

RÉNOVATION ET FACADES BOIS PRÉFABRIQUÉES



© Seve Loire habitat - Source ambition-bois.fr

Ce guide a été réalisé dans le cadre d'une collaboration entre le Comité Stratégique de Filière Bois (CSF) et Action Logement. Il a été financé par le CODIFAB et rédigé par FCBA.

Il a pour vocation d'accompagner la maîtrise d'ouvrage dans la rénovation de façade par systèmes constructifs bois préfabriqués industrialisés.

FINANCEMENT

CODIFAB

comité professionnel de développement
des industries françaises de l'ameublement et du bois

Le CODIFAB, Comité Professionnel de Développement des Industries Françaises de l'Ameublement et du Bois, fédère et rassemble 4200 PME et plus de 15 000 artisans, industriels français de l'ameublement et du bois. Le CODIFAB a pour mission de conduire et financer, par le produit de la Taxe Affectée, des actions d'intérêt général décidées par les organisations professionnelles représentatives :



Ces actions, collectives, ont pour objectif d'accompagner l'évolution des entreprises de création, de production et de commercialisation, par : une meilleure diffusion de l'innovation et des nouvelles technologies, l'adaptation aux besoins du marché et aux normes environnementales, la promotion, le développement international, la formation, et par toute étude ou initiative présentant un intérêt pour l'ensemble de la profession.

Pour en savoir plus : www.codifab.fr

DEMANDEURS

ActionLogement



La vocation du **groupe Action Logement**, acteur de référence du logement social et intermédiaire en France, est de faciliter l'accès au logement pour favoriser l'emploi. Action Logement gère paritairement la Participation des employeurs à l'effort de construction (PEEC), versée par les entreprises de plus de 20 salariés.



Comité Stratégique
de Filière Bois

Les travaux du **CSF Bois** visent le développement de la filière industrielle bois, le renforcement de sa compétitivité, la création d'emplois en France, ainsi que la valorisation de la ressource forestière française en optimisant les utilisations.

AUTEURS



INSTITUT TECHNOLOGIQUE

L'Institut Technologique FCBA (Forêt Cellulose Bois-Construction Ameublement), a pour mission de promouvoir le progrès technique, participer à l'amélioration de la performance et à la garantie de la qualité dans l'industrie. Son champ d'action couvre l'ensemble des industries de la sylviculture, de la pâte à papier, de l'exploitation forestière, de la scierie, de l'emballage, de la charpente, de la menuiserie, de la préservation du bois, des panneaux dérivés du bois et de l'ameublement. FCBA propose également ses services et compétences auprès de divers fournisseurs de ces secteurs d'activité.

Marion Lemerrier, Serge Le Nevé

Photo de couverture : © Seve Loire habitat - Source ambition-bois.fr

© AUTEUR, 2020. Tous droits réservés. En application de la loi du 11 mars 1957, il est interdit de reproduire intégralement ou partiellement le présent ouvrage, sur quelque support que ce soit, sans autorisation de l'éditeur ou du Centre français d'exploitation du droit de copie

SOMMAIRE

1. CADRE DU GUIDE	4
INTRODUCTION	5
1.1. TYPES DE BATIMENTS A RENOVER ET COMPATIBILITE PREFABRICATION	6
1.2. ANALYSES ET REFLEXIONS SUR COMPATIBILITE PREFABRICATION ET OPERATIONS IDENTIFIEES CI-AVANT	9
2. VOLET ÉCONOMIQUE	10
2.1. COMPETITIVITE DE LA CONSTRUCTION BOIS	11
2.2. LA PREFABRICATION AU SERVICE DE CETTE COMPETITIVITE	12
3. VOLET REGLEMENTAIRE	15
3.1. REGLEMENTATION THERMIQUE	16
3.2. REGLEMENTATION ACOUSTIQUE	17
3.3. REGLEMENTATION INCENDIE	19
3.4. REGLEMENTATION SISMIQUE	22
4. VOLET TECHNIQUE	25
4.1. DIAGNOSTIC DU SUPPORT EXISTANT	26
4.1.1. IDENTIFICATION DES SUPPORTS, NATURE DES MATERIAUX, REPERAGE DE LA SRTUCTURE	26
4.1.2. ETAT SANITAIRE DU SUPPORT ET MAITRISE DE LA DURABILITE	26
4.1.3. MAITRISE DE LA SALUBRITE DE LA PAROI LIEE AUX TRANSFERTS DE VAPEUR	26
4.1.4. RESISTANCE MECANIQUE LOCALE DU SUPPORT VIS-A-VIS DES FIXATIONS	26
4.1.5. RESISTANCE MECANIQUE GLOBALE DU SUPPORT VIS-A-VIS DE LA PAROI RAPPORTEE	27
4.1.6. ANALYSE INTERACTIONS ANCIEN/NEUF POUR TOUS LES POINTS SINGULIERS	27
4.1.7. RELEVÉ GEOMETRIQUE DE L'EXISTANT	27
4.1.8. PREFABRICATION ET COMPATIBILITE GEOMETRIQUE DU SUPPORT EXISTANT	28
4.2. SOLUTIONS TECHNIQUES BOIS CONSTRUCTION	29
4.3. PERFORMANCES	37
4.3.1. THERMIQUE	37
4.3.2. ACOUSTIQUE	43
4.3.3. COMPLEMENT THERMIQUE ET ACOUSTIQUE DES SOLUTIONS PROPOSEES	45
4.3.4. FEU FACADE	45
4.3.5. SALUBRITE	46
4.3.6. ENVIRONNEMENT	47
4.3.7. DURABILITE BIOLOGIQUE	48
4.3.8. ENTRETIEN DES REVETEMENTS DE TYPE BARDAGE BOIS	48
4.4. AIDE A LA REDACTION DES PIECES MARCHES	48
4.4.1. INFORMATIONS A TRANSMETTRE PAR LA MAITRISE D'OUVRAGE	48
4.4.2. INTERFACES ENTRE LOTS	49
5. VOLET ORGANISATIONNEL	52
5.1. ORGANISATION DES ALLOTISSEMENTS	53
5.2. LES PHASES D'INTERVENTION DU CONSTRUCTEUR BOIS	53
5.3. INTERVENTION EN SITE OCCUPE	54
5.4. CHOIX DES ACTEURS D'UNE OPERATION	55
6. METHODE POUR LE LANCEMENT D'UNE OPERATION DE REHABILITATION BOIS	58
ANNEXE A – EXEMPLES REDACTIONNELS POUR LA DESCRIPTION DES TRAVAUX	62

CADRE DU GUIDE

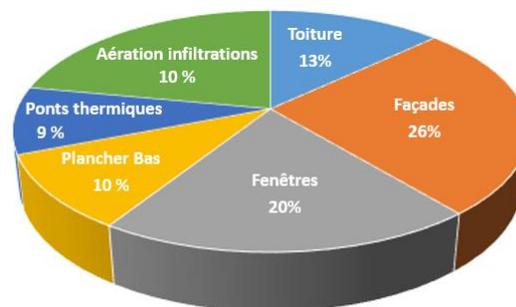
Introduction

Le gouvernement a fait de la rénovation des bâtiments une priorité dans le projet de loi sur la transition énergétique. L'objectif fixé pour le parc résidentiel est ambitieux : 500 000 logements rénovés par an. Le secteur du bâtiment est donc appelé à jouer un rôle majeur.

Pour y parvenir, la massification de la rénovation énergétique est nécessaire. Massifier, c'est dynamiser, scénariser des actions pertinentes, sensibiliser aux objectifs, développer des outils (information, évaluation, stimulation de travaux, mesurer...).

La réhabilitation par rénovation des façades sur immeubles collectifs répond à cet objectif.

- Temps d'intervention réduit grâce aux solutions préfabriquées hors site.
- Réduction des coûts de réhabilitation thermique et technique au logement grâce à un effet volume.
- Travaux ciblés sur les zones de déperdition thermiques principales



Répartition des déperditions thermiques dans le résidentiel collectif non isolé

- source ADEME -

Ce guide méthodologique a pour vocation d'accompagner la maîtrise d'ouvrage dans la rénovation de façade par systèmes constructifs bois préfabriqués industrialisés, permettant de faire les bons choix de conception et de conduite d'opération, au regard des exigences règlementaires et normatives, des spécificités de la construction bois, et des points de vigilances.

1.1. TYPES DE BATIMENTS A RENOVER ET COMPATIBILITE PREFABRICATION

Ce document visant la prescription de systèmes de rénovation de façades préfabriquées et industrialisées à base de bois, une première réflexion a été effectuée initialement sur la compatibilité de cette approche constructive avec les types de bâtiments à rénover. Un échantillonnage identifié par Action Logement a été sélectionné. Il porte sur 18 opérations de réhabilitation destinées à être intégrées dans une expérimentation nationale de préparation à la massification.

Ce guide n'a pas vocation à développer des solutions non adaptées à l'industrialisation (singularité de façade, trames petites et irrégulières, etc...).

C'est pourquoi les projets présélectionnés par les opérateurs d'action logement sont basés sur les critères suivants :

1. Bâtiment collectif
2. Hauteur inférieure à 28 mètres,
3. Absence de balcon et de loggia à privilégier
4. Régularité et répétitivité à minima des façades
5. Nombre de logements : entre 80 et 100 logements
6. Composition de la façade : pas de façade ayant subie une rénovation thermique.

Chaque projet est décrit synthétiquement dans le paragraphe suivant.

PROJETS JUGES ADAPTES A UNE APPROCHE DE PREFABRICATION ET D'INDUSTRIALISATION, ET RETENUS POUR L'EXPERIMENTATION NATIONALE

CANTERANNE 1

Avenue du Maréchal Juin Pauillac (33)

DOMOFRANCE

Année construction	1975
Nombre de bâtiment	4
Nombre d'étages	2 R+2; 1R+3; 1 R+4
Surface habitable	6 046 m ²
Nombre de logements	62
Géométrie	Rectangulaire

Murs extérieurs	béton plein 20 cm
Isolation	isolation inconnue
Revêtement extérieur	Ardoise



CHATILLONS PLR 2

88 Cook / 43 Dumont d'Urville Reims (51)

Plurial Novilia

Année construction	1971
Nombre de bâtiment	4
Nombre d'étages	R+4
Surface habitable	1 601 m ²
Nombre de logements	112
Géométrie	Carré

Murs extérieurs	Béton banché non isolé
Isolation	?? Extérieur
Revêtement extérieur	



VANDOEUVRE LES NANCY 4

2-4 boulevard de l'Europe les Nancy (54)
3FGE

Année construction	-
Nombre de bâtiment	2
Nombre d'étages	R+6
Surface habitable	- m ²
Nombre de logements	108
Géométrie	accidentée

Murs extérieurs	Béton ou agglos
Isolation	?? Extérieur
Revêtement extérieur	Enduit ?



THIAIS 5

1 rue Einbeck Thiais (94)
I3F

Année construction	-
Nombre de bâtiment	6
Nombre d'étages	R+2 à R+4
Surface habitable	- m ²
Nombre de logements	176
Géométrie	Rectangulaire

Murs extérieurs	Béton banché i
Isolation	ITE inconnue
Revêtement extérieur	Enduit ?



LE HAVRE 7

75 rue Albert Copieux / 54 rue BtyHavre (76)
I3F

Année construction	-
Nombre de bâtiment	5
Nombre d'étages	R+4
Surface habitable	- m ²
Nombre de logements	100
Géométrie	Carré

Murs extérieurs	Béton
Isolation	-
Revêtement extérieur	Bardage



FÉCAMPS 8

route de Ganzville Fécamps (76)
IBS

Année construction	-
Nombre de bâtiment	1
Nombre d'étages	R+4
Surface habitable	- m ²
Nombre de logements	19
Géométrie	Accidentée

Murs extérieurs	Béton
Isolation	-
Revêtement extérieur	Panneaux préfa type glazal



Haut des combes Barre 9

Rive de Giers (42)
I3F

Année construction	-
Nombre de bâtiment	4
Nombre d'étages	R+4
Surface habitable	- m ²
Nombre de logements	90
Géométrie	Rectangulaire

Murs extérieurs	Parpaing
Isolation	ITE polystyrène 6 cm mis en place lors de la réhabilitation fin années 80
Revêtement extérieur	Enduit ?



FRESNES 02 10

2, rue Emile Zola Fresnes (94)
Sequens

Année construction	1957
Nombre de bâtiment	1
Nombre d'étages	R+4
Surface habitable	- m ²
Nombre de logements	45
Géométrie	Rectangulaire

Murs extérieurs	??
Isolation	??
Revêtement extérieur	??



ATHIS-MONS 11

3 avenue de l'Europe Athis-Mons (91)
Sequens

Année construction	1976
Nombre de bâtiment	2
Nombre d'étages	R+4
Surface habitable	- m ²
Nombre de logements	41
Géométrie	Rectangulaire

Murs extérieurs	??
Isolation	??
Revêtement extérieur	Enduit ?

