
  - Toute autre information pouvant influencer les résultats d’essais.
- Méthodes d’essai
  - Une référence aux méthodes d’essai utilisées.
  - L’atmosphère de conditionnement de la maquette d’essai.
  - Les paramètres d’essai définis pour chaque essai réalisé.
  - La description du dispositif de chargement, des dispositifs d’essai et des instruments de mesure utilisés le cas échéant.
  - Les détails de tout système d’ancrage utilisé durant les essais.
  - Toute autre information pouvant influencer les résultats d’essai.
- Résultats d’essai
  - Les valeurs  $F_{max}$ , les constats visuels, les masses, les conditions atmosphériques ( $T^{\circ}C$ , H %, P) et les humidités relatives mesurées en fonction de l’essai réalisé.
  - Toute autre information pouvant influencer les résultats d’essai.

## B.3 Essais spécifiques pour les ETICS

### B.3.1 Essais sur l’ETICS

Essais sur l’ETICS : référentiel EAD 040083-00-0404. Il est à noter qu’à la date de publication du présent guide, ce référentiel est en cours de révision.

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 la courbe de sorption du système d’enduit ;
- du 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.

D’autre part, il peut être intéressant de compléter les études hygrothermiques avec une démarche expérimentale afin d’affiner le modèle utilisé et de vérifier qu’il prédit un comportement proche de la réalité. La démarche expérimentale à envisager peut être un protocole d’essais cycliques longue durée.

#### NOTE B.4

L’étude hygrothermique de l’influence de plusieurs paramètres dans des parois à ossatures bois est disponible *via* le lien suivant : <https://www.codifab.fr/actions-collectives/etude-hygrothermique-parois-ossature-bois-434>

## **B.4 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 le 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 Dimensionnement de la paroi

Les parois à ossature bois, COB et FOB, sont dimensionnées conformément à la norme NF EN 1995 (Eurocode 5).

## C.2 Détermination de la flèche du support

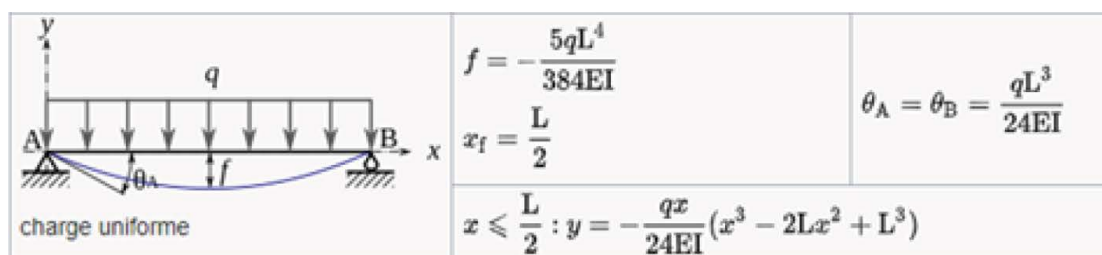
La détermination de la flèche du support d'ETICS dépend des critères suivants :

- de la sensibilité au tassement de l'ETICS entre deux montants consécutifs ;
- de l'entraxe des montants de COB/FOB ;
- du porte-à-faux admissible de l'ETICS (distance entre son bord libre et l'axe de fixation de l'ETICS) ;
- de la portée de la poutre de rive ou dalle ;
- du schéma statique de la poutre de rive ou dalle (bi-articulée, encastrée, continue, console, etc.) qui permet de connaître la forme de sa déformée ;
- de la déformée maximale de la poutre de rive ou dalle 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 au §B.2 de l'ANNEXE B.

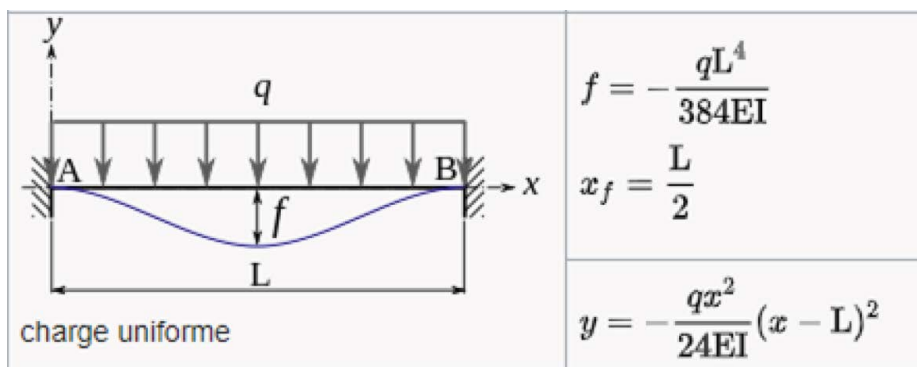
En fonction du schéma statique du support de l'ETICS (cadre du panneau ou plancher/poutre en hyperstatique), on sait que sa déformation est la suivante :

### ■ Schéma statique de la poutre de rive ou dalle bi-articulées



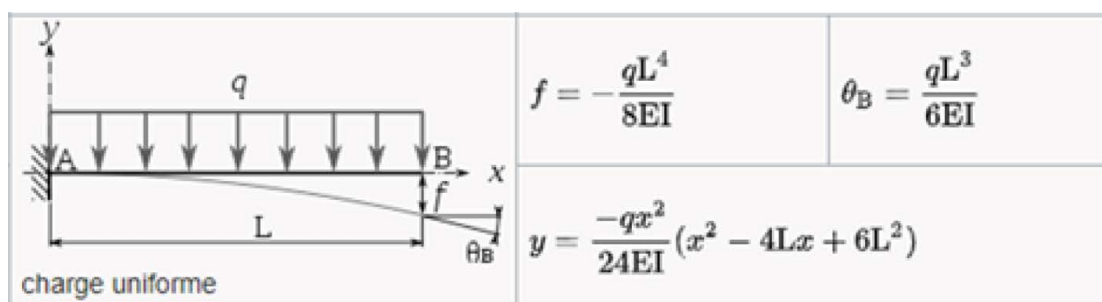
La rotation maximale du support (engendrant le tassement différentiel entre deux montants) est située au niveau des appuis.

### ■ Schéma statique de la poutre de rive ou dalle bi-encastées



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

### ■ Schéma statique de la poutre de rive ou dalle encastées (avec un bord libre)



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

### ■ Exemple d'application pour un schéma statique d'une poutre de rive ou dalle bi-articulées

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 consécutifs donne une valeur maximale de 4,0 mm. Celle-ci 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.3 Hypothèses pour les calculs des transferts hygrothermiques

Les justifications numériques des transferts hygrothermiques dans les parois revêtues par un ETICS ne sont actuellement pas suffisamment fiables, ni réalistes pour être à elles seules suffisantes. Elles permettent cependant d'avoir une idée du comportement de la paroi.

Dans cette annexe, les hypothèses permettant l'étude des transferts hygrothermiques 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 guide « Détermination des hypothèses pour les simulations de transferts couples température/humidité dans les parois de bâtiment » (voir l'extrait du rapport fourni en ANNEXE G.)

### C.3.1 Hypothèses générales

- Les films pare-pluie ou pare-vapeur sont considérés comme continus, sans percement et sans trou.
- 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.3.2 Matériaux

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

Tableau C.1 : Caractéristiques des constituants des parois

|                                         | Ep mm | P [ $\text{m}^3/\text{m}^3$ ] | rho [ $\text{kg}/\text{m}^3$ ] | lambda [ $\text{W}/(\text{m.K})$ ] | Cp [ $\text{J}/(\text{kg.K})$ ] | $\mu$ [-]<br>ou sd [m]    |
|-----------------------------------------|-------|-------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|---------------------------|
| Plaque de plâtre                        | 13    | 0,70                          | 650                            | 0,18                               | 870                             | $\mu = 8,3$               |
| Lame d'air non ventilée                 | 45    | 0,999                         | 1,3                            | 0,28                               | 1000                            | $\mu = 0,32$              |
| Liteau en bois                          |       | 0,72                          | 600                            | 0,13                               | 1600                            | $\mu = 130$               |
| Panneau OSB intérieur                   | 12    | 0,64                          | 553                            | 0,12                               | 1400                            | $\mu = 134$               |
| Pare-vapeur                             | 1     | $2.10^{-4}$                   | 100                            | 2,3                                | 2300                            | sd = 18 m<br>(18000)      |
| Fibres de bois faible densité           | 200   | 0,98                          | 50                             | 0,038                              | 2000                            | $\mu = 1,3$               |
| Fibres de bois forte densité            | 200   | 0,98                          | 100                            | 0,038                              | 2000                            | $\mu = 1,3$               |
| Montant en bois                         |       | 0,72                          | 600                            | 0,13                               | 1600                            | $\mu = 130$               |
| Laine minérale                          | 60    | 0,98                          | 20                             | 0,035                              | 1200                            | $\mu = 1,1$               |
| Panneau OSB extérieur                   | 18    | 0,72                          | 630                            | 0,13                               | 1600                            | $\mu = 650$               |
| Écran pare-pluie                        | 1     | $2.10^{-4}$                   | 130                            | 2,3                                | 2300                            | Sd = 0,18 m<br>(180)      |
| Enduit « étanche »                      | 18    | 0,3                           | 2000                           | 1,2                                | 850                             | Sd = 0,9 m<br>$\mu = 50$  |
| Enduit perméable absorbant (chaux)      | 18    | 0,33                          | 1600                           | 0,7                                | 850                             | Sd = 0,2 m<br>$\mu = 12$  |
| Enduit perméable non absorbant (bâtard) | 18    | 0,24                          | 1900                           | 0,8                                | 850                             | Sd = 0,35 m<br>$\mu = 19$ |

Les caractéristiques hydriques des enduits sont les suivantes :

Tableau C.2 : : Caractéristiques hydriques des enduits

| Type d'enduit                                                                     | Facteur de résistance à la vapeur d'eau $\mu$ | Coefficient d'absorption d'eau liquide A en kg/(m <sup>2</sup> . h0.5) | Coefficients de diffusion liquide DWS et DWW en fonction de la teneur en eau W |                       |                      |                       | Teneur en eau W en kg/m <sup>3</sup> |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|--------------------------------------|-----------|
|                                                                                   |                                               |                                                                        | Succion DWS                                                                    |                       | Redistribution DWW   |                       | à 80 % HR                            | à 98 % HR |
| Enduit « étanche »                                                                | 50                                            | 0,5                                                                    | W kg/ m <sup>3</sup>                                                           | DWS m <sup>2</sup> /s | W kg/ m <sup>3</sup> | DWS m <sup>2</sup> /s | 24                                   | 80        |
|                                                                                   |                                               |                                                                        | 0                                                                              | 0                     | 0                    | 0                     |                                      |           |
|                                                                                   |                                               |                                                                        | 25                                                                             | $9 \times 10^{-12}$   | 25                   | $6 \times 10^{-12}$   |                                      |           |
|                                                                                   |                                               |                                                                        | 280                                                                            | $3 \times 10^{-9}$    | 280                  | $2 \times 10^{-10}$   |                                      |           |
| Enduit « chaux-ciment » (designé par « enduit bâtard » (perméable non absorbant)) | 19                                            | 2                                                                      | W kg/ m <sup>3</sup>                                                           | DWS m <sup>2</sup> /s | W kg/ m <sup>3</sup> | DWS m <sup>2</sup> /s | 45                                   | 60        |
|                                                                                   |                                               |                                                                        | 0                                                                              | 0                     | 0                    | 0                     |                                      |           |
|                                                                                   |                                               |                                                                        | 20                                                                             | $1 \times 10^{-10}$   | 20                   | $1 \times 10^{-10}$   |                                      |           |
|                                                                                   |                                               |                                                                        | 210                                                                            | $1 \times 10^{-7}$    | 210                  | $7 \times 10^{-9}$    |                                      |           |
| Enduit chaux (perméable absorbant)                                                | 12                                            | 10                                                                     | W kg/ m <sup>3</sup>                                                           | DWS m <sup>2</sup> /s | W kg/ m <sup>3</sup> | DWS m <sup>2</sup> /s | 35                                   | 178       |
|                                                                                   |                                               |                                                                        | 0                                                                              | 0                     | 0                    | 0                     |                                      |           |
|                                                                                   |                                               |                                                                        | 25                                                                             | $2 \times 10^{-10}$   | 25                   | $6 \times 10^{-10}$   |                                      |           |
|                                                                                   |                                               |                                                                        | 186                                                                            | $5 \times 10^{-6}$    | 186                  | $2 \times 10^{-7}$    |                                      |           |

#### NOTE C.1

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

### C.3.3 Conditions aux limites

Tableau C.3 : Conditions aux limites

|                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Climats extérieurs</b>                            | 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) |
| <b>Ambiances intérieures</b>                         | Locaux à moyenne hygrométrie $W/n = 5 \text{ g/ m}^3$                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Orientation de la paroi</b>                       | Face au nord, ouest ou sud suivant le climat extérieur et le rafraîchissement intérieur.                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Prise en compte de la pluie battante</b>          | $Q_{\text{pluie}} = \text{Pluie} \times (0 + 0,2 \times \text{vitesse du vent})$ Fraction de $Q_{\text{pluie}}$ adhérente 0,7                                                                                                                                                                                                               |
| <b>1/hi</b>                                          | 0,13 m <sup>2</sup> .K/W                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>1/he</b>                                          | 0,04 m <sup>2</sup> .K/W                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Émissivité surface extérieure</b>                 | 0,9                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Absorptivité surface extérieure</b>               | 0,6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Bilan explicite (du rayonnement infra-rouge)</b>  | Oui                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Émissivité terrestre grandes longueurs d'onde</b> | 0,8                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Réflexivité</b>                                   | 0,7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

### C.3.4 Résultats de l'étude hygrothermique

L'ensemble de l'étude menée dans le cadre du présent guide est détaillée dans le rapport d'étude CSTB DEB/HTO-2020-143-KZ-CP-NP (voir ANNEXE G).