Détail de parois	Absent
Détail points singuliers	Absent
Plan DWG	Non



ARLAC 13

43 à 47 Avenue Aristide Briand Mérignac (33)
Domofrance

Année construction	1993
Nombre de bâtiment	2
Nombre d'étages	R+2
Surface habitable	2 220 m ²
Nombre de logements	111
Géométrie	Régulière / accidenté en façade

Murs extérieurs	Béton préfa ?
Isolation	??
Revêtement extérieur	Enduit



Pont de Roide (1) 14

16 à 22 Rue de Jardins Pont de Roide (25)
NEOLIA

Année construction	-
Nombre de bâtiment	4
Nombre d'étages	R+2
Surface habitable	- m ²
Nombre de logements	24
Géométrie	Régulière (4 Bâtiments identiques)

Murs extérieurs	Béton préfa ?
Isolation	??
Revêtement extérieur	Enduit



Pont de Roide (2) 15

1 à 5 Rue de Jardins Pont de Roide (25)

NEOLIA

Année construction	-
Nombre de bâtiment	1
Nombre d'étages	R+2
Surface habitable	- m ²
Nombre de logements	18
Géométrie	Régulière



Murs extérieurs	Béton préfa ?
Isolation	??
Revêtement extérieur	Enduit

Pont de Roide (3) 16

14 à 18 rue du 4ème RTT Pont de Roide (25)

NEOLIA

Année construction	-
Nombre de bâtiment	1
Nombre d'étages	R+2
Surface habitable	- m ²
Nombre de logements	18
Géométrie	Régulière



Murs extérieurs	Béton préfa ?
Isolation	??
Revêtement extérieur	Enduit

Pont de Roide (4) 17

rue du Général Herr Pont de Roide (25)

NEOLIA

Année construction	-
Nombre de bâtiment	4
Nombre d'étages	R+2
Surface habitable	- m ²
Nombre de logements	36
Géométrie	Régulière

Murs extérieurs	Béton préfa ?
Isolation	?
Revêtement extérieur	Enduit + bardage en pig

**Pont de Roide (5) 18**

42 rue du Général Herr Pont de Roide (25)

NEOLIA

Année construction	-
Nombre de bâtiment	1
Nombre d'étages	R+1
Surface habitable	- m ²
Nombre de logements	3
Géométrie	Régulière

Murs extérieurs	Béton préfa ?
Isolation	?
Revêtement extérieur	Enduit



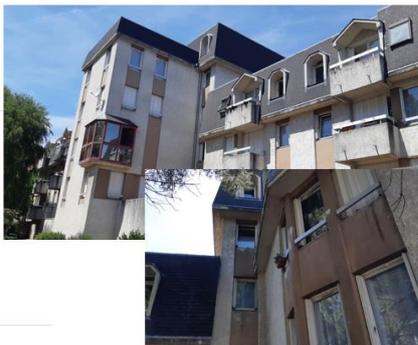
PROJETS JUGES NON-ADAPTES A L'INDUSTRIALISATION, ET ECARTES POUR L'EXPERIMENTATION NATIONALE

ORSAY 123 avenue de l'Europe Athis-Mons (91)
Sequens

Année construction	1990
Nombre de bâtiment	2
Nombre d'étages	R+2 à R+4
Surface habitable	- m ²
Nombre de logements	47
Géométrie	Accidentée

Murs extérieurs	Béton préfa ?
Isolation	??
Revêtement extérieur	Enduit

Détail de parois	Absent
Détail points singuliers	Absent
Plan DWG	Non

**CHATILLONS IND 3**

Rue de la Perouse Reims (51)

Plurial Novilia INDIVIDUELS

Année construction	1967
Nombre de bâtiment	99
Nombre d'étages	R+2
Surface habitable	1 601 m ²
Nombre de logements	99
Géométrie	Individuelle R+2

Murs extérieurs	-
Isolation	?? Extérieur
Revêtement extérieur	



1.2. ANALYSES ET REFLEXIONS SUR COMPATIBILITE PREFABRICATION ET OPERATIONS IDENTIFIEES CI-AVANT

La majorité des opérations sélectionnées permet une rénovation industrielle massive. Les bâtiments semblent être de trames régulières, sans sinuosités de façade.

Cependant, le cas du **projet Orsay (N°12)** implique un fractionnement en petits panneaux non réguliers, et donc un temps de fabrication, de levage, et de pose très élevés. Une approche de rénovation par préfabrication industrielle n'est pas recommandée pour de tels bâtiments.

Le cas du projet **Chatillon (N°3)** ne rentre pas dans les critères prédéfinis pour l'expérimentation, puisqu'il s'agit de logement individuels sur un seul niveau. Mais l'industrialisation, via les solutions proposées dans la suite du document, serait envisageable au regard de la géométrie répétitive des ouvrages.

Les projets **de Vandoeuvre les Nancy (N°4) et du Havre (N°7)** peuvent faire l'objet d'une rénovation par préfabrication et industrialisation des façades, dans la mesure où les balcons et loggias sont traités par une paroi filante positionnée au nu extérieur, accroissant ainsi la surface habitable. Si les fonctions balcons et loggias sont conservées, le traitement de tous ces points singuliers de façades constitue un facteur de réduction de la compétitivité de l'approche par préfabrication.

VOLET ECONOMIQUE

2.1. COMPETITIVITE DE LA CONSTRUCTION BOIS

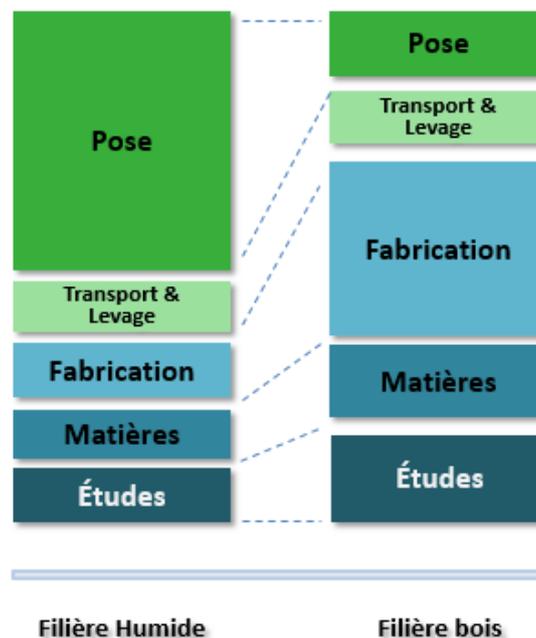
Dans l'acte de bâtir, les coûts des parois principales (Murs, planchers, refends) se décomposent selon les postes principaux suivants :



Si l'on compare la ventilation de ces coûts par poste, entre un système constructif bois et un système constructif issu de la filière humide (béton par exemple), il apparaît rapidement que :

- Les coûts matières et études sont systématiquement plus élevés côté filière bois.
- Les coûts logistiques (transport, levage) sont globalement relativement équivalents
- Il faut donc compenser cette plus-value sur les deux premiers postes par un gain de rentabilité sur la somme des deux postes fabrication et chantier.

La seule façon d'y parvenir est de transférer un maximum d'heures de production du chantier vers **l'atelier de préfabrication**. Plus la valeur ajoutée est élevée en préfabrication, plus la construction bois est globalement compétitive. La figure ci-dessous représente des ordres de grandeurs de répartition des coûts conduisant à une compétitivité équivalente entre filière humide et filière bois.



Comparatif de ventilation des coûts de construction entre filière humide et filière bois

2.2. LA PREFABRICATION AU SERVICE DE CETTE COMPETITIVITE

Les DPM (Documents Particuliers du Marché) introduisent des allotissements. Pour le lot « ossature bois », l'entreprise de construction à ossature bois pourra préfabriquer en atelier tout ou partie de son ouvrage.

Dans la filière bois, la préfabrication peut être en générale appréhendée sous la forme de 3 niveaux de valeurs ajoutées croissants:

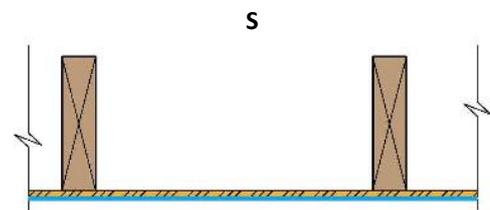
- Lot Structure (lot S)
- Lot Structure Enveloppe (lot SE)
- Lot Structure Enveloppe Revêtement Extérieur (lot SER)

On recherchera sur chaque opération le niveau de valeur ajoutée réalisable maximale.

LE LOT STRUCTURE (S) – A proscrire

Ne comporte que la partie structurelle de l'ouvrage à base de bois. Par exemple, pour une paroi verticale à ossature bois, il s'agit des montants, traverses et du panneau de contreventement ou de stabilité.

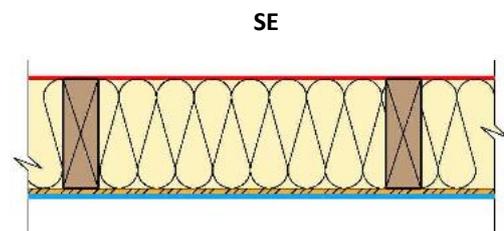
Le lot S est à proscrire. La préfabrication est très limitée, et rend le projet peu compétitif.



LE LOT STRUCTURE ENVELOPPE (SE) – Déconseillé

Comporte la partie structurelle ainsi que la partie dite « enveloppe » qui assure une part essentielle de l'étanchéité (eau et air) et l'isolation (thermique et acoustique).

Par exemple, pour une paroi verticale à ossature bois, il s'agit des montants et traverses, du panneau de contreventement ou de stabilité, du pare-pluie, de l'isolant (entre montants et en complément) et du pare-vapeur.

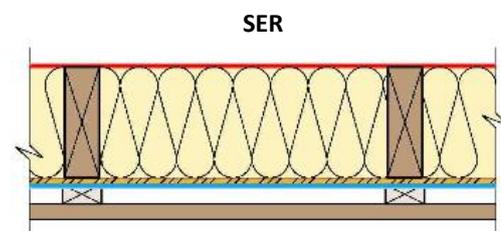


Le choix de l'allotissement SE, bien que comportant un niveau de valeur ajoutée nettement plus important que l'allotissement S, demeure encore insuffisant en terme d'objectif si l'on vise une industrialisation massifiée. Il constitue un minima en termes d'objectif lorsque l'intégration du lot menuiserie est possible en préfabrication.

LE LOT STRUCTURE ENVELOPPE REVETEMENT EXTERIEUR (SER) AVEC INTEGRATION DES MENUISERIES EXTERIEURES – A privilégier

Comporte la partie structurelle ainsi que la partie dite « enveloppe » qui assure une partie essentielle de l'étanchéité (eau et air), l'isolation (thermique et acoustique) ainsi que le revêtement extérieur.

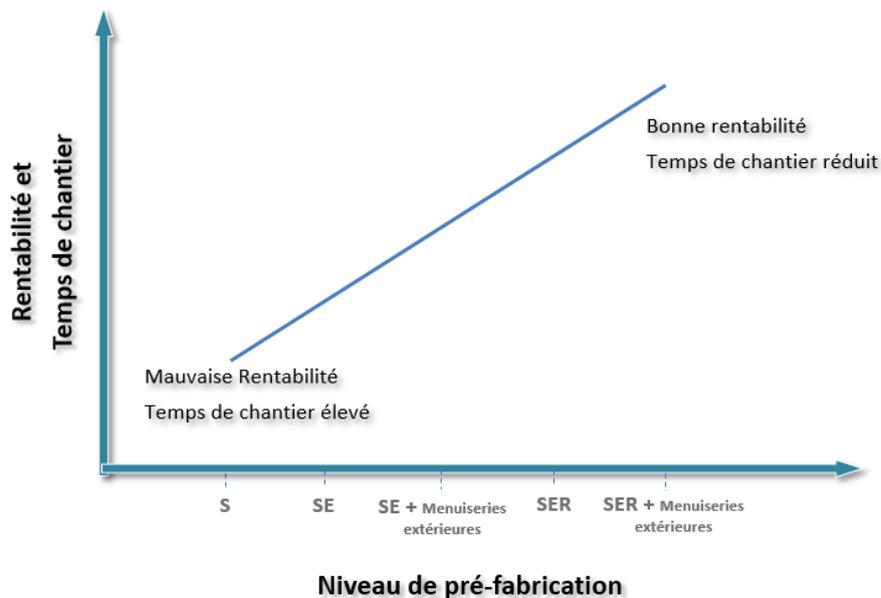
Par exemple, pour une paroi à ossature bois, il s'agit des montants et traverses, du panneau de contreventement ou de stabilité, du pare-pluie, de l'isolant (entre montants et en complément), du pare-vapeur et du revêtement extérieur avec ou pas les menuiseries extérieures.