# 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.

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 qualité ayant réuni un certain niveau de consensus entre les acteurs.

<https://www.codifab.fr/actions-collectives/construction-bois-et-gestion-de-lhumidite-en-phase-chantier-2426>

Un protocole de suivi de l'humidité dans les ouvrages en phase chantier a été mis en place dans le cadre de la réalisation du Village des Athlètes.

## D.1 Objectif d'un suivi

L'objectif de ce suivi est d'alerter sur les risques de développement fongique au sein des parois à ossature bois pendant la phase provisoire de chantier, et en particulier sur les isolants à base de fibres végétales et sur les plaques de plâtre fibrée cellulose. Il propose également des actions à mener afin de limiter le risque de développement de moisissures pouvant compromettre la salubrité des locaux.

## D.2 Problématique

Il convient de rappeler que la problématique ne concerne pas le risque de développement de champignons lignivores pouvant dégrader les éléments bois et à base de bois (pourriture cubique par exemple). En effet, les développements fongiques de ce type nécessitent une exposition répétée et

longue à l'eau qui maintiendrait un taux d'humidité très élevé de bois non durable (durabilité naturelle ou conférée) pendant plusieurs mois et années.

La problématique des moisissures est différente. La présence naturelle de spores de moisissures en suspension dans l'air conduit inévitablement à considérer leur présence au sein des parois. Leur développement est alors conditionné au couple température/humidité de l'air ambiant. De plus, le taux d'humidité et le type de matériaux auront une influence sur la rapidité et l'étendue du développement des moisissures et sur leur type.

La dégradation des matériaux reste limitée par les moisissures et ne remet pas en cause la solidité de l'ouvrage. Par contre, il dégrade la qualité de l'air par la propagation des spores volatiles au travers des matériaux par porosité (y compris les pare-vapeur), pouvant alors constituer des agents pathogènes pour la santé humaine lorsqu'ils sont en trop grand nombre dans les locaux intérieurs.

## D.2.1 Contexte

Les isolants à base de fibres végétales entrent dans le domaine d'application de la norme harmonisée NF EN 13171. Les propriétés évaluées dans la rubrique « durabilité » s'attachent uniquement au maintien des performances dans le temps. Le risque de développement de moisissures n'est pas traité.

Le GS20 de la CCFAT a rédigé le e-Cahiers du CSTB n° 3713 (mars 2018) pour l'évaluation technique des isolants à base de fibres végétales ou animales. Le sujet du risque de développement des moisissures y est abordé. Le comportement sur le plan du développement des moisissures doit être systématiquement caractérisé selon la méthode décrite dans ses annexes A3 et A4 en fonction des conditions attendues. Celles-ci sont représentées par deux scénarii dits « HR 85 » et « HR 95 » correspondant à des conditions optimales de développement des principales souches de moisissures :

- HR 85 : incubation forcée à  $28 \pm 2$  °C et  $85 \pm 4$  % HR pendant 28 jours ;
- HR 95 : incubation forcée à  $28 \pm 2$  °C et  $95 \pm 4$  % HR pendant 28 jours.

### NOTE D.1

Pour les moisissures courantes, la plage de température courante de développement se situe entre 15 et 40 °C, avec un optimum entre 20 et 35 °C, et une humidité relative de 75 à 95 % HR avec un optimum à 80 % HR et plus. Dans ces conditions, la germination intervient en quelques jours, voire quelques semaines (3 jours à 2 semaines) puis le développement fongique se fait en quelques semaines (4 à 15 semaines selon les conditions réelles et l'espèce). De plus, le développement des moisissures est « cumulatif », c'est-à-dire que le retour à des conditions défavorables stoppe le développement mais ne détruit pas les moisissures. Le développement reprend dès le retour à des conditions favorables.

Dans le cas des parois préfabriquées, l'ensemble des films sont présents, à savoir le pare-pluie côté extérieur et le pare-vapeur côté intérieur. En exploitation normale, c'est-à-dire lorsque les conditions ambiantes extérieures et intérieures conduisent globalement à un flux de vapeur de l'intérieur vers l'extérieur, le pare-vapeur permet de limiter la quantité de vapeur entrant dans la paroi afin de faciliter son évacuation et le séchage des composants constituant la paroi.

Durant la phase chantier, les conditions ambiantes extérieures et intérieures peuvent conduire à des inversions du flux de vapeur. Le pare-vapeur bloque alors la vapeur dans la paroi. De plus, les opérations de chantier, notamment la mise en œuvre d'éléments en filière humide majorent les apports en humidité. En fonction de l'évolution des conditions ambiantes, cette situation peut conduire à une accumulation de vapeur d'eau dans la paroi et générer des phénomènes de condensation importante dans la paroi, en particulier au droit du pare-vapeur. Si ces conditions durent plus de 4 semaines, le risque de développement de moisissures est avéré. Dans ce cas, un PAQ spécifique pour traiter ce sujet est nécessaire.

### NOTE D.2

L'emploi d'isolants à base de laine minérale n'exclut pas le risque de développement de moisissures. Cependant, le risque est plus faible et les conditions nécessaires sont des humidités au-delà de 95 % HR et les temps nécessaires sont beaucoup plus longs.

## D.3 Protocole proposé

La prévention du risque de développement de moisissures est basée sur un triptyque « Suivi de l'évolution des conditions / Déclenchement de seuils d'alerte / Actions correctives ».

### D.3.1 Suivi de l'évolution des conditions

#### ■ Objectif

L'objectif de ce suivi est de :

- suivre les conditions ambiantes au sein de la paroi (mesures de la température et de l'humidité) ;
- évaluer la « trajectoire » de l'évolution prévisible de ces conditions.

#### ■ Moyens

Le risque de développement de moisissures étant lié aux conditions ambiantes (température et activité de l'eau ou humidité relative de l'air) au sein de la paroi, il est proposé de réaliser une **mesure de la température et de l'humidité de l'air** et non des bois. **La position du capteur sera du côté pare-vapeur** (zone la plus défavorable).

#### ■ Échantillonnage

Afin d'avoir un nombre de points de mesures suffisants, il est proposé d'équiper **chaque façade** d'au moins 2 points de mesure tous les 3 niveaux.

#### ■ Fréquence

Il est proposé une fréquence d'une mesure toutes les 4 h minimum (6 mesures par 24 h).

#### ■ Exploitation

Les mesures seront exploitées afin d'évaluer la tendance à 7 jours.

### D.3.2 Seuils d'alerte

Il est proposé de considérer 3 niveaux d'alerte conditionnant le déclenchement des actions à mener. Ces niveaux d'alerte sont déterminés sur la base de :

- l'évolution des mesures des conditions et leur projection ;
- le niveau de risque de développement de moisissures.

Il est proposé les seuils suivants :

- Niveau 1 : Tendance à la hausse avec risque de dépasser 75 % HR ;
- Niveau 2 : Tendance à la hausse avec risque de dépasser 85 % HR ;
- Niveau 3 :
  - Matériau « HR 85 » : Humidité supérieure à 85 % HR pendant plus de 4 semaines ;
  - Matériau « HR 95 » ou Laine minérale : Humidité supérieure à 95 % HR pendant plus de 4 semaines.

Les objectifs de ces seuils sont :

- Niveau 1 : réagir rapidement pour « casser » la dynamique d'humidification par des moyens simples ;
- Niveau 2 : enclencher des moyens plus « lourds » si les moyens simples sont insuffisants ;
- Niveau 3 : maintenir les moyens « lourds » et envisager, le cas échéant, l'inspection des parois concernées.

### D.3.3 Actions à mener

Dans le cas de l'atteinte d'un niveau d'alerte, il est proposé les actions graduelles suivantes :

#### ■ Niveau 1

Limiter l'inversion des flux de vapeur en équilibrant les ambiances extérieures et intérieures par le **maintien ouvert des portes et fenêtres** afin de faciliter la libre circulation de l'air, l'équilibre hygrothermique et l'évacuation de l'humidité intérieure.

## ■ Niveau 2

Création d'ouvertures dans les pare-vapeur afin de libérer les flux de vapeur et assécher les parois. De simples « coups de cutter » sont suffisants.

Le cas échéant, mise en service de déshumidificateurs et, si possible, chauffage pour amener une température intérieure supérieure à la température extérieure.

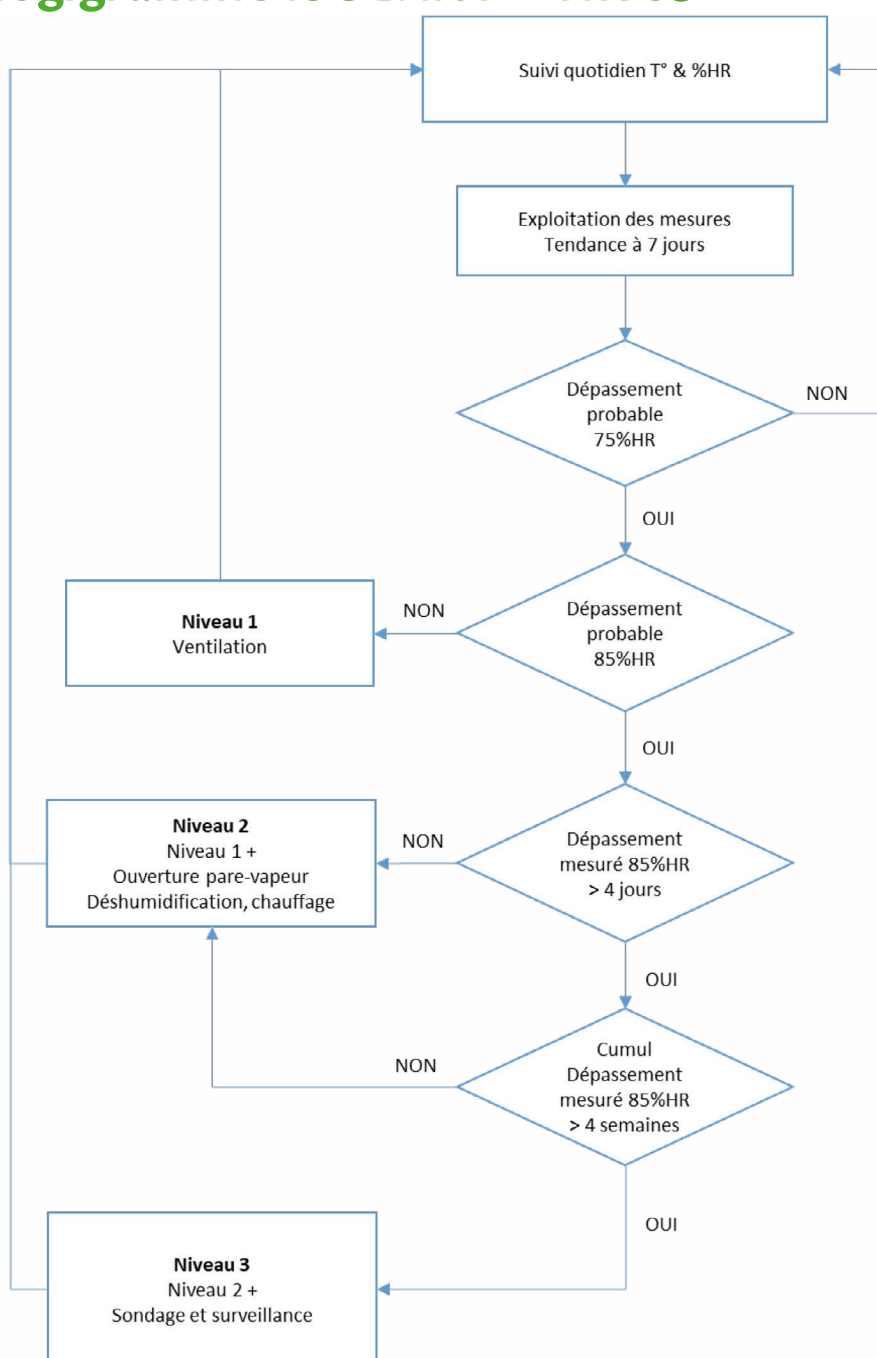
### NOTE D.3

Le temps de germination (« démarrage » du développement) nécessitant au moins 3 jours, si l'humidité redescend sous les 80 % HR en moins de 4 jours, ces jours ne sont pas comptabilisés dans le « cumul » du niveau 3.

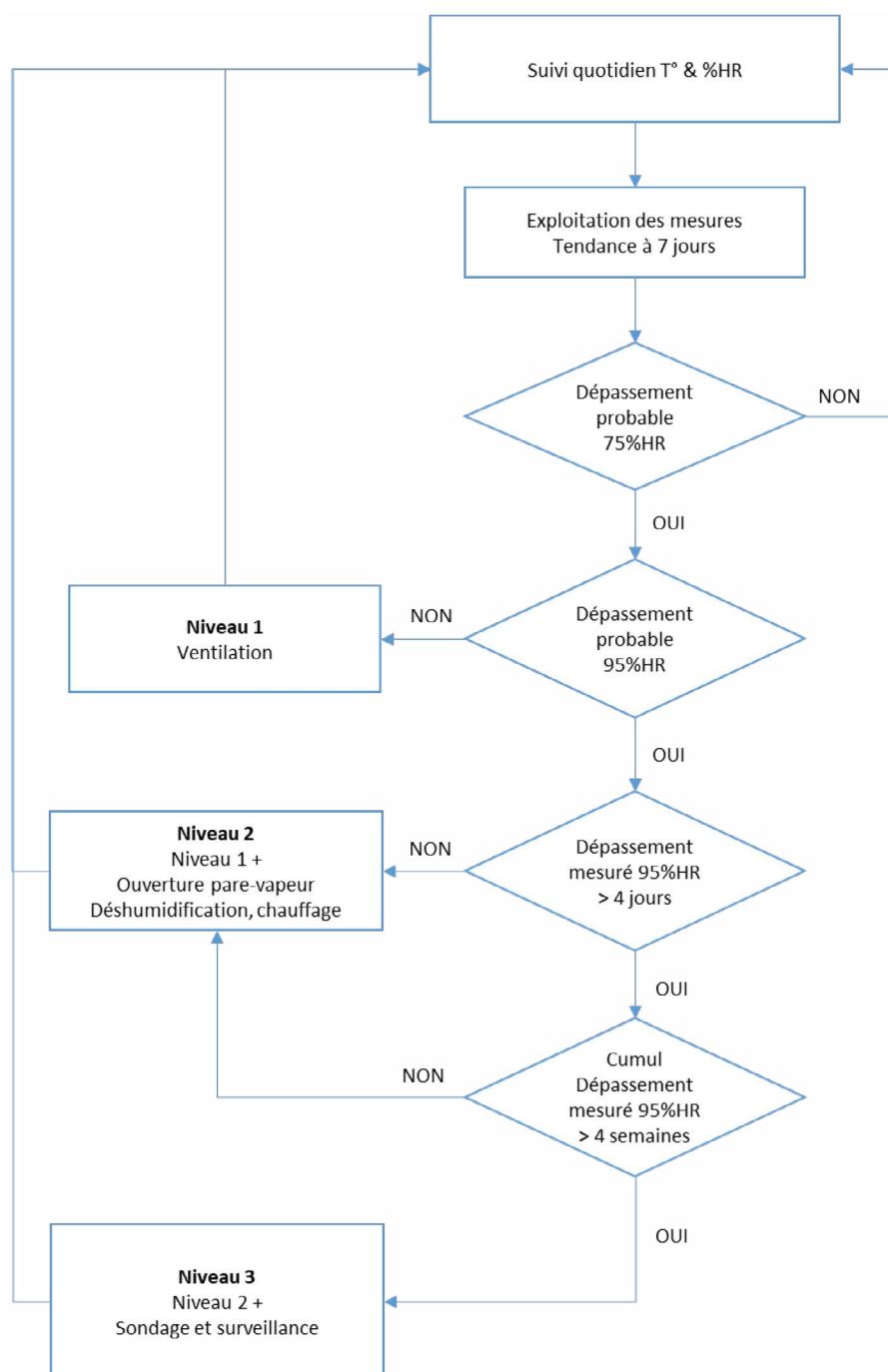
## ■ Niveau 3

En complément des mesures du niveau 2, la surveillance par sondage de l'apparition de moisissures est nécessaire.

## D.4 Logigramme ISOLANT « HR 85 »



## D.5 Logigramme pour laine minérale





# 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 dans la limite des prescriptions de l'arrêté du 31 janvier 1986 modifié par les arrêtés du 18 août 1986, du 19 décembre 1988, du 19 juin 2015, du 7 août 2019, du 13 novembre 2019, du 7 décembre 2020, du 13 août 2021.

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).

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

Les préconisations de la présente Appréciation s'inscrivent dans celles plus larges de l'Appréciation de Laboratoire « Bois Construction – Propagation du feu par les façades » (CODIFAB). Des dispositions constructives particulières propres à la mise en œuvre d'un système d'ETICS en laine de roche sur COB/FOB y sont toutefois présentées. 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 n° 249 version 2010.

## 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.
- NF DTU 31.2 (mai 2019) : Maisons et bâtiments à ossature en bois.
- NF DTU 31.4 (avril 2020) : Façades à ossature bois.
- Appréciation de laboratoire « Bois Construction et Propagation du feu par les façades », version 4, CSTB Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, FCBA Institut Technologique Forêt Cellulose Bois-construction Ameublement, juillet 2023.
- 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, ADIVBOIS, 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 et conformes aux prescriptions de la norme NF DTU 31.2 (COB) ou de la norme 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/m<sup>3</sup> 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 (Atec) 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<sup>e</sup> et 4<sup>e</sup> familles, 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 à la norme NF DTU 31.2. Les solutions constructives des FOB sont conformes à la norme 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.

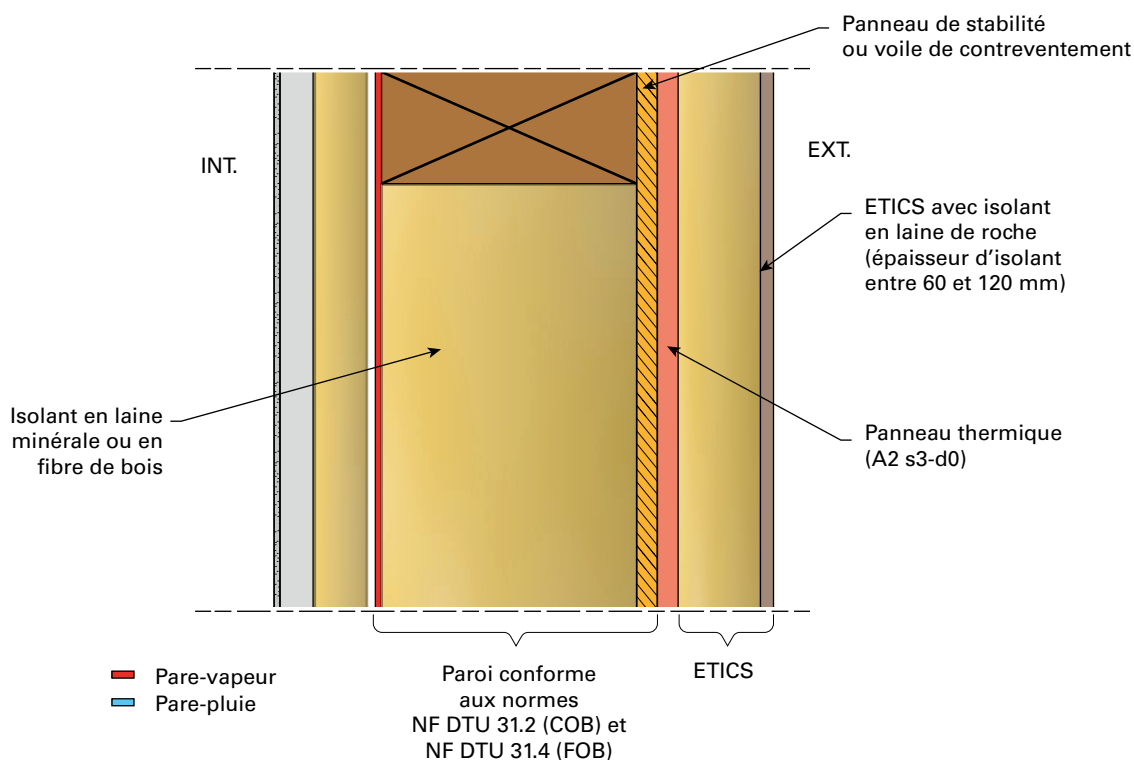


Figure E.1 : Conception avec pare-pluie souple – Coupe verticale

## 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 ;
- 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 des normes NF DTU 31.2 (COB), NF DTU 31.4 (FOB) ou bénéficient d'une évaluation technique pour l'emploi visé de type ATE<sub>x</sub> 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<sup>e</sup> famille, et A2-s3, d0 pour une utilisation en 4<sup>e</sup> 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/m<sup>3</sup>.

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.

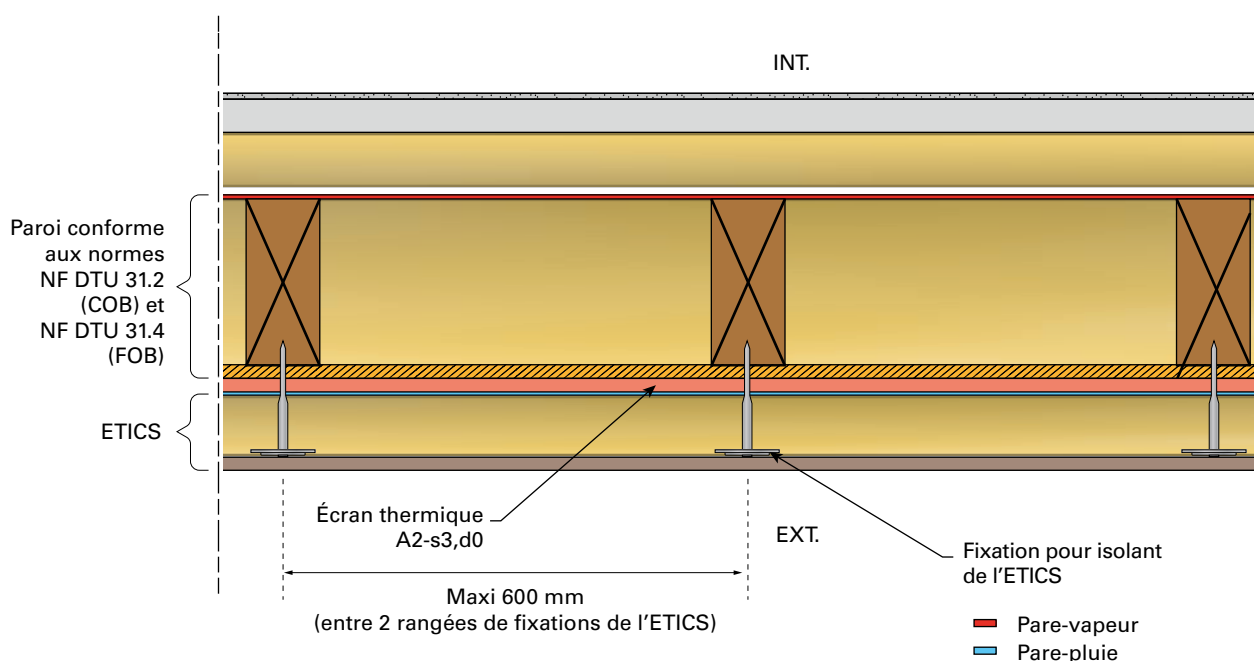


Figure E.2 : Conception avec pare-pluie souple – Coupe horizontale

## 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 normes 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 E.1

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 E.2

L'écran thermique en plaque rigide peut jouer le rôle de panneau de stabilité sous réserve que cet emploi ait fait l'objet d'une évaluation de type ATE<sub>x</sub> ou Avis Technique et couvert par une Appréciation de laboratoire couvrant cet emploi.