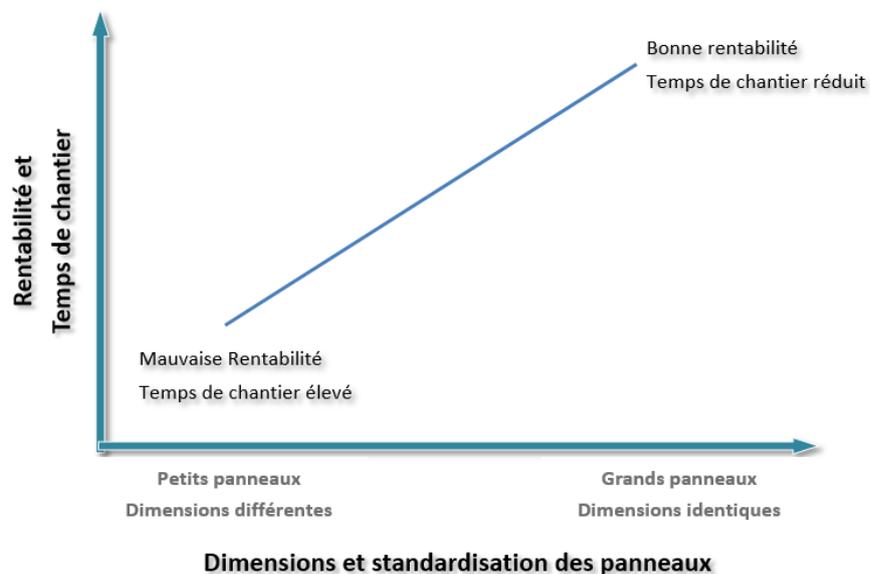
Le choix de l'allotissement SER garantit la parfaite maîtrise de l'ensemble des parties d'ouvrages incorporées dans ce macro-lot constitué, y compris les encadrements de baies et les menuiseries extérieures. La préfabrication est alors maximale et permet d'atteindre les meilleurs niveaux de compétitivité. C'est l'approche à prioriser au maximum.

A noter que dans ce contexte, en réalité le revêtement extérieur ne peut souvent pas être posé intégralement à l'atelier. Les jonctions et ancrages à réaliser in-situ nécessitent des calepinages avec congés de revêtement partiels. Ces compléments de revêtement extérieur sont alors posés à la nacelle, le but étant d'éviter la pose par échafaudage qui, dans un contexte de façade préfabriquée constitue un handicap (délai, coût..).

Le niveau de préfabrication influence donc très fortement la rentabilité de l'opération. Une rénovation de façade compétitive implique nécessairement d'amener les panneaux sur chantier avec une majorité d'éléments déjà posés à l'atelier, afin de s'affranchir, notamment de la mise en place d'un échafaudage.



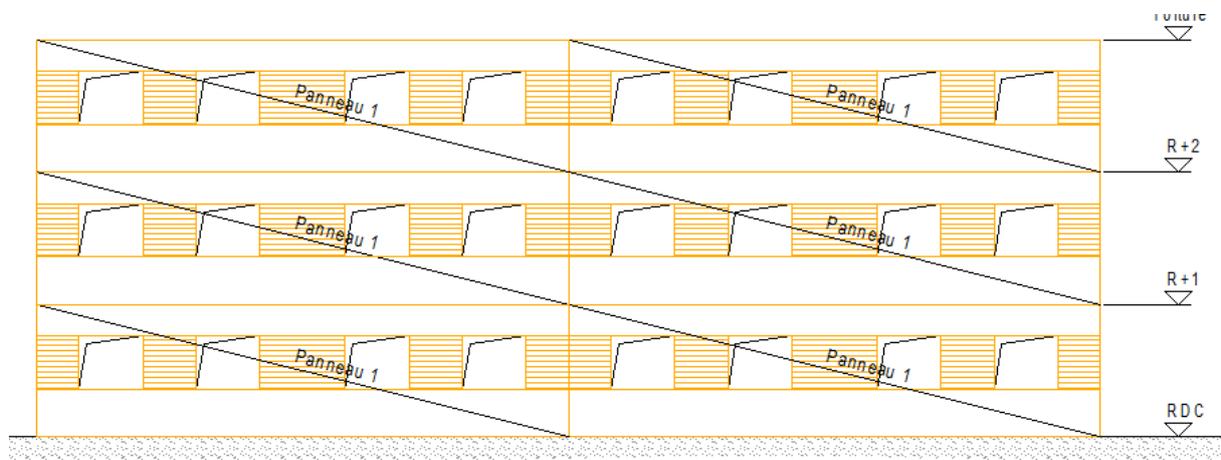
L'autre facteur de rentabilité d'une opération de rénovation par façade bois réside dans la standardisation des panneaux et leur dimension. La réalisation de panneaux de grandes dimensions permet un gain de temps, en atelier et surtout à la pose. De plus, pour accélérer la fabrication et faciliter la pose, il est préférable de standardiser les panneaux de façade autant que possible. Dans tout le process industriel de nombreuses tâches génèrent des coûts fixes quelques soient le format de panneaux (levage, manutention...). Plus le panneau est grand, plus ces coûts sont faibles rapportés au m² produit et posé.



APPREHENDER LA PREFABRICATION ET LA STANDARDISATION EN AMONT

- ✓ La conception architecturale doit être calée sur certaines contraintes induites par le système constructif. Le choix du type de revêtement avec ses nuances associées, ne doit pas empêcher ou limiter la préfabrication à forte valeur ajoutée.
- ✓ L'étude de conception amont est capitale, toutes les parties d'ouvrages (éléments de structure, menuiseries, lots techniques, ...) doivent être étudiées en même temps avec une analyse fine de leurs interactions.
- ✓ Le choix des produits, des matériaux et de leurs calepinages doivent être définis avant la fabrication.

Nota : Le choix d'une approche BIM peut être d'une grande aide sur cet aspect.



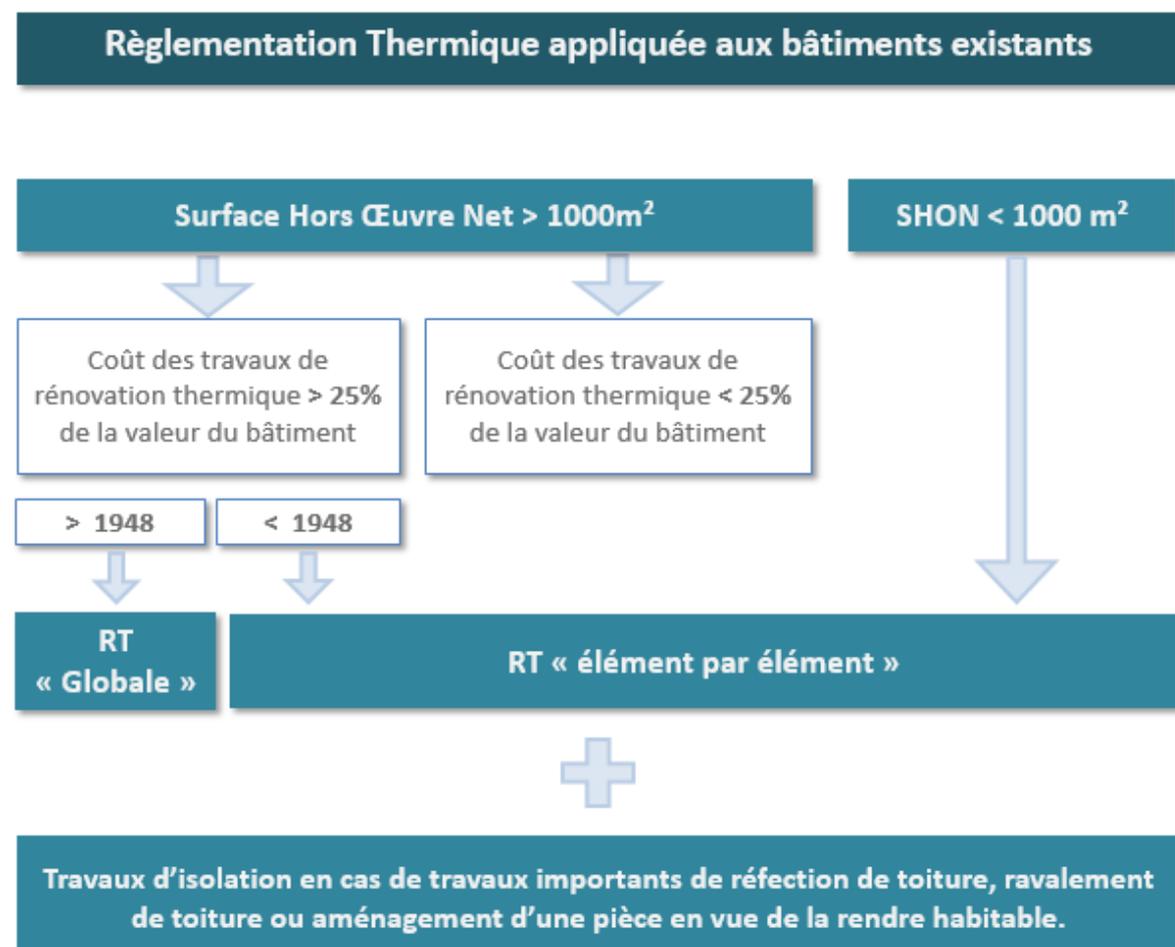
Exemple d'une façade standardisée pour la préfabrication (6 panneaux identiques)

VOLET REGLEMENTAIRE

3.1. REGLEMENTATION THERMIQUE

La réglementation thermique des bâtiments existants s'applique aux bâtiments résidentiels et tertiaires existants, à l'occasion de travaux de rénovation prévus par le maître d'ouvrage.

Elle repose sur les articles L. 111-10 et R.131-25 à R.131-28-11 du Code de la construction et de l'habitation ainsi que sur leurs arrêtés d'application. L'objectif général de cette réglementation est d'assurer une amélioration significative de la performance énergétique d'un bâtiment existant lorsqu'un maître d'ouvrage entreprend des travaux de rénovations.



Les exigences réglementaires sont différentes selon l'importance des travaux entrepris par le maître d'ouvrage :

LA RENOVATION DITE « GLOBALE »

Elle définit un objectif de performance globale pour le bâtiment rénové, à justifier par un calcul réglementaire. Elle s'applique uniquement sur certains projets qui réunissent les trois critères suivants :

- La Surface Hors Œuvre Nette (SHON) rénovée est supérieure à 1000m² ;
- La date d'achèvement du bâtiment est postérieure au 1er janvier 1948 ;
- Le coût des travaux de rénovation « thermique » décidés par le maître d'ouvrage est supérieur à 25% de la valeur hors foncier du bâtiment. La valeur hors foncier du bâtiment est définie dans un arrêté du 20 Décembre 2007 et mise à jour chaque année, Elle correspond à 412.75 € HT /m² pour les logements et 351,25 € HT/m² pour les locaux non résidentiels (au 1er janvier 2020)

Elle repose sur l'article R. 131-26 du code de la construction et de l'habitation et son arrêté d'application du 13 juin 2008.

Ces bâtiments doivent aussi faire l'objet d'une étude de faisabilité des approvisionnements en énergie préalablement au dépôt de la demande de permis de construire.

POUR TOUS LES AUTRES CAS DE RENOVATION (RT par élément)

En cas d'installation ou de remplacement d'un élément du bâtiment (pose d'une isolation ou d'une fenêtre, changement de chaudière), la réglementation définit une performance minimale pour l'élément remplacé ou installé.

Elle repose sur l'article R. 131-28 du code de la construction et de l'habitation et son arrêté d'application du 3 mai 2007 modifié, à partir du 1er janvier 2018, par l'arrêté du 22 mars 2017.

A noter : Les seuils réglementaires de performances minimaux requis (décrits au §4.3.1) sont très faibles, il est souvent nécessaire d'aller au-delà de ces seuils pour prétendre aux aides financières ou crédits d'impôts disponibles.

EN COMPLEMENT DE CES REGLEMENTATIONS, LA LOI RELATIVE A LA TRANSITION ENERGETIQUE VERS LA CROISSANCE VERTE

A créé une obligation de réaliser des travaux d'isolation en cas de travaux importants de réfection de toiture, ravalement de toiture ou aménagement d'une pièce en vue de la rendre habitable. Cette obligation se décline dans les articles R. 131-28-7 à R. 131-28-11 du code de la construction et de l'habitation.

Ces réglementations sont susceptibles d'être contrôlées au titre de l'article L.152-4 du Code de la Construction.

3.2. REGLEMENTATION ACOUSTIQUE

Les caractéristiques acoustiques minimales des bâtiments d'habitation préconisées par l'arrêté du 30 juin 1999 s'imposent au maître d'ouvrage lors de toute nouvelle construction ou parties nouvelles de bâtiments existants. Les exigences fixées dans les arrêtés ne s'appliquent pas aux parties existantes des établissements, mais il est vivement conseillé de s'approcher des performances acoustiques correspondantes, dans le cas de réhabilitation ou de rénovation de bâtiments (Circulaire du 25 avril 2003).