## 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 encadrements de baie rapportés en acier uniquement, soudés ou assemblés.

Les menuiseries sont installées en tunnel à l'intérieur de l'encadrement de baie rapporté, dans toutes les positions du nu intérieur au nu extérieur de la paroi support. L'encadrement de baie rapporté recouvre alors la paroi support sur toute son épaisseur. L'encadrement de baie rapporté peut également être positionné en applique extérieure du gros-œuvre.

Les tôles de l'encadrement de baie rapporté ont une épaisseur minimale de 10/10<sup>e</sup>. Chaque élément de l'encadrement de baie rapporté de type 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 de l'encadrement de baie rapporté. 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 l'encadrement de baie rapporté et le gros-œuvre, hormis les pièces d'appui (qui sont en bois massif ou à base de bois de classe D-s2, d0 a minima), doit être réalisé :

- Pour les encadrements de baie rapportés 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 de l'encadrement de baie rapporté d'épaisseur 10/10<sup>e</sup> mm assure l'habillage en acier des matériaux de remplissage ci-dessus.

- Pour les encadrements de baie rapportés disposés en applique extérieure :
  - par un retour horizontal du parement du doublage intérieur.

En linteau, le profilé 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 l'encadrement de baie rapporté et le gros-œuvre sont remplies de laine de roche comprimée de masse volumique nominale 40 kg/m<sup>3</sup>.

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

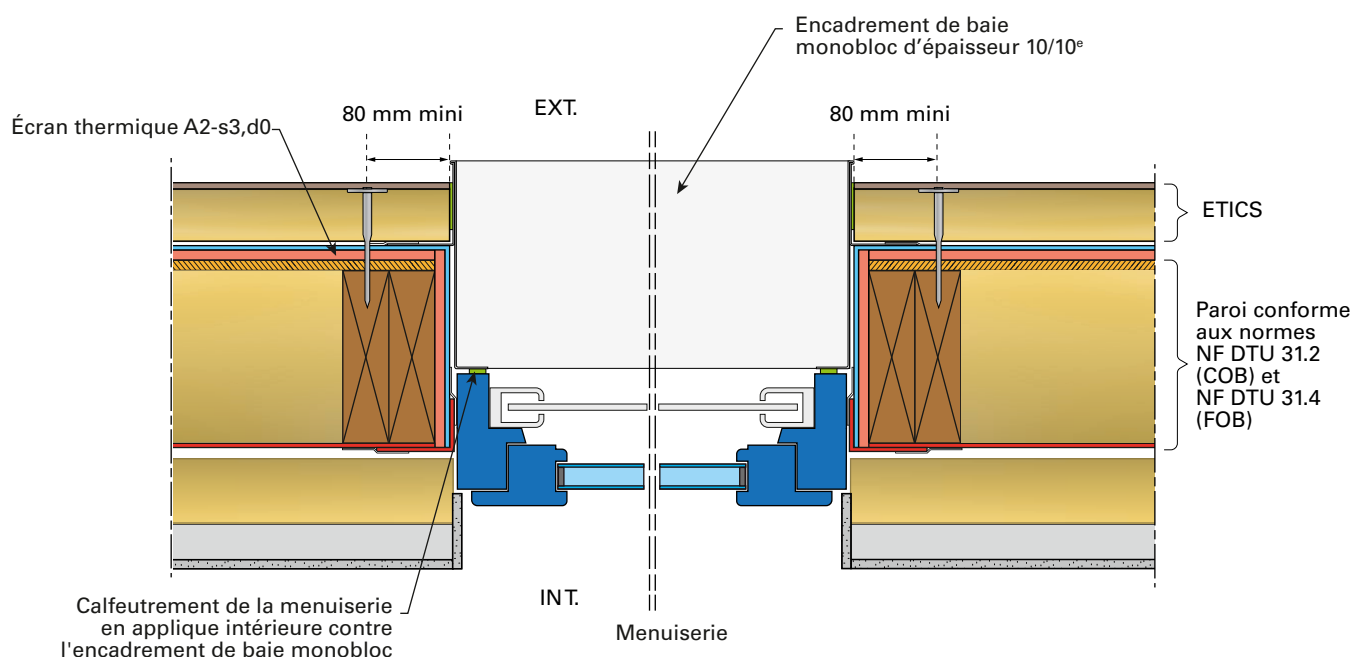


Figure E.3 : Exemple de mise en œuvre de menuiserie avec coffre de volet roulant posée en tunnel dans la paroi et calfeutrée en applique intérieure contre l'encadrement de baie

## **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 profilé 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<sup>3</sup> mis 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<sup>3</sup> est également mis en œuvre dans l'épaisseur du mur de façade derrière le joint d'étanchéité (côté intérieur).

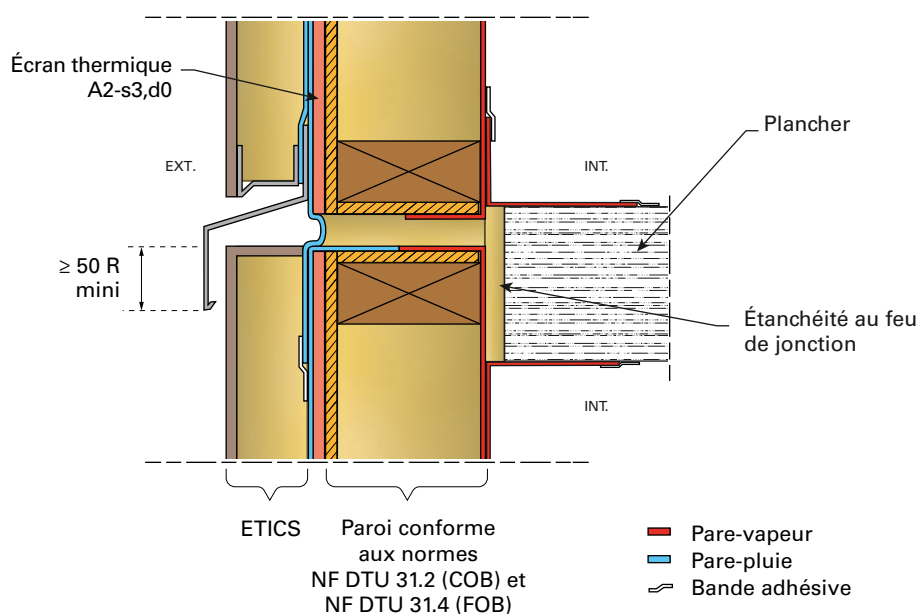


Figure E.4 : Exemple de joint de fractionnement horizontal des revêtements extérieurs sur FOB  
(en considérant un mouvement possible entre panneaux à ossature bois +/- 5 mm) –  
Retombée de bavette de fractionnement = 50 mm dans le cas de FOB

## 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. Voici diverses typologies 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 ;
- suspendu : 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 E.3

- 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<sup>3</sup> 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<sup>2</sup> 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.

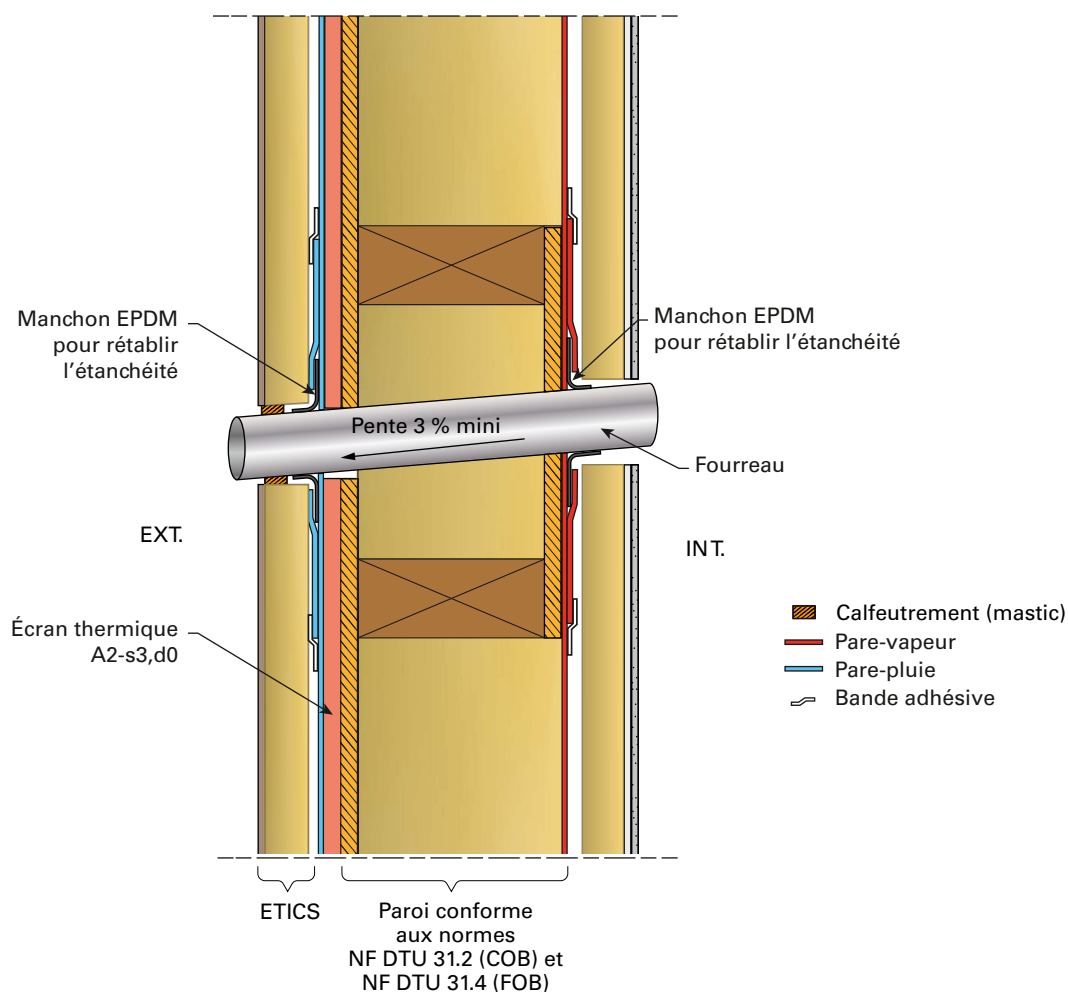


Figure E.5 : Solution de traversée de paroi

## 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 chutes 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 à la norme NF DTU 31.2 ou NF DTU 31.4 ;
- ETICS en laine de roche sous ATec visant les supports en bois, classés au moins B-s3, d0 en 3<sup>e</sup> famille, et A2-s3, d0 en 4<sup>e</sup> 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<sup>e</sup> et 4<sup>e</sup> 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 E.1

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 E.2

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. Elle évalue également le risque de chutes d'objets du procédé d'ETICS. Elle ne préjuge pas des autres aspects de sécurité.



# Justifications particulières nécessaires à la constitution du dossier d'ATEX COB ou FOB avec ETICS

## ■ Généralités

- 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.
- 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 de menuiserie, accroche de balcon, traversée de façade, etc.). Ces plans doivent présenter la synthèse de l'ensemble des corps d'états, l'ensemble des éléments doivent être représenté (structure, isolation, étanchéité et leur continuité, ossature secondaire et revêtements)

### NOTE F.1

Le pontage des jonctions de FOB est exclu.

- Fournir la Notice de sécurité du maître d'œuvre et les attendus du Permis de Construire,
- Préciser les dispositions applicables en sécurité incendie vis-à-vis de la propagation du feu en façade (données par l'Appréciation de laboratoire).
- Justifier la durabilité des matériaux (pare-pluie, ossatures, fixations, éléments d'ancrage, parements, etc.) vis-à-vis de l'atmosphère extérieure selon la norme NF P24-351 et détailler la nature des constituants métalliques.

Nota : l'atmosphère extérieure du site selon la norme NF P24-351 est à préciser

## ■ Hypothèses et notes de calculs - ossature bois

- Indiquer les hypothèses de calculs considérées pour les justifications des FOB, parements, éléments d'ossature et fixations ;
- Détailler les charges appliquées selon l'exposition des ouvrages (zone considérée, sous face, rive, en indiquant clairement les référentiels utilisés (NV65 ou EC)) ;
- Fournir la note de calcul des façades sous sollicitations climatiques, poids propre, exploitation :
- La note de calcul devra préciser a minima les points suivants :
  - Indiquer le schéma statique de reprise du poids propre des FOB et préciser les composants permettant le transfert de charges et les mouvements prévisibles (sous sollicitations climatiques, de poids propre et d'exploitation). Ce schéma devra notamment faire apparaître les points fixes et les points permettant d'assurer les degrés libertés nécessaires.
  - Préciser la mise en œuvre des panneaux FOB et préciser comment sont repris les déplacements différentiels. (Préciser les degrés de liberté intégrés aux éléments de fixation des éléments de façade en cohérence avec le schéma statique proposé).
  - Justifier les ancrages des FOB dans l'ossature porteuse (équerrres de fixation, chevilles, etc.). Fournir les ATE ou ETA des chevilles utilisées. Fournir une note de calcul des ancrages dans l'ossature support.

- Indiquer la synthèse des déformées et des déplacements de la FOB permettant de justifier la dimension des joints de fractionnement présents entre les FOB, le critère de déplacement entre deux chevrons consécutifs devra être justifié (voir §4.2.2.2 du présent guide).
- Justifier les compatibilités des déformations entre les panneaux de FOB, revêtements extérieurs et l'ossature support (déformation différentielle). Voir §4.2.2.2 du présent guide (précisant les dispositions planchers chargés/non chargés en considérant les variations hygroscopiques prévisible dans le temps, etc.).
- Justifier la stabilité dimensionnelle des façades bois. Vérifier les variations dimensionnelles des panneaux et leur tassement potentiel.
- Décrire la mise en œuvre des éventuels balcons et justifier leur tenue mécanique. Fournir les schémas/figures correspondants.
- Préciser la zone de sismicité et la catégorie d'importance du bâtiment.
- Justifier la tenue mécanique des bavettes de rejet d'eau.
- Gestion de l'étanchéité de la paroi
  - Pare-pluie
    - Fournir les fiches techniques avec les caractéristiques du pare-pluie et de ses accessoires et justifier de la conformité au §5.3.1 du présent guide. Préciser si le pare-pluie fait l'objet d'une certification. Dans ce cas, fournir le certificat.
    - Préciser le mode de fixation du pare-pluie en conformité avec le DTU (maintenu par tasseaux verticaux continus mis en œuvre par le charpentier).
    - Justifier le Sd du pare-pluie et de ses accessoires.
    - Fournir les rapports d'essai de compatibilité, d'adhésion et de résistance des adhésifs mis en œuvre conformément à l'annexe D de la norme NF DTU 31.4 P1-2.
    - Préciser les dispositions de réparation du pare-pluie.
    - Préciser les dispositions de réception avant la mise en œuvre de l'ETICS.
  - Points singuliers :
    - Préciser comment sont mis en œuvre les panneaux de FOB au niveau des angles de l'ouvrage (fonctionnement statique).
    - Décrire les continuités d'étanchéité à l'eau et à l'air au niveau des points singuliers de l'ouvrage acceptant les déformations différentielles prévisibles (jonction de bloc, périphérie des menuiseries, angles de bâtiments, ferrures de balcons, etc.).
    - Vérifier la compatibilité des mouvements de l'ossature avec la référence du joint comprimé au niveau des jonctions de panneaux de FOB afin que celui-ci soit maintenu comprimé dans la vis de l'ouvrage (si l'étanchéité entre panneaux est réalisée par joint pré-comprimé). Cette vérification est à réaliser en lien avec la synthèse des déplacements prévisionnels.
    - Justifier le respect des tolérances dimensionnelles des joints mousses imprégnés des cadres des menuiseries.
    - Préciser comment est reconstitué le plan d'étanchéité au niveau des éventuelles traversées.
  - Pare-vapeur :
    - Fournir les fiches techniques avec les caractéristiques du pare-vapeur et de ses accessoires et justifier de la conformité au §5.3.2 du présent guide
    - Préciser le mode de fixation du pare-vapeur en conformité avec le DTU.
    - Préciser les dispositions de réparation en cas de détérioration du pare-vapeur.
    - Fournir les rapports d'essai de compatibilité, d'adhésion et de résistance des adhésifs mis en œuvre conformément à l'annexe D de la norme NF DTU 31.4 P1-2.
    - Justifier de la compatibilité de l'adhésif sur les différents matériaux et la valeur de son coefficient Sd.
    - Préciser les dispositions de réception avant la mise en œuvre de la contre-cloison
- Isolant
  - Préciser la nature de l'isolant et fournir la fiche technique de celui-ci.
  - Fournir le certificat ACERMI de l'isolant utilisé et l'Avis Technique si il est non conforme aux prescriptions NF DTU.

- Détailler son mode de mise en œuvre.
- Doublage intérieur :
  - Décrire le doublage intérieur.
  - Justifier les dispositions prises pour reprendre les déplacements de la FOB, permettant d'assurer la désolidarisation des ossatures de doublage vis-à-vis de l'ossature de la FOB.
- Enduit sur isolant – ETICS :
  - Fournir l'Avis Technique ou le Document Technique d'Application en cours de validité pour les ETICS mis en œuvre sur support bois.
  - 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.).
  - 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.
  - Fournir les Fiches Techniques des différents composants.
  - Fournir le certificat ACERMI des panneaux isolants visés.
  - Fournir le rapport de classement de réaction au feu précisant dans le domaine d'application le type de support correspondant.
  - Préciser la présence et la position du pare-vapeur par rapport à la structure.
  - Justifier de la résistance des chevilles visées dans le COB ou FOB. Indiquer quels sont les plans de chevillage associés à ce système.
  - Préciser les éventuels fractionnements prévus et leur réalisation.
  - 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.

#### **NOTE F.2**

Les EP doivent être apparentes et visitables. De ce fait, leur positionnement dans les lames d'air ventilées de revêtement extérieur est proscrit.

- Élément de façade - menuiserie :
  - Préciser le type de menuiserie. Préciser si les menuiseries mises en œuvre font l'objet d'un DTA en cours de validité et visant la pose sur ossature bois. Préciser qui sera le fabricant des menuiseries pour le chantier.
  - Préciser la mise en œuvre dans le bloc FOB et préciser la mise en œuvre de l'encadrement de baie rapporté dans l'ouverture du mur, ainsi que la temporalité de montage de ces éléments.
  - Justifier et illustrer la mise en œuvre et les fixations des menuiseries.
  - Fournir le label NF ou MENUISERIE 21 ou équivalent des menuiseries attestant d'un classement minimal conformément au CCTP.
  - 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.).
  - Fournir le rapport d'essai A\*E\*V\* de classification de la menuiserie fabriquée par l'atelier du chantier et validant le classement demandé. S'il s'agit d'un bloc baie intégrant un volet roulant, l'ensemble du bloc devra faire l'objet de l'essai A\*E\*V\*.
  - Fournir les justifications expérimentales des ouvrants du chantier suivant les normes NF P20-501 et NF P20-302 (endurance et essais mécaniques). Les éléments de quincaillerie des ouvrants doivent être ceux mis en œuvre sur le chantier.
  - Vérifier expérimentalement la sécurité vis-à-vis des chutes de personnes si les menuiseries (fixes et inamovibles) doivent assurer la fonction garde-corps (M50/900 Joules).

#### **ATTENTION F.1**

Le mastic de calfeutrement doit être évalué et caractérisé pour l'emploi visé.

- Essais systèmes ou étude particulière :
  - Justifier la perméabilité à l'air et l'étanchéité à l'eau et la résistance au vent.
  - Réaliser un essai AEV façade suivant la norme NF EN 13830 avec intégration de menuiseries, jonctions verticales et horizontales entre panneaux, ancrage de balcon, etc. (Cf. §B.1 du présent guide).

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

- Réaliser un essai de vérification de la compatibilité des déformations entre FOB et revêtements extérieurs dont le protocole est défini au §B.1.2 de l'ANNEXE B du présent guide.
- Vérifier expérimentalement la sécurité vis-à-vis des chutes de personnes en cas de fonction garde-corps (M50/900 Joules), si nécessaire.
- Le cas échéant, justifier le comportement de la paroi complète (revêtement et son support) vis-à-vis des efforts sismiques.
- Pour les points singuliers spécifiques au projet ou pour les compositions de parois qui n'ont pas été visées dans l'étude réalisée dans le cadre du présent guide, justifier l'absence de risque de condensation dû aux variations de température et d'hygrothermie de part et d'autre de la paroi, considérant les points singuliers de la façade (traversées, etc.). Fournir les hypothèses de calcul et préciser la méthode utilisée pour le calcul.
- Contrôles et plan d'assurance qualité :
  - Fournir le PAQ de la fabrication usine et le manuel qualité de fabrication des panneaux en usine, intégrant notamment les procédures d'auto-contrôle mises en place dans l'unité de préfabrication.
  - Préciser le taux d'humidité ainsi que la classe du bois utilisé. Fournir la procédure d'auto-contrôle 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 (ETICS). Préciser les mesures conservatoires à prendre si le taux d'humidité mesuré dépasse les limites fixées.
  - Fournir la procédure de mise en œuvre des COB ou FOB sur site.
  - Fournir le PAQ de chantier précisant les auto-contrôles prévisionnels à réaliser durant les étapes de pose.
  - Préciser comment sont réceptionnés les supports existants pour la fixation des panneaux de façade.
  - Préciser les dispositions de protection des murs de façades.
  - Décrire la méthodologie de transport et de levage et illustrer les principes d'élingage des panneaux.
- Entretien et maintenance
  - Indiquer les préconisations d'entretien.
  - Procédure de remplacement en cas de dégradation.

# Extrait du rapport d'étude CSTB DEB/HTO-2020-143-KZ-CP-NP

## NOTE G.1

Des justifications complémentaires sont à prévoir dans la mesure où les justifications numériques des transferts hygrométriques dans les parois revêtues par un ETICS ne sont pas suffisamment fiables, ni réalistes pour être à elles seules suffisantes

Cette partie de l'étude concerne les parois verticales et plus particulièrement les transferts hygrothermiques à travers ces parois. L'étude de ces transferts hygrothermiques permet de définir les risques liés à l'humidité suivant la composition des parois.

## G.1 Présentation des moyens de simulation

Les calculs sont réalisés avec le logiciel « WUFI-2D », en version 4.2, qui permet de simuler les transferts de chaleur, de vapeur d'eau et d'eau liquide simultanément.

À partir des paramètres d'entrée, le logiciel permet de déterminer les champs de température, d'humidité relative et de teneur en eau en tous points des composants de la paroi.

Les simulations ont été réalisées sur une période de dix ans.

## G.2 Parois étudiées

Les simulations ont été réalisées en prenant en compte les caractéristiques des différents composants, de l'ensoleillement diurne et du rayonnement nocturne, de la pluie battante et de l'éventuelle perméabilité à l'air.