L'article 7 indique que l'isolement acoustique standardisé pondéré, $D_{nT,A,tr}$ (évalué selon la norme NF EN ISO 717-1), des pièces principales et cuisines contre les bruits de l'espace extérieur doit être au minimum de 30 décibels.

Cependant, dans le cas de rénovations importantes réalisées aux seins de bâtiments existants exposés au bruit, le décret du 14 juin 2016 et l'arrêté du 13 avril 2017 imposent des exigences de performances acoustiques minimales sur les façades.

Sont désignés comme travaux importants de rénovation, les rénovations énergétiques globales (CCH : R.131-26), les ravalements, les travaux de toiture ou d'aménagement de bâtiments annexes (CCH : R.131-28-7 à R.131-28-11).

Ces exigences sont fonction des zones d'expositions aux bruits extérieurs définies à l'article R 111-23-4-I, qui sont les zones 1, 2 et 3 du plan de gêne sonore (PGS) d'un aéroport, et les zones de dépassement des valeurs limites des cartes de bruit routier et ferroviaire désignées sous l'appellation cartes « c » dans le présent arrêté.

Le tableau ci-dessous indique les niveaux minimaux d'exigences visées selon les différentes zones d'expositions au bruit des bâtiments existants :

Bâtiment situé en	Niveau d'exigence acoustique visé en façade	Objectif d'isolement acoustique aux bruits extérieurs	Solutions acoustiques correspondantes
PGS_zone 1	Renforcé	Déterminé par une étude acoustique sur la base d'un isolement aux bruits extérieurs $D_{nT,A,tr}$ de 38 dB	Détermination par l'étude acoustique
PGS_zone 2 Carte C	Amélioré	Objectif d'isolement aux bruits extérieurs $D_{nT,A,tr}$ de 35 dB	Respect d'exigences acoustiques par éléments (tableaux en annexe de l'arrêté) - ou - Déterminées par une étude acoustique
PGS_zone 3	Basique	Objectif d'isolement aux bruits extérieurs $D_{nT,A,tr}$ de 32 dB	
$D_{nT,A,tr}$ (= $D_{nT,w} + C_{tr}$) : isolement acoustique standardisé pondéré au bruit aérien par référence à un trafic routier			
Lorsque le bâtiment est situé à la fois en carte « C » et en zone de PGS, alors on vise le niveau d'isolement le plus élevé.			
La valeur de l'objectif d'isolement acoustique peut être modulée sous réserve d'une note de calcul justificative dans l'étude acoustique. Cette note de calcul doit présenter tous les éléments ayant permis de déterminer un objectif d'isolement acoustique différent (au regard de la réglementation existante, de l'exposition, d'un diagnostic de la situation existante, etc.).			

3.3. REGLEMENTATION INCENDIE

BATIMENTS NEUFS

Les grands principes concernant la sécurité contre l'incendie dans les bâtiments d'habitation sont régis par le Code de l'urbanisme, le Code de la construction et de l'habitation et l'arrêté interministériel du 31 janvier 1986 modifié.

Concernant le feu en façade sur les bâtiments neufs, l'arrêté du 7 août 2019 modifiant l'arrêté du 31 janvier 1986 relatif à la protection contre l'incendie des bâtiments d'habitation, définit les exigences relatives aux façades des bâtiments d'habitation, qui sont synthétisées dans le tableau ci-dessous.

Type de bâtiment d'habitation	Exigence au feu des parements extérieurs dans le neuf
1 ^{ère} famille	D-s3, d0 ou bois Pour les maisons individuelles isolées : E si la façade se trouve à plus de 4 mètres de la limite de propriété
2 ^{ème} famille	D-s3, d0
Type de bâtiment d'habitation	Exigence au feu des parements extérieurs dans le neuf
3 ^{ème} famille	Solution 1 Systèmes de façade A2-s3, d0 au moins pour chacun des éléments constitutifs et ne présentent pas de lame d'air Solution 2 Efficacité globale du système de façade démontré par Appréciation de Laboratoire
4 ^{ème} Famille	Solution 1 Systèmes de façade A2-s3, d0 au moins pour chacun des éléments constitutifs et ne présentent pas de lame d'air Solution 2 Systèmes de revêtement extérieur classés au moins A2-s3, d0, sur support parois disposant d'un écran thermique l'ensemble faisant l'objet d'une appréciation de laboratoire.

Lorsque la règle du C+D s'applique, la somme minimale des distances « C » et « D » est fixée en fonction de la masse combustible mobilisable des matériaux utilisés en façades et définie dans le tableau ci-dessous :

Masse combustible mobilisable
(en M. J/m²)

$M \leq 80$

$80 < M \leq 130$

$M > 130$

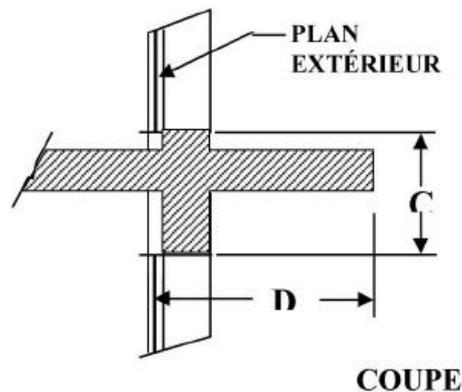
Habitations de 3e famille A	60	80	110
Habitations de 3e famille B Habitations de 4e famille	80	100	130

Valeurs $C + D$ en cm en fonction de la masse combustible mobilisable (M)

Où M est la masse combustible de la façade à l'exclusion des menuiseries, fermetures et garde-corps.

Avec C : Distance verticale entre les baies (voir figure ci-dessous) et D : distance horizontale entre le plan extérieur des éléments de remplissage et le nu extérieur de la façade, à l'aplomb des baies superposées, saillies incluses si elles forment un obstacle résistant au feu.

CAS GÉNÉRAL



RENOVATION

Chaque bâtiment doit réglementairement respecter :

- Les textes en vigueur à sa date de construction,
- Les textes postérieurs pour ce qui concerne leurs dispositions rétroactives.

En cas de travaux de réhabilitation ou d'amélioration des bâtiments d'habitation existants, la Circulaire du 13 décembre 1982 s'applique. Celle-ci a été renforcée par le décret n° 2019-461 du 16 mai 2019 relatif aux travaux de modification des immeubles de moyenne hauteur.

La circulaire précise que, d'une manière générale, les risques d'incendie que présentaient les bâtiments dans leur état antérieur seront réduits autant que faire se peut ; en aucun cas ils ne devront être aggravés. Les travaux seront conçus et réalisés de manière à limiter la transmission du feu et des fumées d'un niveau à un autre et à maintenir, sinon à améliorer, les possibilités d'évacuation des occupants et d'intervention des services publics de secours et de lutte contre l'incendie 1.

En cas de reprise totale du bâtiment, la réglementation du 31 janvier 1986 relative à la protection contre l'incendie des bâtiments d'habitation s'applique. Les extensions et les surélévations peuvent se voir appliquer les deux réglementations.

L'arrêté du 16 mai 2019 définit les exigences au feu des parements extérieurs dans le cas d'une rénovation, pour les Immeubles de Moyenne Hauteur, et sont décrits dans le tableau suivant.

Type de bâtiment d'habitation	Exigence au feu des parements extérieurs dans le cas d'une rénovation
1^{ère}, 2^{ème} et 3^{ème} Famille	<p><i>Application de la circulaire (Circulaire du 13 décembre 1982)</i></p> <p>Non aggravation des risques incendies, solution possible : Application en tout point de solutions validées dans le neuf.</p>
Immeubles de Moyenne Hauteur * (IMH)	<p><i>Application l'arrêté du 16 mai 2019</i></p> <p>Solution 1 Systèmes de façade A2-s3, d0 au moins pour chacun des éléments constitutifs et ne présentent pas de lame d'air</p> <p>Solution 2 Systèmes de revêtements extérieurs classés au moins A2-s3, d0, sur support parois disposant d'un écran thermique l'ensemble faisant l'objet d'une appréciation de laboratoire.</p>

* les immeubles de moyenne hauteur : tout immeuble à usage d'habitation dont le plancher bas du logement le plus haut est situé à plus de 28 m au-dessus du niveau du sol le plus haut utilisable pour les engins des services publics de secours et de lutte contre l'incendie et qui n'est pas considéré comme un immeuble de grande hauteur au sens de l'article R.122-2, donc ayant un plancher haut inférieur à 50m.

3.4. REGLEMENTATION SISMIQUE

BATIMENTS NEUFS

La réglementation sismique actuelle a été mise en place le 22 octobre 2010 au travers des textes suivants :

- Décret n° 2010-1254 relatif à la prévention du risque sismique
- Décret n° 2010-1255 portant délimitation des zones de sismicité du territoire français
- Arrêté du 22 octobre 2010, modifié les 25 octobre 2012 et 15 septembre 2014, relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de la classe dite « à risque normal ».

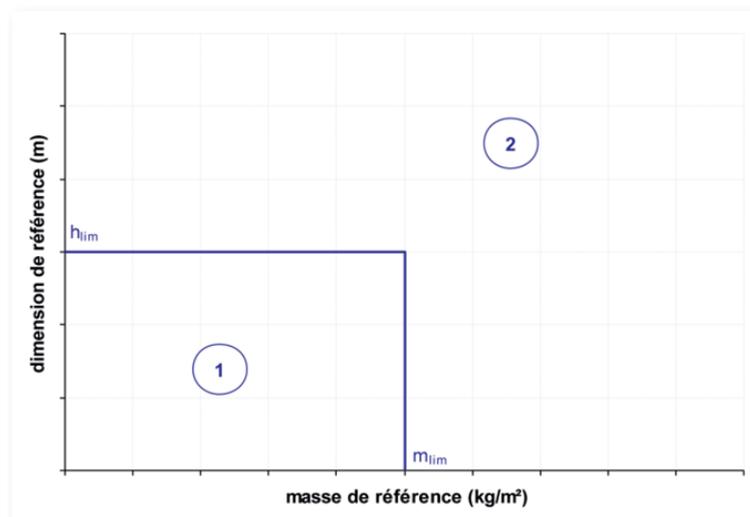
Cette réglementation fait référence à l'Eurocode 8 (NF EN 1998) pour le dimensionnement des bâtiments en zones sismiques dont l'application est obligatoire depuis le 1er janvier 2014.

Les éléments de façades en ossature bois rapportés sont considérés comme des éléments non structuraux (ENS) au sens de l'Eurocode 8. Un élément de façade est non structural et se distingue d'un élément structural tel qu'un mur à ossature bois, par le fait :

- qu'il s'agit d'un élément déposable (sinon démontable) sans que cette opération ne nécessite de confortement d'autres parties ou éléments de l'ouvrage ;
- qu'il ne contribue pas à la reprise des efforts dans la structure.

Le guide de dimensionnement parasismique des éléments non structuraux du cadre du bâti définit les ENS nécessitant une prise en compte du séisme et propose une méthode simplifiée pour l'application des clauses réglementaires.

Un diagramme masse/hauteur permet de définir précisément les éléments pour lesquels une analyse sismique est nécessaire. Pour une dimension de référence inférieure à h_{lim} et une masse inférieure à m_{lim} , le risque est considéré comme faible et il n'est pas exigé de prendre en compte l'action sismique dans la conception et le dimensionnement de l'élément (zone 1). Dans le cas contraire (zone 2), si la dimension de référence est supérieure à h_{lim} ou si la masse surfacique de l'élément est supérieure à m_{lim} , les éléments doivent faire l'objet d'une prise en compte du risque sismique.



La hauteur de référence (h_{lim}) et la masse de référence (m_{lim}) pour les éléments de façade sont les suivants :

Si Fixation à la structure par liaison mécanique seule :

- $h_{lim} = 3,5$ m
- $m_{lim} = 25$ kg/m^2

Si autre mode de fixation à la structure (collage seul, calé-chevillé...) :

- pas de limitation selon la hauteur d'implantation ($h_{lim} = +\infty$)
- $m_{lim} = 25$ kg/m^2

L'article 3 de l'arrêté du 22 octobre 2010 liste les cas pour lesquels l'application des règles de construction parasismique est exigée pour les bâtiments neufs. Dans ce cas, le dimensionnement des éléments non structuraux est également requis :

		Catégorie d'importance du bâtiment			
		I	II	III	IV
Zone sismique	1				
	2				
	3				
	4			Application des règles PS	
	5				

Périmètre d'application du guide pour un élément non structurel mis en œuvre dans un bâtiment neuf

Le niveau de l'action sismique que doit supporter le bâtiment est fourni par l'arrêté sous la forme d'une accélération de calcul à déterminer à partir de la zone sismique, du coefficient d'importance du bâtiment et de la classe de sol.