Les parois comportent des produits plus ou moins bien définis, que ce soit pour les épaisseurs, les caractéristiques hydriques ou la nature du produit.

Les configurations des parois qui seront mises en œuvre dans les constructions des bâtiments pour les JO 2024 ne sont pas encore connues précisément et dépendent de chaque projet. Le choix des produits utilisés dans l'étude a été fait de manière à laisser plusieurs possibilités aux concepteurs. Le tableau des propriétés hygrothermiques des matériaux est en annexe de ce rapport.

Les simulations ont été réalisées sur les configurations nous paraissant les moins sujettes aux risques d'humidité et de développement fongique. Le panel de simulations a été défini pour s'assurer de la viabilité des solutions.

L'épaisseur entre montants a été choisie la plus importante possible. L'idée suivie est d'obtenir une grande résistance thermique. Ainsi, la température des quelques millimètres d'isolant laine de roche proche de l'enduit sera proche de la température extérieure.

Le panneau OSB intérieur est de la plus faible épaisseur admise avec la plus faible résistance aux transferts de vapeur.

À l'inverse, le panneau OSB extérieur est le plus épais possible avec une résistance aux transferts de vapeur d'eau la plus forte possible.

Ainsi, avec ces deux panneaux (hors tous autres produits) la vapeur d'eau passera le plus facilement possible dans la paroi et sera bloquée fortement par le panneau OSB extérieur, notamment en hiver.

Pour l'isolant entre montants, plusieurs produits étaient préconisés. L'isolant en fibre de bois a été choisi car il présente le plus de risques liés à l'humidité.

Le complément d'isolation (isolant en partie extérieure) est en laine de roche. Les isolants biosourcés, comme les panneaux extérieurs (supports d'enduit pour les ETICS ou complémentaires pour les bardages) n'ont pas été pris en compte dans les projets des JO 2024.

Les panneaux OSB sont positionnés et choisis de telle sorte que les risques liés à l'humidité soient les plus importants.

Le pare-vapeur choisit est un pare-vapeur classique et est défini dans la norme NF DTU 31.2. Son  $S_d$  est de 18 m.

## G.3 Paroi ETICS

La seconde paroi étudiée est une paroi à ossature bois avec un ETICS côté extérieur.

La Figure G-1 ci-dessous permet de visualiser cette paroi avec les différents produits associés et leur épaisseur respective.

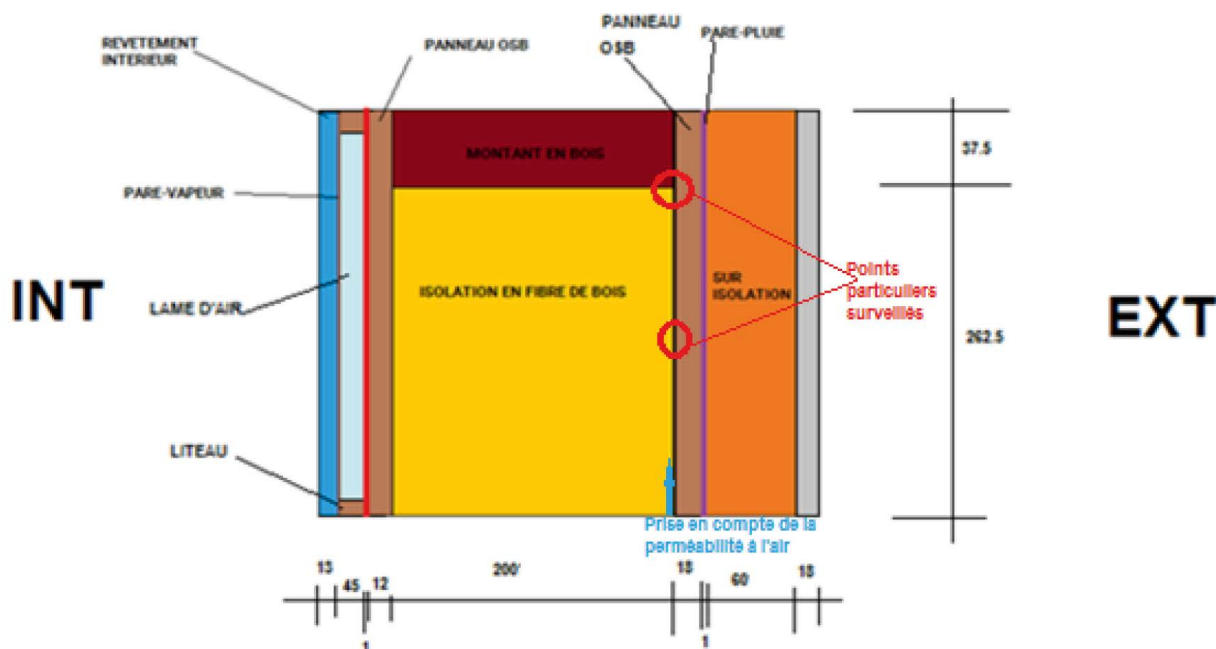


Figure G.1 : Schéma de la paroi à ossature bois avec ETICS

La plupart des commentaires ou précisions évoqués pour la paroi 1 sont repris ci-dessous dans la liste des produits pris en compte pour cette paroi.

### G.3.1 La plaque de plâtre

Une plaque de plâtre classique BA13 a été prise en compte dans les simulations. Si celle-ci est remplacée par deux plaques de plâtre en BA25, la différence dans les échanges hygrothermiques entre les deux parements intérieurs sera négligeable.

### G.3.2 La lame d'air

Une lame d'air de 45 mm a été proposée. Qu'elle fasse 45 mm ou 60 mm d'épaisseur, cela n'aura pas d'incidence dans les transferts hygrothermiques. Une simulation a été entreprise en remplissant la lame d'air d'une laine minérale.

Dans ce dernier cas, la résistance thermique globale de la paroi étant très importante les 45 ou 60 mm de laine minérale ne seront pas suffisants pour provoquer des risques liés à l'humidité.

Si les épaisseurs ou les résistances thermiques de l'isolant entre montants viennent à diminuer, il faudra au moins conserver le rapport 1/3-2/3. À savoir, il faudra que la résistance thermique de l'isolant entre l'intérieur et le pare-vapeur soit inférieure à 1/3 de la résistance totale de la paroi.

### G.3.3 Le pare-vapeur

Le pare-vapeur est un élément qui réduit les transferts d'humidité. Plus son  $S_d$  est important et plus le transfert sera réduit. En réduisant le transfert d'humidité, cela permet de réduire les risques de condensation. Le pare-vapeur choisi pour les simulations est un pare-vapeur souvent utilisé dans les parois à ossature bois. La caractéristique de résistance à la vapeur d'eau ( $S_d$ ) du pare-vapeur proposé est de 18 m ; ainsi, cette valeur permet de valider l'ensemble des pare-vapeur ayant un  $S_d$  supérieur à 18 m.

### G.3.4 Le panneau OSB côté intérieur

Le panneau OSB intérieur contribue à la rigidité de l'ouvrage. Les panneaux OSB ont des épaisseurs variables. La nature des composants, leur quantité et leur type de fabrication conduisent à des caractéristiques différentes et notamment la valeur  $S_d$  qui peut varier d'un rapport 1 à 20. Les caractéristiques du panneau OSB côté intérieur choisi sont :

- épaisseur de 12 mm (épaisseur minimale) ;
- résistance aux transferts de vapeur d'eau ( $\mu$ ) de 134.

Ce panneau avec ces caractéristiques, et suivant sa disposition dans la paroi, permet de valider les panneaux ayant des épaisseurs supérieures et des  $\mu$  supérieurs (soit des panneaux ayant un  $S_d$  supérieur à 1,6 m).

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

### G.3.5 L'isolant entre montants

L'isolant choisi est un isolant à base de fibre de bois. Cet isolant est plus sensible à l'humidité qu'un isolant en laine minérale.

Les résultats satisfaisants seront applicables à tous les isolants de densité équivalente (50 kg/m<sup>3</sup>).

Le développement fongique de ce type d'isolant est atteint bien avant l'apparition de condensation. Au-delà de 80 % HR, il faut vérifier la possibilité d'un développement fongique pour des isolants biosourcés.

Les isolants en fibres de bois entre montants risquent d'atteindre les seuils permettant un développement fongique s'il n'y a pas de complément d'isolation côté extérieur.

### G.3.6 Le panneau OSB côté extérieur

Le panneau côté extérieur choisi comme support de l'ETICS est un panneau OSB.

Nous avons en tête un contreventement intérieur pour faciliter le choix des panneaux supports d'ETICS (contreventants ou non).

Les caractéristiques du panneau OSB côté extérieur choisi sont :

- épaisseur de 18 mm (épaisseur plutôt maximale) ;
- résistance aux transferts de vapeur d'eau ( $\mu$ ) de 650 dans ce contexte.

Ce panneau, avec ces caractéristiques, permet de valider les panneaux ayant des épaisseurs inférieures et des  $\mu$  inférieures (soit pour tout panneau ayant un  $S_d$  inférieur à 11,7 m).

### G.3.7 Le pare-pluie

Le pare-pluie considéré dans cette étude est un pare-pluie classique ayant un Sd de 0,18 m.

Il protège le panneau OSB et le reste de la paroi de l'eau de pluie. Cette eau pourrait passer au travers de l'enduit extérieur (en cas de fissuration) et/ou par des jonctions périphériques mal réalisées.

### G.3.8 L'isolant en complément d'isolation extérieure

Le complément d'isolation extérieure est, dans cette étude, de type laine de roche. Comme indiqué ci-dessus, une laine minérale permettra de limiter les risques de développement fongique. L'épaisseur choisie est de 60 mm.

La partie de l'isolation en contact avec l'enduit extérieur sera la plus vulnérable aux risques de condensation. À cet endroit, l'isolant aura une température proche de celle de l'extérieur et elle sera d'autant plus proche que la résistance thermique globale sera importante. La nature et le type d'enduit a également son importance car l'enduit peut absorber de l'eau de pluie et la redistribuer à l'intérieur de la paroi, ce qui augmentera encore la teneur en eau de l'isolant. Il pourra ainsi retransmettre une partie de cette eau contre le pare-pluie mais heureusement, la laine minérale possède des coefficients de transfert d'eau liquide proches de 0.

### G.3.9 L'enduit extérieur

L'enduit extérieur peut avoir une forte incidence sur la teneur en eau des premiers millimètres d'isolant en contact avec le système d'enduit.

La pluie battante qui arrive sur la paroi est proportionnelle à la hauteur d'eau arrivant au sol, à la vitesse et à la direction du vent.

La pluie battante qui arrive sur la paroi est en partie absorbée par l'enduit. Suivant sa nature et sa composition, la partie de pluie absorbée peut être sensiblement différente (entre 20 et 70 %).

Les deux grandeurs essentielles pour déterminer la quantité retransmise à l'intérieur de la paroi sont :

- la courbe de sorption ;
- le 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.

Dans cette étude ont été utilisées des caractéristiques plus ou moins importantes suivant les valeurs connues et mesurées.

Pour que l'enduit soit « efficace », il faudrait que l'absorption d'eau et que le coefficient de redistribution de l'eau liquide soient les plus faibles possible. Mais en même temps, il faut que la résistance aux transferts de vapeur d'eau soit la plus faible possible pour éviter toute accumulation d'eau venant de l'intérieur du local.

## G.4 Analyses des résultats et conclusion

### G.4.1 Analyse générale

#### ■ Généralités

Ces deux parois sont constituées d'isolant entre montants en bois associé à un panneau OSB de part et d'autre de cet isolant et à un pare-vapeur.

Du côté intérieur, le pare-vapeur associé à un panneau OSB diminue les transferts de vapeur d'eau à travers la paroi en hiver, ce qui contribue à limiter les accumulations de vapeur d'eau.

Cependant, un panneau OSB est placé du côté extérieur, ce qui contribue à augmenter les accumulations de vapeur d'eau.

Le procédé avec ETICS comporte un enduit qui, suivant sa nature, peut réduire les transferts de vapeur d'eau et donc contribuer à une accumulation de la teneur en eau de la partie de l'isolant ETICS en contact avec le système d'enduit.

### ■ Le panneau OSB

Les panneaux OSB ont des résistances aux transferts de vapeur d'eau ( $\mu$ ) très variables d'un produit à l'autre ou d'un fabricant à un autre. Ces valeurs peuvent varier d'un rapport 1 à 20.