APPLICATION A LA RENOVATION DE FACADE

Lorsque des travaux sont envisagés dans un bâtiment existant, la vulnérabilité au séisme de ce bâtiment ne doit pas être aggravée (condition générale de l'article 3, 3^{ème} alinéa de l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié).

Ainsi, Il convient de confirmer que les façades n'ajoutent pas de masses ou de raideurs trop importantes pouvant aggraver significativement la vulnérabilité au séisme de l'ouvrage existant. (Le cahier technique n°35 - *Évaluation de l'incidence de travaux sur la vulnérabilité au séisme d'un bâtiment existant*, Avril 2014 réalisé par l'association française du Génie Parasismique décrit les paramètres associés à la vulnérabilité au séisme d'un ouvrage et donne des valeurs forfaitaires délimitant la non aggravation).

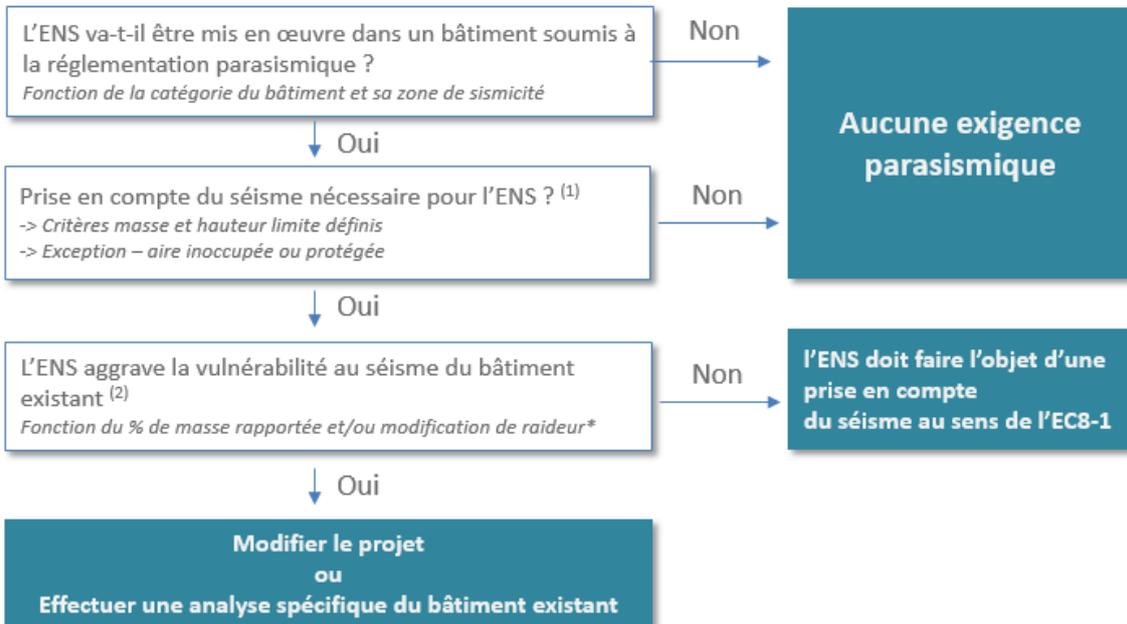
L'application des dispositions parasismiques pour des éléments non structuraux mis en œuvre dans un bâtiment existant est imposée par l'arrêté en cas d'ajout ou de remplacement de ces éléments lors de certains travaux sur la structure, il s'agit des cas suivants :

		Catégorie d'importance du bâtiment			
		I	II	III	IV
Zone sismique	1				
	2				
	3				
	4			Application des règles PS en cas de travaux lourds	
	5				

Périmètre d'application du guide pour un élément non structurel mis en œuvre dans un bâtiment existant

L'application de la réglementation sismique pour la rénovation de façade par éléments non structuraux (ENS) peut suivre la démarche ci-dessous décrite :

Application de la réglementation sismique pour la rénovation de façade par éléments non structuraux (ENS)



⁽¹⁾ Voir § 1.1.2 du guide de « dimensionnement parasismique des éléments non structuraux du cadre bâti - Justifications parasismiques pour le bâtiment à risque normal » - Edition 2014

⁽²⁾ se référer au cahier technique N°35 Avril 2014 de l' Association Française du Génie Parasismique

VOLET TECHNIQUE

4.1. DIAGNOSTIC DU SUPPORT EXISTANT

Avant de prescrire une solution technique d'isolation des murs extérieurs par un système de Façades Ossature Bois, il est important de réaliser un diagnostic précis de l'existant. Ces analyses permettent de dresser des constats sur le support à isoler. Le choix des solutions techniques à adopter est donc conditionné en partie par ces analyses.

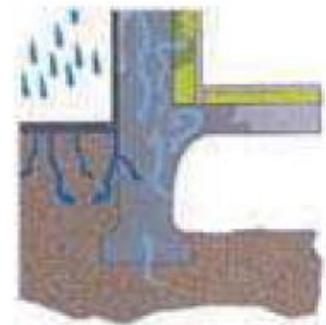
4.1.1. IDENTIFICATION DES SUPPORTS, NATURE DES MATERIAUX, REPERAGE DE LA STRUCTURE

Pour chaque opération, il convient d'identifier la nature du ou des matériaux supports (pierre, brique creuse ou pleine, bloc béton plein ou creux, béton banché...) ainsi que les éventuels doublages et de repérer la structure primaire.

4.1.2. ETAT SANITAIRE DU SUPPORT ET MAITRISE DE LA DURABILITE

Avant d'engager les travaux d'isolation d'une paroi, il est impératif de s'assurer de la salubrité et de la non-dégradation des murs existants. Certaines situations doivent interpeller et alerter sur le risque à entreprendre les travaux dans l'état, notamment, la présence d'humidité dans les parois, la présence de développements fongiques, la dégradation des murs engendrant des infiltrations.

S'assurer également qu'il n'y a pas de remontées capillaires qui se manifestent par des traces d'humidité linéaires dans la partie basse des pièces en rez-de-chaussée et qui peuvent s'élever à plusieurs mètres au-dessus du sol.



4.1.3. MAITRISE DE LA SALUBRITE DE LA PAROI LIEE AUX TRANSFERTS DE VAPEUR

- Identifier les matériaux en présence

La connaissance des matériaux composant la paroi, permettant de connaître leur capacité de résistance à la transmission de vapeur d'eau permettra de maîtriser les flux de vapeur dans la paroi, en lien avec le complexe de façade rapporté.

Les valeurs par défaut du facteur de résistance à la diffusion de vapeur d'eau des principaux matériaux de construction sont définies dans le fascicule 2 (matériaux) des règles Th-U de la Règlementation Thermique.

- Identification des conditions de ventilation des locaux

Les travaux de rénovation modifient et déséquilibrent l'aération du logement, car il devient plus étanche à l'air. Il est donc impératif de connaître le système de ventilation en place, et au besoin d'installer une ventilation générale et permanente (ou de la rénover), afin d'assurer un air sain et d'éliminer les risques de condensation dans les parois.

4.1.4. RESISTANCE MECANIQUE LOCALE DU SUPPORT VIS-A-VIS DES FIXATIONS

En rénovation les types de parois existantes sont multiples. Cependant, il est primordial d'évaluer le support pour réaliser correctement les fixations. Trois points importants sont à valider :

1. Évaluer la dégradation de la paroi et sa capacité à supporter les charges
2. Connaître la composition du mur existant pour valider que ce matériau est considéré dans les Evaluations Techniques Européennes (ETE) des fixations
3. Réaliser un sondage de la cohésion du matériau pour évaluer sa qualité.

Cette opération et son appréciation peuvent être délicates. S'il est impératif de réaliser une évaluation plus approfondie, cette étude passe obligatoirement par un essai sur chantier. Le cahier du CSTB n° 1661-V2 – Février 2011 peut être utilisé afin de réaliser des mesures in situ.

A noter :

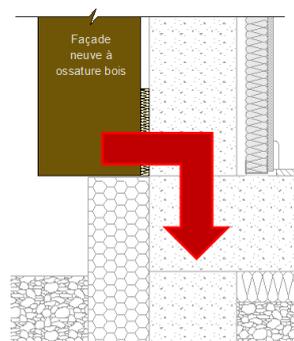
Lorsque la réglementation sismique s'applique; les chevilles d'ancrages ne sont validées que dans le cadre d'un usage sur béton fissuré, elles ne peuvent être utilisées sur maçonnerie.

En phase conception il conviendra d'être vigilant quant à la faisabilité et au calepinage des panneaux ossature bois.

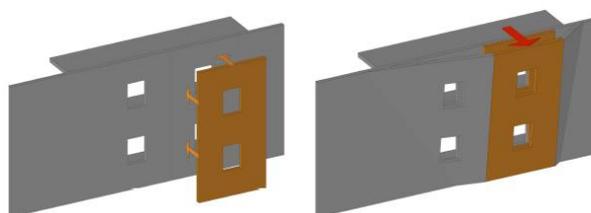
4.1.5. RESISTANCE MECANIQUE GLOBALE DU SUPPORT VIS-A-VIS DE LA PAROI RAPPORTEE

L'ouvrage recevant les façades rapportées doit être évalué afin de confirmer que :

- Les fondations existantes peuvent supporter les descentes de charges liées à l'ajout d'une nouvelle façade.



- Le support existant (façade pleine ou poutres, poteaux existants...) peut résister aux contraintes liées à l'ajout d'une nouvelle façade



4.1.6. ANALYSE INTERACTIONS ANCIEN/NEUF POUR TOUS LES POINTS SINGULIERS

Il est également important de dresser un état des lieux des points singuliers à traiter avant d'engager les travaux (baies, ouvertures, organes de ventilation, descentes des eaux pluviales, acrotères, jonctions avec couverture...);

Certains éléments repris sur les façades ou certains points singuliers doivent être modifiés et/ou déplacés. Il est donc nécessaire d'anticiper ces opérations et, le cas échéant, de faire appel aux corps d'état appropriés.

4.1.7. RELEVÉ GEOMETRIQUE DE L'EXISTANT

- 1^{er} relevé sommaire pour conception et chiffrages des travaux

Un premier relevé géométrique doit être réalisé, permettant de connaître les dimensions globales de l'ouvrage existant, l'implantation des points singuliers, la position des ouvertures, etc... Un jeu de plan sur la base de ce relevé doit alors être établi, il permet d'apporter les renseignements nécessaires à la définition et au chiffrage du projet. Les tolérances dimensionnelles doivent être précisées. Afin de garantir l'engagement des entreprises du macro lot bois, une tolérance de plus ou moins 2cm est nécessaire.

- Relevé 3D numérique précis à la charge de l'entreprise

Un relevé numérique précis de l'ouvrage existant sera effectué, base des études d'exécution. Différentes technologies et méthodologies existent à ce jour. Les entreprises sont habituées à ce genre de prestation et savent adapter leurs choix en fonction de leurs besoins et exigences. C'est pourquoi il est conseillé de laisser cette prestation à la charge de l'entreprise.

Si toutefois la maîtrise d'ouvrage souhaite réaliser ce relevé en amont, elle doit maîtriser les tolérances de relevés, et les afficher clairement dans les Document Particuliers du Marché, puis, fournir à l'entreprise un fichier numérique sous format BIM (IFC). Dans ce cas, la maîtrise d'ouvrage s'engage sur l'exactitude de la maquette, l'entreprise réalisera les plans d'exécution sur cette base, et ne pourra être responsable des incohérences qui pourraient être constatées lors de la mise en œuvre.

Actuellement, trois technologies sont disponibles pour réaliser le relevé numérique d'un ouvrage.

- Appareils photo ou caméras (+ drones ou élévateurs)
- Station totale permettant un relevé point par point
- Scanner laser 3D pour nuage de points

La technologie par photogrammétrie permet de déduire des dimensions, mais cette technologie n'est pas assez aboutie actuellement pour une précision suffisante au regard des exigences de la préfabrication.



Appareils photo ou caméra



Théodolite/tachéomètre



Scanner laser 3D pour nuage de points

4.1.8. PREFABRICATION ET COMPATIBILITE GEOMETRIQUE DU SUPPORT EXISTANT

Les Façades à Ossature Bois tolèrent un certain niveau de défauts de planéité de l'assise (façades existantes). Ces tolérances sont mentionnées en détail dans le NF DTU 31.4 et sont rappelés ci-dessous. Au-delà, des Ouvrages Complémentaires d'Interfaces Localisées pourront être nécessaires (OCIL). Ceux-ci doivent être anticipés et définis par la maîtrise d'œuvre.