Le nombre de paramètres pour évaluer ces procédés est important : caractéristiques des différents produits et leurs associations, climats intérieurs et extérieurs, etc.

Pour les simulations, les valeurs de résistance à la vapeur d'eau ont été choisies de façon à être défavorables. À savoir, le panneau côté intérieur a un Sd (épaisseur équivalente d'air) de 1,6 m alors qu'un Sd de 12 m a été affecté au panneau extérieur. Ces valeurs ont été retenues de manière à laisser le plus de choix possibles pour les concepteurs parmi les panneaux disponibles.

### ■ L'isolant entre montants

L'épaisseur d'isolant a été choisie à 200 mm. Plus l'épaisseur est importante et plus la température des produits ou parties des produits proches de l'extérieur se rapproche des températures extérieures. Cela conduit à une augmentation de la teneur en eau de ces produits ou parties de produit.

La validation du procédé avec 200 mm conduira à valider les épaisseurs inférieures.

### ■ Les climats extérieurs

Les climats extérieurs ont été également choisis pour limiter le nombre de simulations, tout en ayant le maximum de zones validées.

Les procédés définis dans cette étude ont été simulés pour :

- un climat continental rigoureux (Nancy Nord), car les températures basses en hiver peuvent conduire à des teneurs en eau importantes en hiver ;
- un climat océanique (Brest Ouest) car suivant l'accumulation d'eau dans l'enduit extérieur (suivant sa nature), une quantité d'eau importante peut être transmise dans la paroi ;
- enfin, le climat de Nice a été choisi car sa température et son humidité sont importantes en été et, avec une climatisation intérieure, le sens du flux de vapeur d'eau peut être inversé.

### ■ Les climats intérieurs

Les climats intérieurs qui ont été choisis sont :

- le climat d'un local à hygrométrie moyenne pour Nancy, Brest et Nice ;
- le climat d'un local avec un rafraîchissement ayant une limite à 23 °C à Nice et à Paris.

### ■ Construction des configurations

Des configurations ont été calculées pour vérifier l'incidence pour le procédé de façade ETICS :

- du type d'enduit extérieur (deux paramètres sont importants : le coefficient de transport liquide et la résistance aux transferts de vapeur d'eau) ;
- du complément d'isolation intérieur ;
- de la nature de la fibre de bois (surtout la courbe de sorption qui est un élément important des échanges d'humidité).

## G.4.2 Analyse des résultats de la façade ETICS

Les résultats des simulations effectuées sur la façade ETICS sont plus nuancés que ceux obtenus pour la façade ventilée.

### ■ Rôle d'un complément d'isolation extérieure (isolant de l'ETICS)

En effet, l'isolant ETICS étant en contact direct avec l'enduit qui, lui, subit la température extérieure et la pluviométrie, obtient une humidité relative au-delà de 98 % HR dans la plupart des cas de figure.

La limite de 98 % HR est instaurée car la précision des simulations ne permet pas de garantir s'il y a ou non une réelle condensation au-delà de ces 98 % HR.

De plus, les simulations 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.

Si une partie de l'eau de condensation (supposée) coule vers le bas, la quantité d'eau qui s'écoule ne peut pas être transférée contre le pare-pluie comme il est supposé dans les simulations.

### ■ Rôle de l'enduit extérieur

Les caractéristiques de l'enduit extérieur sont essentielles pour limiter les risques de condensation.

Deux des caractéristiques hydriques sont primordiales : la perméabilité à la vapeur d'eau et la diffusion liquide de l'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.

Les enduits utilisés dans les simulations ont les caractéristiques suivantes :

Tableau G.1 : Tableau synthétique des caractéristiques hydriques des enduits

| Type d'enduit                                                         | Facteur de résistance à la vapeur d'eau $\mu$ (sans dimension) | Coefficient de diffusion liquide DWW/DWS ( $\text{m}^2/\text{s}$ ) | Teneur en eau en $\text{kg}/\text{m}^3$ |           |
|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------|
|                                                                       |                                                                |                                                                    | A 80 % HR                               | A 98 % HR |
| Enduit étanche ( $A = 0,5 \text{ kg}/(\text{m}^2\text{h}^{0,5})$ )    | 50                                                             | $9\text{E-}12$ à $2,9\text{E-}9$                                   | 24                                      | 80        |
| Enduit chaux-ciment ( $A = 2 \text{ kg}/(\text{m}^2\text{h}^{0,5})$ ) | 19                                                             | $1\text{E-}10$ à $1\text{E-}7$                                     | 45                                      | 60        |
| Enduit chaux ( $A = 10 \text{ kg}/(\text{m}^2\text{h}^{0,5})$ )       | 12                                                             | $2\text{E-}10$ à $5\text{E-}6$                                     | 35                                      | 178       |

Lorsque le procédé comporte un enduit étanche, les résultats répondent aux critères pour éviter tous risques de condensation et de développement fongique.

Lorsque l'enduit est soit un « enduit chaux-ciment » (désigné par « enduit bâtard »), soit un enduit à la chaux, le complément d'isolation extérieure (isolant de l'ETICS) atteint des niveaux d'humidité relative de 95 % HR en moyenne, avec des valeurs supérieures à 99 % HR pour la partie de cet isolant situé contre l'enduit. La limite pour l'humidité relative est dépassée quel que soit le climat extérieur (Nancy, Paris, Nice ou Brest). Le climat de Brest, qui a été utilisé pour sa température clémente en hiver, conduit à des risques liés à l'humidité car l'apport de pluie est important. Cela montre bien que le coefficient d'absorption est en cause dans ces niveaux d'humidité relative.

### ■ Explication des phénomènes

L'humidité relative de la partie de l'isolant contre l'enduit dépasse la limite admissible de 98 % HR de manière ponctuelle dans l'année. Ces pics se produisent sur une durée très courte (quelques heures) et 3 ou 4 fois dans l'année. Ces pics interviennent à la suite de pluie suivie d'un rayonnement solaire.

Les graphiques suivants illustrent ces phénomènes ponctuels.

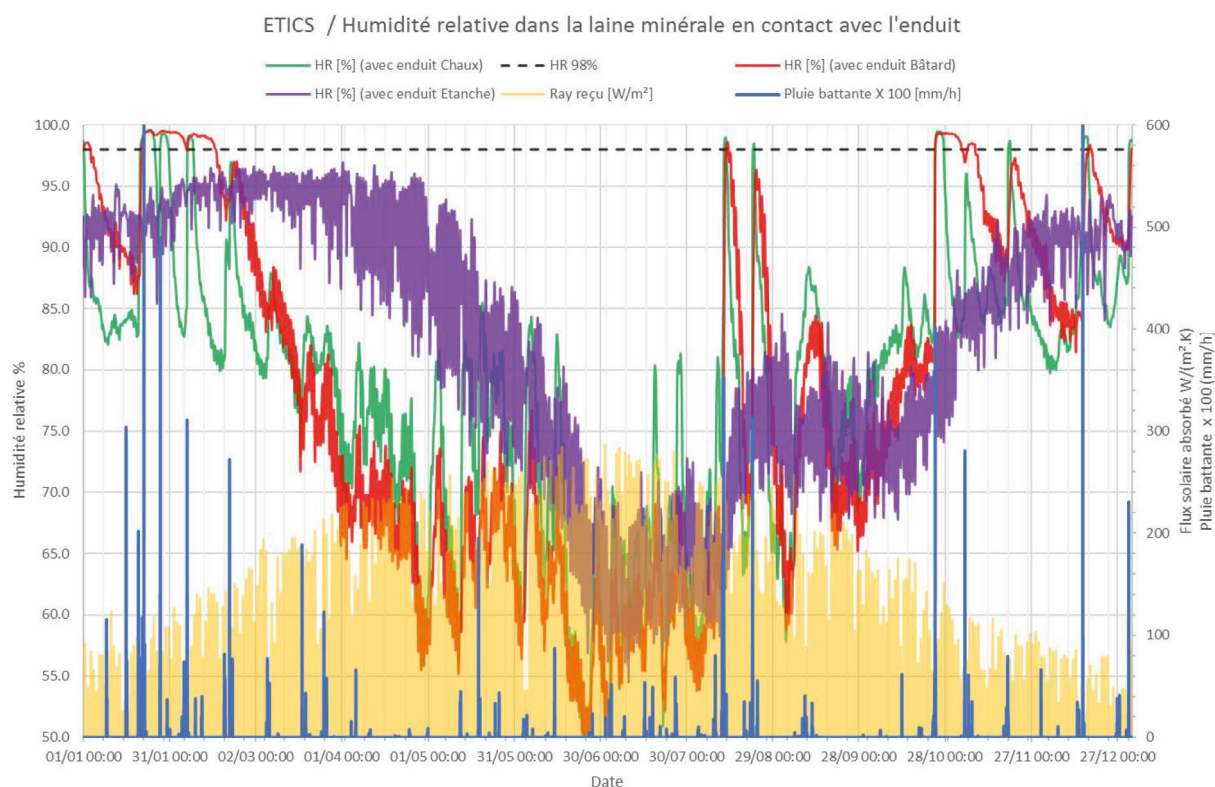


Figure G.2 : Représentation des humidités relatives observées dans la partie de l'isolant contre l'enduit lors de la dernière année de simulation avec la pluviométrie et le rayonnement solaire à Nancy Nord

Ces graphiques montrent bien l'incidence de la pluie battante dans l'augmentation de l'humidité relative de la partie de l'isolant contre un à la chaux ou un « enduit chaux-ciment » (désigné par « enduit bâtard »). Dans le cas d'un enduit étanche la pluie a peu d'incidence sur l'humidité relative de l'isolant. Un zoom sur une des périodes où l'humidité relative dépasse les 98 % est représenté par la figure ci-après.

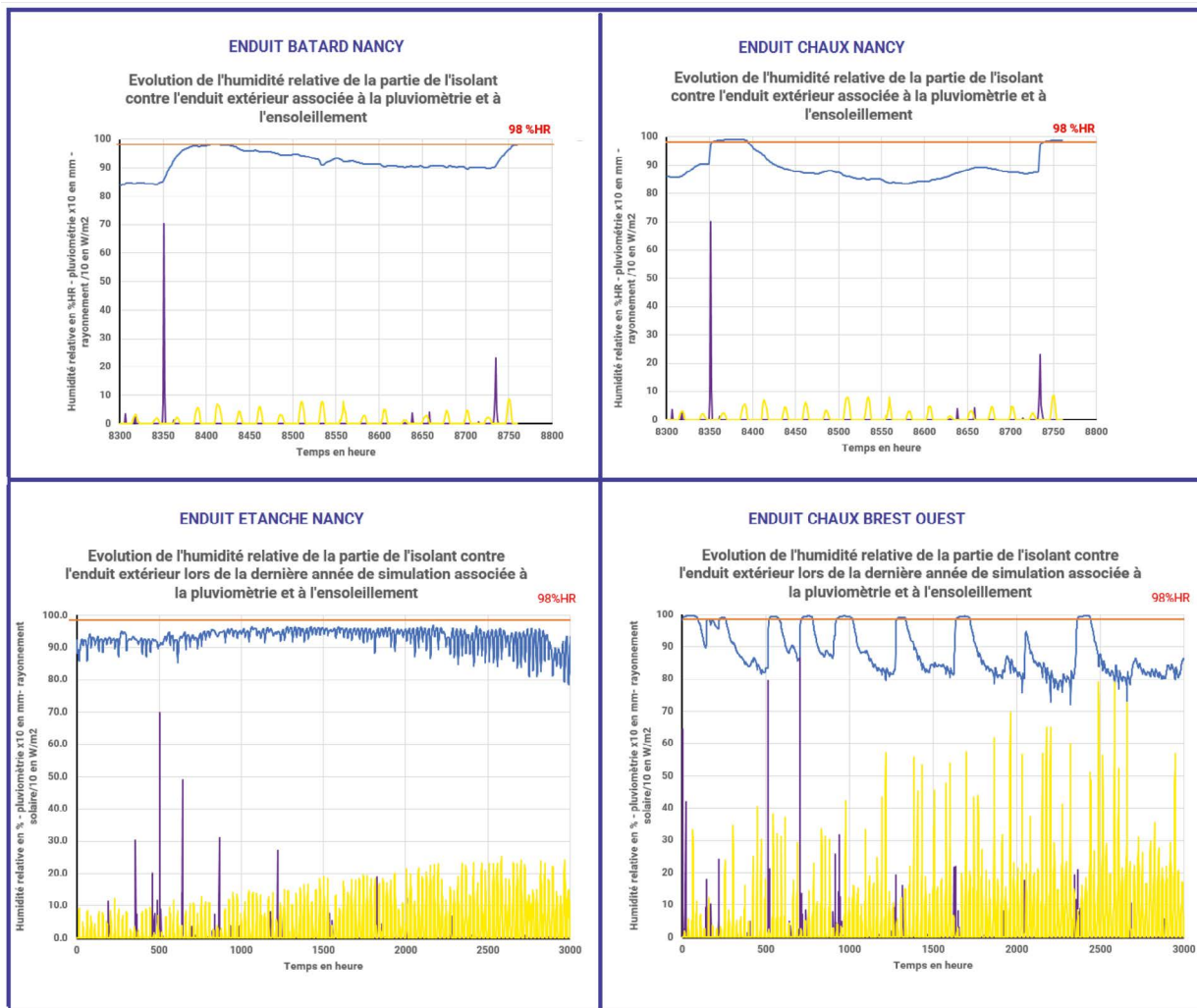


Figure G.3 : Représentation des humidités relatives observées dans la partie de l'isolant contre l'enduit lors d'une partie de la dernière année de simulation avec la pluviométrie et le rayonnement solaire