Tolérances acceptables attendues du support pour la mise en œuvre des ouvrages du NF DTU 31.4

<ul style="list-style-type: none"> • Pour les surfaces horizontales (de type dalle) <ol style="list-style-type: none"> 1. Planéité horizontale au droit de la future FOB : <ul style="list-style-type: none"> - 7 mm rapportée à la règle de 2 m - 2 mm rapportée à un réglelet de 200 mm 2. Horizontalité générale au droit du support de la façade : <ul style="list-style-type: none"> ± 1 % avec pour maximum 30 mm 3. Dimension de la dalle (longueur, largeur) : <ul style="list-style-type: none"> Comprise entre ± 10 mm 4. Équerrage en plan compris : <ul style="list-style-type: none"> Entre ± 10 mm sur une distance de 10 m 5. Planéité de la joue latérale de la dalle : <ul style="list-style-type: none"> - 5 mm rapportée à la règle de 2 m - 2 mm rapportée à un réglelet de 200 mm 6. Écart de l'alignement des nez de dalle 	<ul style="list-style-type: none"> • Pour les surfaces verticales (de type mur) <ol style="list-style-type: none"> 1. Planéité verticale : <ul style="list-style-type: none"> - 5 mm rapportée à la règle de 2 m - 2 mm rapportée à un réglelet de 200 mm 2. Dimension (hauteur, longueur, épaisseur) <ul style="list-style-type: none"> Comprise entre ± 10 mm 3. Équerrage dans le plan du mur : <ul style="list-style-type: none"> Compris entre ± 10 mm par étage.
--	--

<p>≤ au maximum de 7 mm ou $h/400$ (avec h : hauteur entre deux étages successifs).</p>	
---	--

Suivant la régularité et la répétitivité de la façade existante, l'entreprise en charge du macro-lot pourra envisager une approche partielle de découpage par panneaux identiques ou devra générer du sur-mesure pour chaque panneau. Ce choix va dépendre essentiellement de la régularité d'implantation des points singuliers (menuiseries extérieures, décrochés, etc.). Les joints entre panneaux préfabriqués peuvent « encaisser » des jeux, liés aux tolérances des matériaux de joints de calfeutrement mis en œuvre (jusqu'à 20mm selon NF DTU 44.1).

Au-delà, les jeux trop importants entre les éléments préfabriqués peuvent être repris par un calfeutrement complémentaire dans le plan des façades. Celui-ci garantit la continuité de l'étanchéité à l'eau et à l'air (pontage). Cependant ils sont à éviter, créant une manufacture complémentaire sur site.

4.2. SOLUTIONS TECHNIQUES BOIS CONSTRUCTION

4.2.1. IDENTIFICATION DES SOLUTIONS POUR LES CONFIGURATIONS TYPES

Façades parties courantes

Il s'agit de façades relativement planes et uniformes, présentant peu de débordements sur lesquelles il sera possible d'apposer des panneaux préfabriqués industrialisés de grandes dimensions, permettant d'atteindre les meilleurs compromis économiques.

Dans ce cas, leurs mises en œuvre seront facilitées par l'utilisation d'un matelas d'isolation souple entre la structure du panneau et le mur support permettant ainsi de reprendre les irrégularités du support (voir §4.1.7).

Lorsque la géométrie existante fait état de modénature en façade trop importante, une autre alternative pourra être la découpe des débordements lorsque cela sera possible.

Façades sur parties balcons ou loggias

Les mêmes types de façades décrites ci-dessus peuvent être mis en œuvre pour fermer les balcons et loggias.

Ce principe de façade conduit à la fermeture des balcons. La mise en place d'un appui au sol sera également indispensable car les balcons ne sont pas dimensionnés pour recevoir une charge supplémentaire.

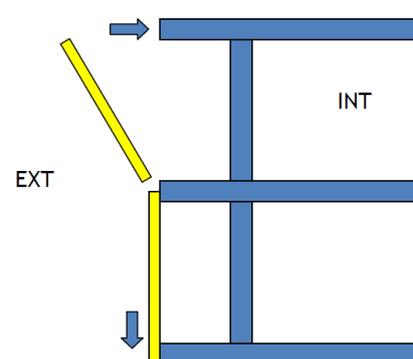
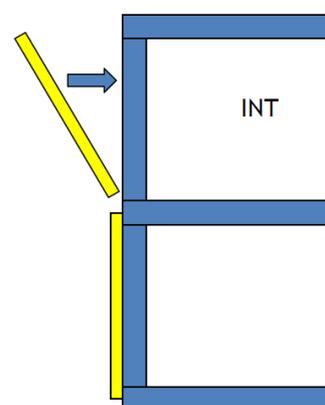
La mise en œuvre contre le mur existant (entre les balcons) est jugée beaucoup trop difficile à mettre en œuvre en préfabrication. Cela peut être réalisé par éléments non préfabriqués suivants les préconisations du NF DTU 41.2 ou le cahier CSTB 3316, mais ne répondrait pas aux objectifs d'industrialisation.

Les solutions non adaptées à l'industrialisation

Les façades très irrégulières ou présentant des modénatures complexes nécessiteront des fractionnements surfaciques des éléments préfabriqués les rendant non compétitifs.

Façade Ossature Bois sur système poteau/poutre

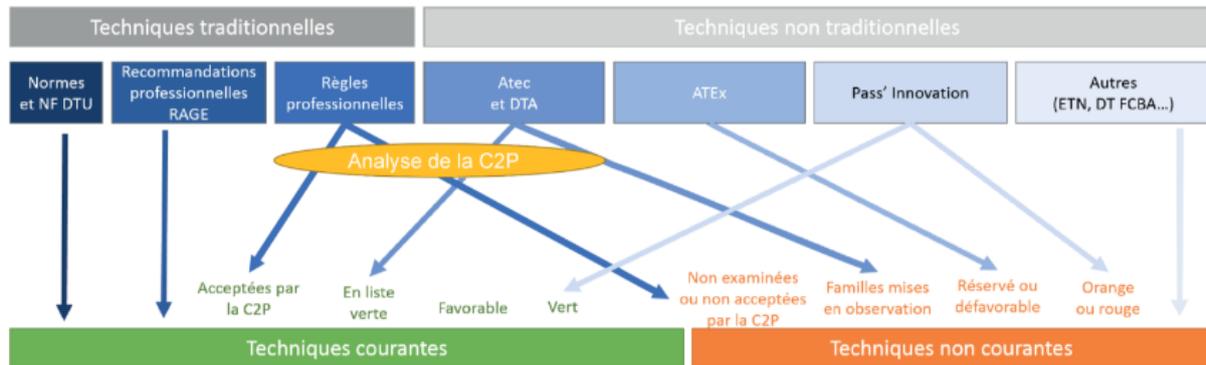
Ce principe n'est pas rencontré dans les bâtiments retenus (voir Chapitre 1) car ils correspondent à de la rénovation lourde. Cependant il se rapproche du système de façade décrit ci-dessus pour les parties balcons ou loggias.



4.2.2. RAPPEL TECHNIQUE COURANTE ET NON COURANTE

La C2P « Commission Prévention Produits mis en œuvre » distingue les familles de produits ou procédés de construction relevant des techniques courantes et non courantes, qui permet de définir leur assurabilité.

Les techniques de construction définies par référence à des documents normatifs français, ou à des Recommandations professionnelles RAGE issues du Programme PACTE sont qualifiées de techniques courantes.



Les solutions de façades ossature bois décrites dans le paragraphe suivant sont couvertes par le **NF DTU 31.4 - Façades à ossature bois** et relèvent du domaine traditionnel en technique courante.

Le domaine d'application :

- Façades de bâtiments dont la hauteur du plancher bas du dernier niveau est **inférieure ou égale à 28 m**. Toutefois la nature du revêtement extérieur et le mode d'intégration des fenêtres et portes extérieures dans les parois verticales peuvent limiter les hauteurs admissibles des bâtiments.
- Il s'applique aux zones climatiques françaises à l'exclusion des zones de climat tropical ou équatorial, et ne couvre donc pas les départements et régions d'outre-mer.

4.2.3. DESCRIPTION DES SOLUTIONS

Les solutions de rénovation de façade qui peuvent être mises en œuvre sont listées dans les tableaux ci-dessous et décrites dans le paragraphe suivant.

- **Hors exigences feu façade**

Configuration Solutions	Façade partie courante	Façade partie balcons/loggias
	Isolant en âme	Solution 01
Isolation en âme + ITE	Solution 02	Solution 04
Isolant en âme + ITI	<i>Inadapté</i>	Solution 05

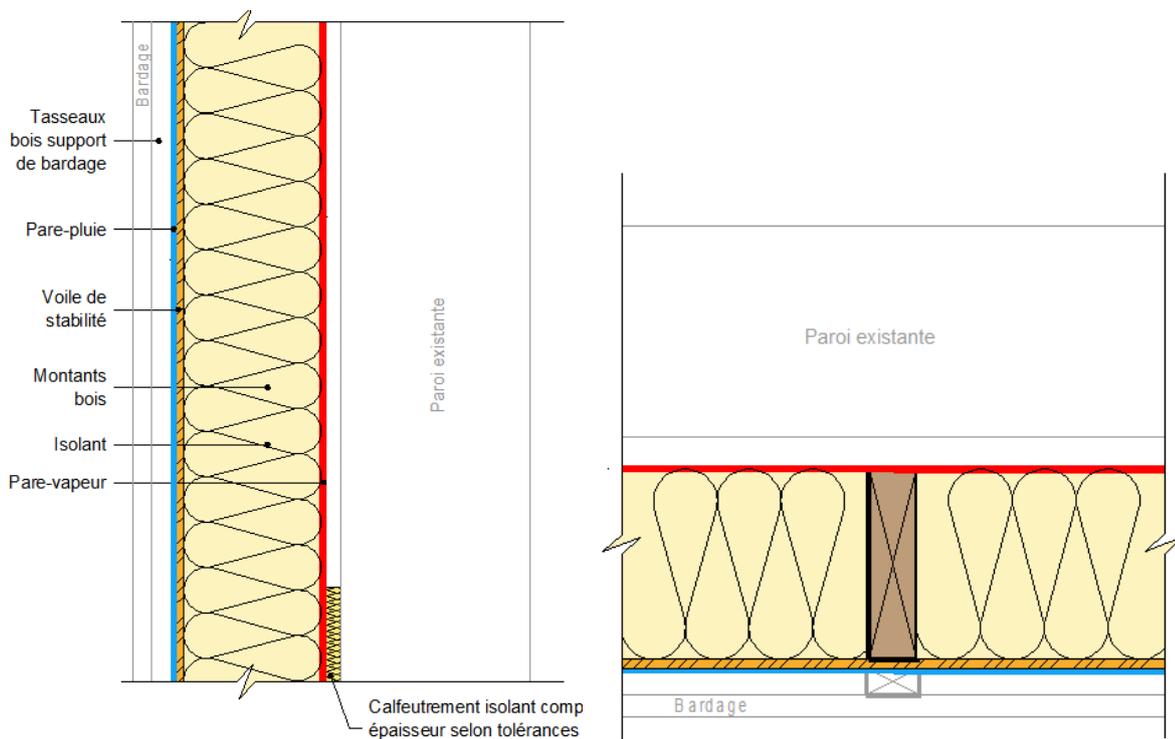
- Avec application des solutions du guide "bois construction et propagation du feu par les façades"

Configuration Solutions	Façade partie courante	Façade partie balcons/loggias
Isolant en âme	Solution 06	Solution 08
Isolation en âme + ITE	Solution 07	Solution 09
Isolant en âme + ITI	<i>Inadapté</i>	Solution 10

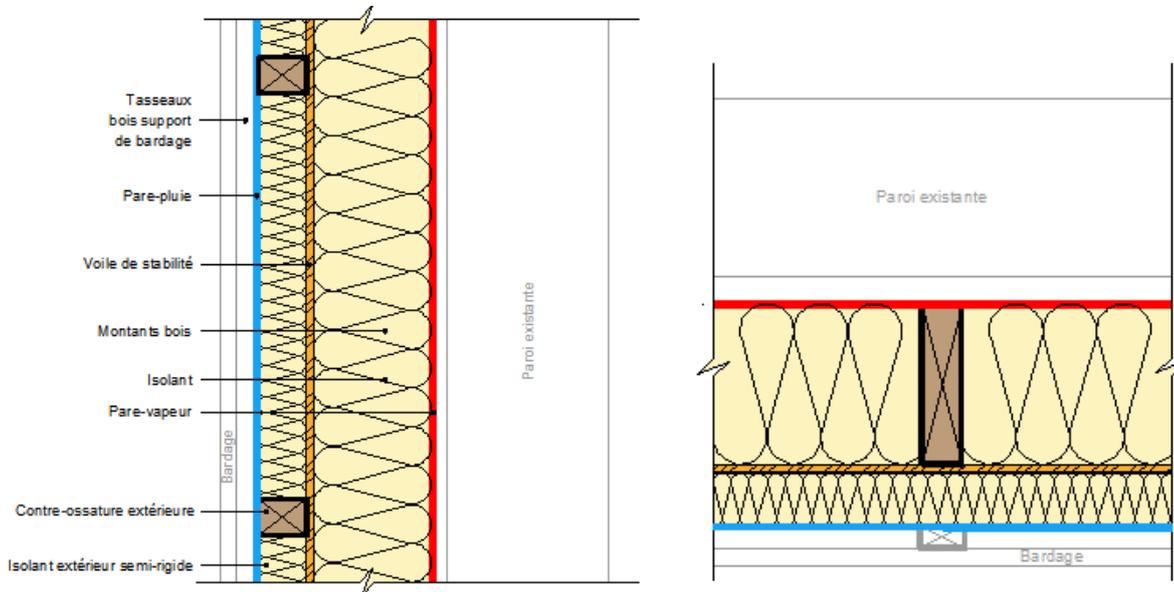
Les systèmes d'ETICS (enduits sur isolation extérieure) ne sont pas préconisés ici, leur prescription se prête moins à l'industrialisation, puisqu'ils impliquent une mise en œuvre sur chantier, avec une intervention de longue durée en hauteur.

De plus, selon le système d'ETICS rapporté en façade extérieure, l'équilibre hygroscopique de la paroi existante peut être fortement remis en cause, posant des problèmes de salubrité (l'ETICS peut bloquer la vapeur dans le mur), voir § 4.3.5.

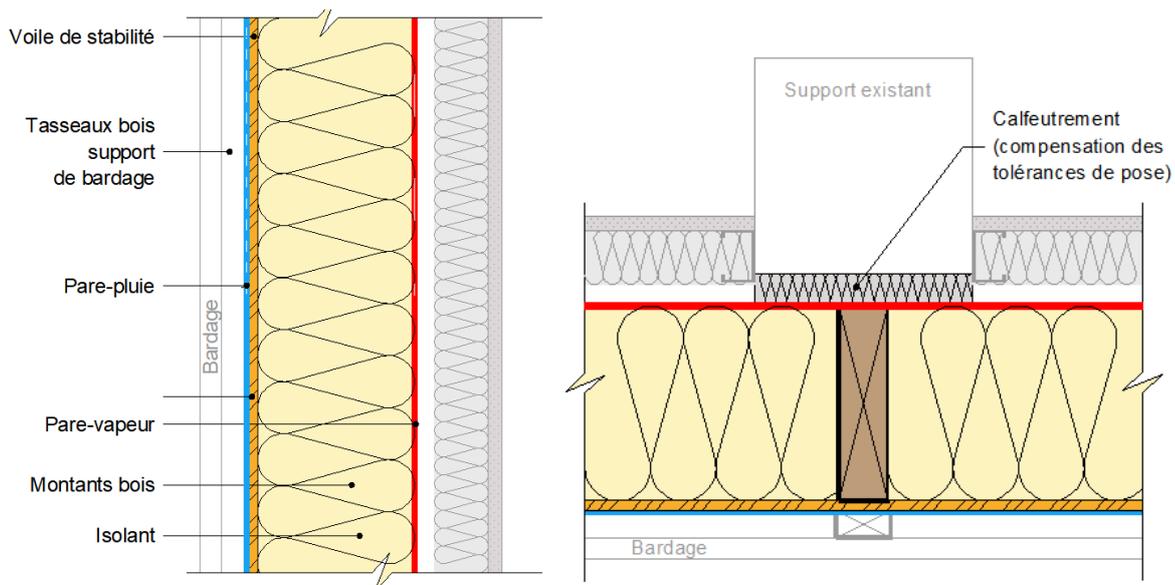
✓ Solution 01 – Isolant en âme // Façade partie courante



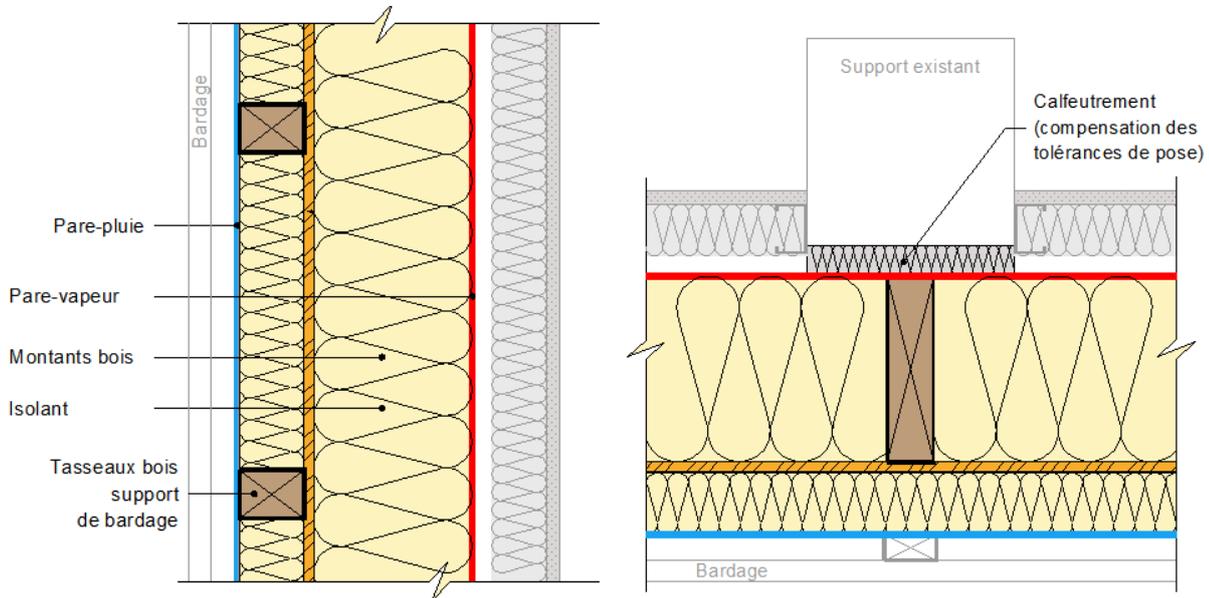
✓ Solution 02 - Isolant en âme + ITE // Façade partie courante



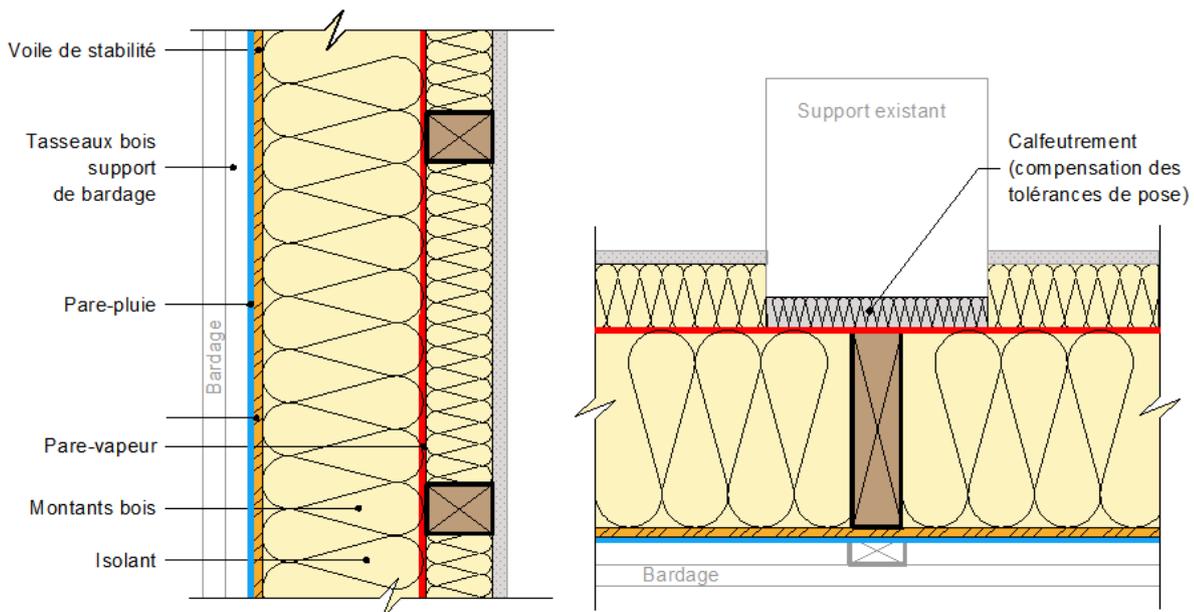
✓ Solution 03 – Isolant en âme // Façade partie balcon/loggia



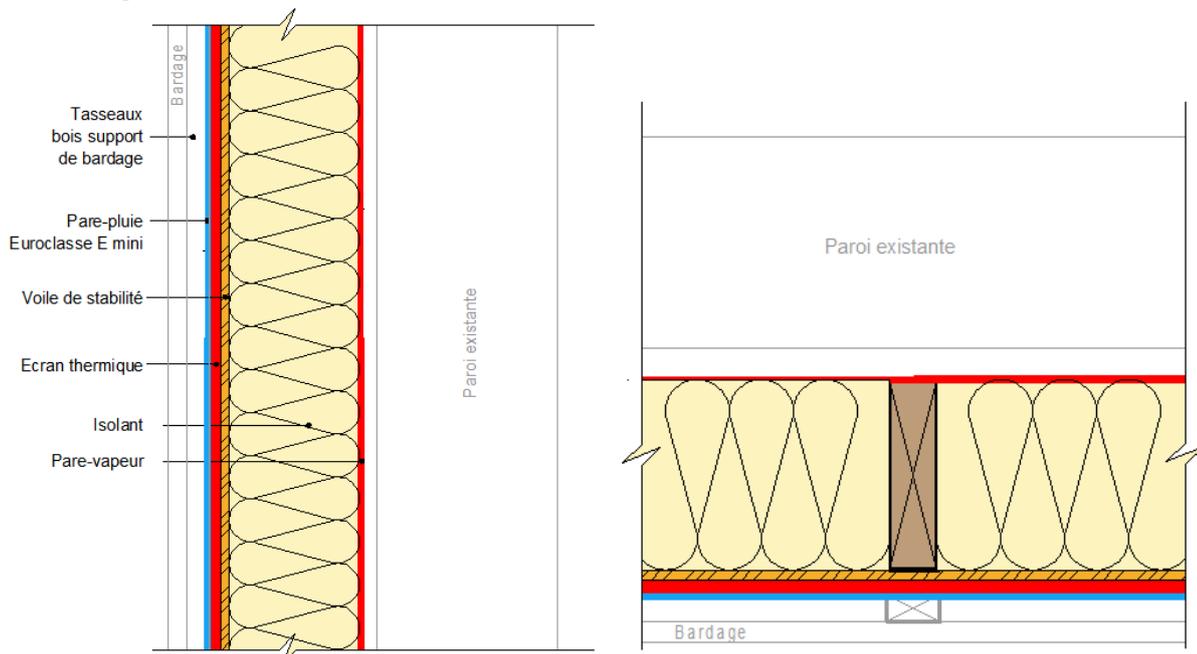
✓ Solution 04 - Isolant en âme +ITE // Façade partie balcon/loggia



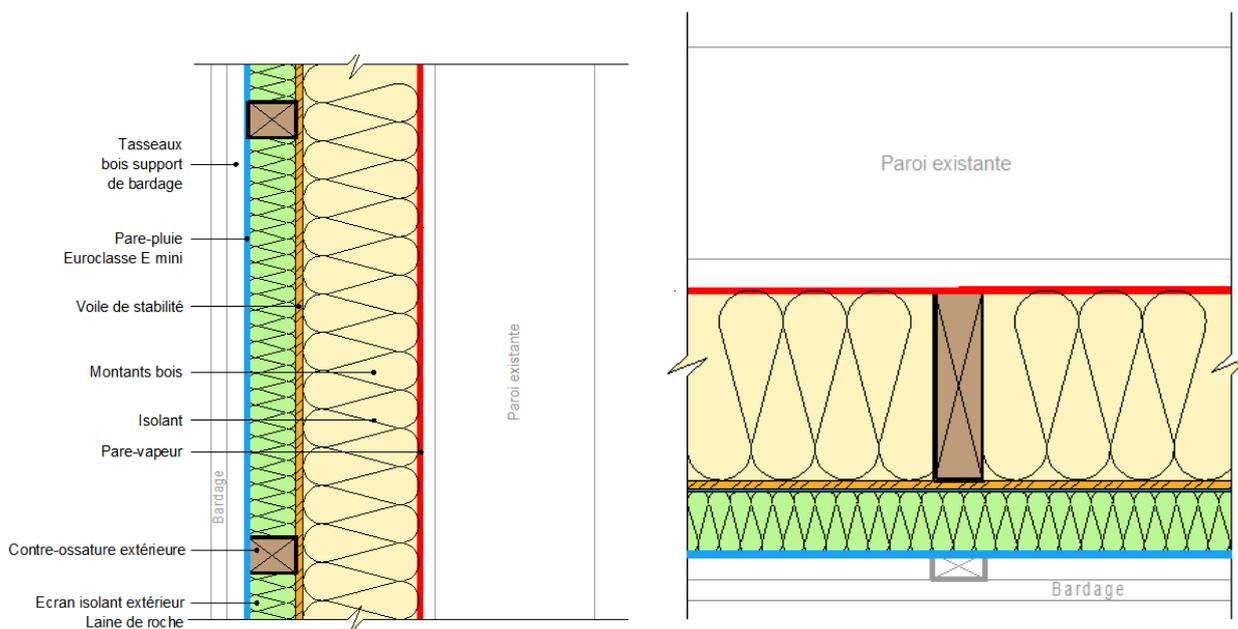
✓ Solution 05 - Isolant en âme +ITI // Façade partie balcon/loggia