Cette figure montre 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 avec 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 chaux-ciment » (désigné par « enduit bâtard », cette humidité relative atteint un niveau identique mais plus lentement.
- dans le cas d'un enduit dit « étanche », celle-ci n'a aucune incidence sur la variation de l'humidité relative de l'isolant.

Les deux caractéristiques importantes sont la diffusion liquide de l'enduit et sa courbe de sorption.

Pour éviter tous risques liés 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 soit adaptée, à savoir une teneur en eau entre 80 et 98 % suffisamment importante pour encaisser la pluie battante sans pour autant être trop forte afin d'éviter de faire accumuler de l'eau à l'isolant tout proche.

Si un isolant biosourcé remplace cet isolant en laine minérale, les 15 à 20 premiers millimètres du produit contre l'enduit dépasseront les seuils admissibles pour un développement fongique.

### ■ Moyen d'identifier ces caractéristiques

Pour obtenir ce coefficient, des mesures appropriées sur l'enduit ou le système d'enduit dans sa globalité sont nécessaires.

Le test le plus simple, quoique incomplet, serait un essai de capillarité par immersion partielle suivant la norme NF EN ISO 15148 mais à plus long terme (96 h). À partir de l'évolution de la masse en fonction du temps, il est possible de définir un coefficient d'absorption liquide.

### ■ Rôle du complément d'isolation intérieure

Le complément d'isolation intérieure ne modifie pas significativement les teneurs en eau des différents produits dans la paroi.

### ■ Incidence des climats extérieurs

Les teneurs en eau n'évoluent pas en fonction des différents climats extérieurs, sauf pour le climat de Brest. À Brest orientation Ouest, les différents constituants de la paroi ont des teneurs en eau supérieures d'au moins 10 % à celles obtenues sous d'autres climats.

### ■ Incidence des climats intérieurs

Les résultats obtenus sur la paroi avec rafraîchissement du climat de Nice montrent une augmentation significative des éléments côté intérieur et notamment le panneau OSB intérieur qui passe d'une teneur en eau de 55,7 kg/m<sup>3</sup> à 63,5 kg/m<sup>3</sup>. Cela montre bien que pour des climats dont l'été est chaud et humide, le fait d'avoir une climatisation conduit à une augmentation significative des teneurs en eau des produits proches du pare-vapeur.

Pour le procédé de façade ETICS, seuls les cas de figure avec un enduit étanche permettent de répondre aux critères d'acceptation afin d'éviter tout risque de condensation ou de développement fongique. Les autres cas de figure ne répondent pas aux critères.

Cette condensation de l'isolant en contact avec l'enduit est souvent observée quel que soit la structure porteuse de l'ETICS (isolant + enduit) et d'autant plus souvent que la résistance thermique de l'ensemble est importante. Mais cela peut être atténué voir éliminé si l'enduit est bien adapté (voir l'enduit étanche de notre étude).

## G.5 Présentation synthétique des résultats

Le tableau suivant présente les réponses aux critères d'acceptation pour éviter tous les risques liés à l'humidité.

Tableau G.2 : : Tableau synthétique des résultats de simulations

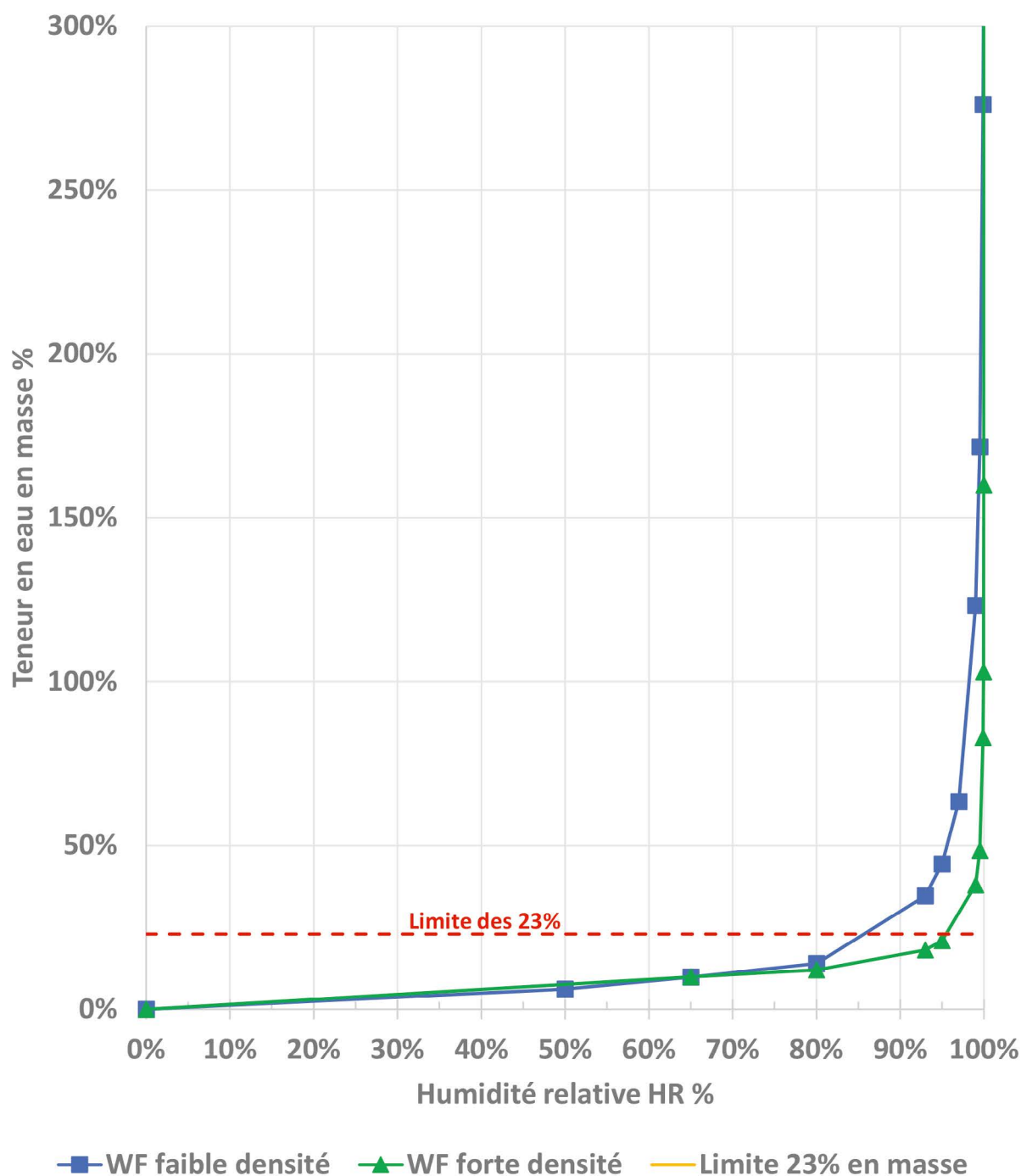
| Cas   | Description de la paroi                                                     | Critères | Observations                                                                                                                                                               |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ETICS |                                                                             |          |                                                                                                                                                                            |
| 1     | Nancy Nord avec enduit étanche                                              | ✓        |                                                                                                                                                                            |
| 2     | Nancy Nord avec enduit étanche et avec un complément d'isolation intérieure | ✓        |                                                                                                                                                                            |
| 3     | Nancy Nord avec enduit à la chaux                                           | ✗        | Enduit extérieur absorbant conduisant à une humidité supérieure à 98 % HR dans la partie de l'isolant contre l'enduit lors de 3 ou 4 pics et pendant quelques jours par an |
| 4     | Nancy Nord avec « enduit chaux-ciment » (désigné par « enduit bâtard »)     | ✗        |                                                                                                                                                                            |
| 5     | Paris Nord sans rafraîchissement avec enduit à la chaux                     | ✗        |                                                                                                                                                                            |
| 6     | Nice Nord sans rafraîchissement et avec enduit à la chaux                   | ✗        |                                                                                                                                                                            |
| 7     | Nice Sud avec rafraîchissement et avec enduit à la chaux                    | ✗        |                                                                                                                                                                            |
| 8     | Brest Ouest avec enduit à la chaux                                          | ✗        |                                                                                                                                                                            |

## G.6 Tableau des propriétés hygrothermiques des matériaux constituant les parois

Tableau G.3 : : Caractéristiques des constituants des parois

|                                                                                                                                                                                                                             | Épaisseur<br>en mm | P<br>[m³/m³]       | ρ<br>[kg/m³] | λ<br>[W/(m.K)] | C <sub>p</sub><br>[J/(kg.K)] | μ [-]<br>ou s <sub>d</sub> [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 <sup>-4</sup> | 100          | 2.3            | 2 300                        | s <sub>d</sub> = 18<br>(18 000) |
|                                                                                                                                                                                                                             |                    |                    |              |                |                              | s <sub>d</sub> = 90<br>(90 000) |
| Isolant à base de fibres<br>de bois faible densité                                                                                                                                                                          | 200                | 0,98               | 50           | 0,038          | 2 000                        | μ = 1,3                         |
| Isolant à base de fibres<br>de bois forte densité                                                                                                                                                                           |                    | 0,98               | 100          | 0,038          | 2 000                        | μ = 1,3                         |
| Montant en bois                                                                                                                                                                                                             |                    | 0,72               | 600          | 0,13           | 1 600                        | μ = 130                         |
| Isolant en 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 <sup>-4</sup> | 130          | 2,3            | 2 300                        | s <sub>d</sub> = 0,18<br>(180)  |
| Enduit étanche                                                                                                                                                                                                              | 18                 | 0,3                | 2 000        | 1,2            | 850                          | μ = 50                          |
| Enduit perméable absorbant                                                                                                                                                                                                  |                    | 0,33               | 1 600        | 0,7            | 850                          | μ = 12                          |
| Enduit perméable non<br>absorbant                                                                                                                                                                                           |                    | 0,24               | 1 900        | 0,8            | 850                          | μ = 19                          |
| <div><div></div> Valeurs génériques définies dans l'étude SIMUBAT</div> <div><div></div> Valeurs issues de la base de données du logiciel WUFI</div> <div><div></div> Valeurs génériques utilisées dans l'étude OPERA</div> |                    |                    |              |                |                              |                                 |

## G.7 Courbe de sorption de l'isolant en fibre de bois



SOLIDEO  
SOCIÉTÉ DE LIVRAISON DES  
**OUVRAGES**  
OLYMPIQUES

**CSTB**  
*le futur en construction*

18, RUE DE LONDRES  
75009 PARIS

 @SOLIDEOHERITAGE

[www.ouvrages-olympiques.fr](http://www.ouvrages-olympiques.fr)

 Société de Livraison des Ouvrages Olympiques