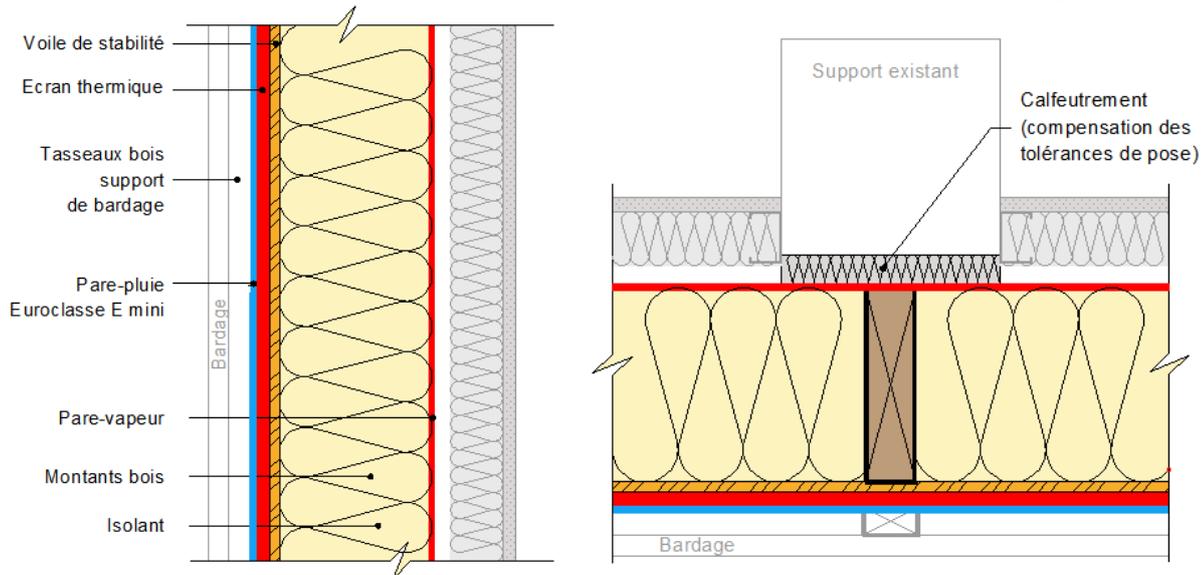
✓ Solution 06 - Isolant en âme // Façade partie courante // Exigence feu façade



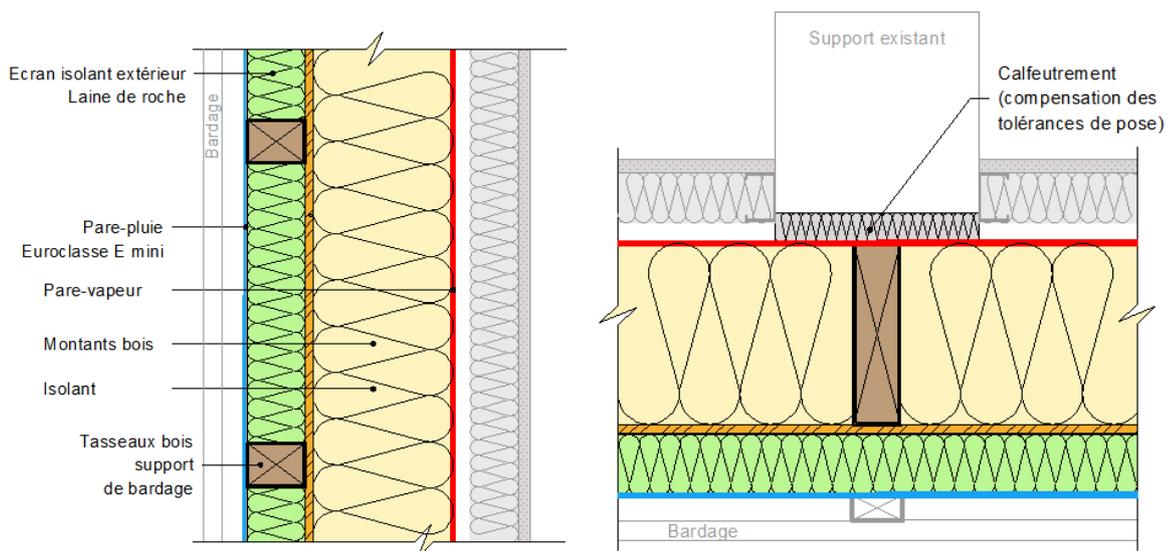
✓ Solution 07 - Isolant en âme + ITE // Façade partie courante // Exigence feu façade



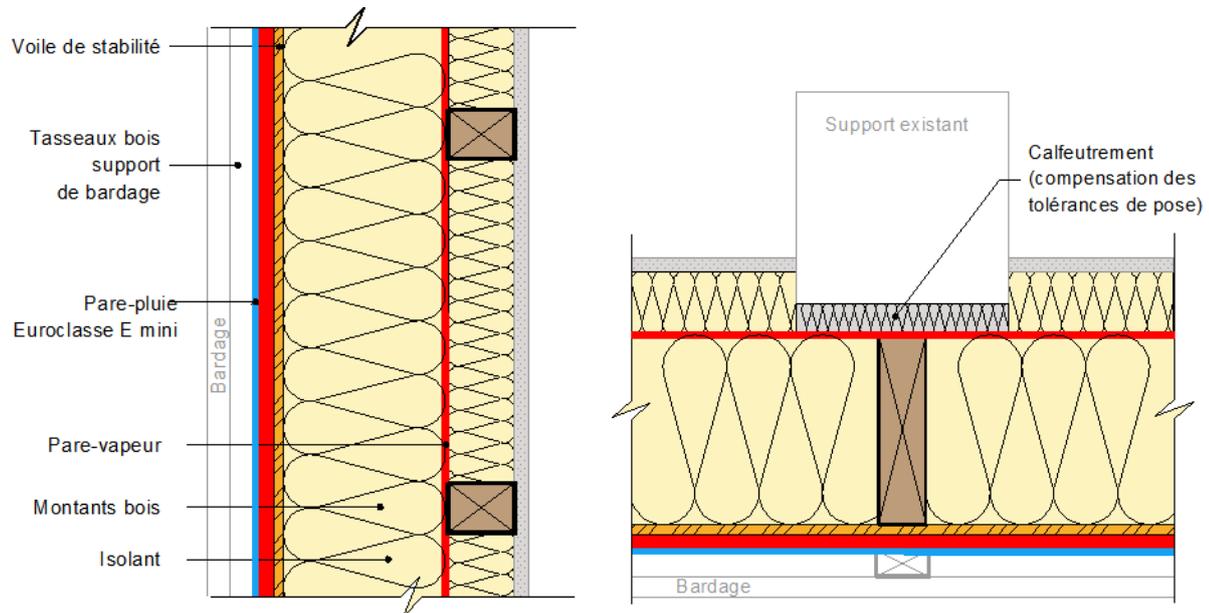
✓ Solution 08 - Isolant en âme // Façade partie Balcon // Exigence feu façade



✓ Solution 09 - Isolant en âme + ITE // Façade partie Balcon/loggia // Exigence feu façade



- ✓ Solution 10 - Isolant en âme + ITI // Façade partie Balcon/loggia // Exigence feu façade



4.3. PERFORMANCES

4.3.1. THERMIQUE

Le complément thermique apporté par les solutions de rénovation de façade en ossature bois préfabriquée sont définis dans le §4.3.3. Ce complément permet de répondre aux exigences de la réglementation thermique en cas de rénovation. Ces exigences sont décrites dans la suite de ce paragraphe, selon l'application de la RT par élément ou la RT Globale (voir §3.1).

- **Description RT par élément**

Lorsqu'elle s'applique (§3.1), la Réglementation Thermique par élément, fixe des seuils à atteindre pour les postes d'amélioration des performances énergétiques sur lesquels des travaux sont programmés et réalisés. Les postes suivants doivent être conformes aux prescriptions fixées par l'arrêté du 3 mai 2007 modifié par l'arrêté du 22 mars 2017 :

- Les éléments constitutifs de l'enveloppe du bâtiment (parois opaques et vitrées)
- Les systèmes de chauffage
- Les systèmes de production d'eau chaude sanitaire
- Les systèmes de refroidissement
- Les équipements de production d'énergie utilisant une source d'énergie renouvelable (chaudières, poêles à bois)
- Les systèmes de ventilation destinés au renouvellement de l'air
- Les systèmes d'éclairage des locaux

Les conditions d'exécution, les niveaux de performance thermiques ou énergétiques attendus sont précisés dans la rédaction de l'arrêté du 3 mai 2007 : chaque poste de travaux y est détaillé dans un chapitre spécifique. On notera la prise en compte de la localisation géographique de l'immeuble et son altitude pour améliorer les performances de son enveloppe.

A titre d'information, pour les éléments constitutifs de l'enveloppe du bâtiment, la résistance thermique totale, doit être supérieure ou égale à la valeur minimale donnée dans les tableaux suivants en fonction du type de paroi concernée.

- Résistance thermique minimale des éléments constitutifs de l'enveloppe jusqu'au 1er Janvier 2023

PAROIS	R (m ² .K/W)	R (m ² .K/W)	R (m ² .K/W)
	En zone H1A, H1B, H1C	En zone H2A, H2B, H2C, H2D Et en zone H3 à une altitude supérieure à 800m	En zone H3 à une altitude inférieure à 800 mètres
Murs en contact avec l'extérieur et rampants de toitures de pente supérieure à 60°	2.9	2.9	2.2
Murs en contact avec un volume non chauffé	2		
Toitures terrasses *	3.3		
Planchers de combles perdus	4.8		
Rampants de toiture de pente inférieure 60°	4.4	4.3	4
Planchers bas donnant sur local non chauffé ou extérieur *	2.7	2.7	2.1

*Des cas d'adaptation sont possibles, il conviendra de se référer à l'arrêté.

Ces dispositions sont adaptées en fonction des zones climatiques définies dans l'annexe I de l'arrêté du 13 juin 2008 et dans les cas particuliers définis dans ce tableau. Sont exclues de ces exigences les toitures prévues pour la circulation des véhicules.

- Résistance thermique minimale des éléments constitutifs de l'enveloppe à partir du 1er Janvier 2023

PAROIS	R (m ² .K/W)	R (m ² .K/W)	R (m ² .K/W)
	En zone H1A, H1B, H1C	En zone H2A, H2B, H2C, H2D Et en zone H3 à une altitude supérieure à 800m	En zone H3 à une altitude inférieure à 800 mètres
Murs en contact avec l'extérieur et rampants de toitures de pente supérieure à 60° *	3.2	3.2	2.2
Murs en contact avec un volume non chauffé	2.5		
Toitures terrasses	4.5	4.3	4
Planchers de combles perdus	5.2		
Rampants de toiture de pente inférieure 60° *	5.2	4.5	4
Planchers bas donnant sur local non chauffé ou extérieur *	3	3	2.1

*Des cas d'adaptation sont possibles, il conviendra de se référer à l'arrêté.

L'annexe II de l'arrêté définit les modalités de calcul des coefficients R des parois et fournit des valeurs par défaut de ces coefficients pour les parois existantes.

Murs en briques pleines

Murs simples

Épaisseur du mur en cm	9 à 15	15 à 22,5	22,5 à 34	> 34
R en m ² .k/w	0,09	0,16	0,23	0,33

Murs doubles avec lame d'air

Épaisseur du mur en cm	20 à 25	25 à 30	30 à 35	>35
R en m ² .k/w	0,33	0,37	0,43	0,48

Murs en briques creuses

Épaisseur du mur en cm	15 à 20	20 à 25	25 à 30	> 30
R en m ² .k/w	0,3	0,35	0,42	0,44

Murs en béton en blocs pleins ou en béton banché

Épaisseur du mur en cm	15 à 20	20 à 25	25 à 30	> 30
R en m ² .K/W	0,1	0,12	0,15	0,18

Murs en béton en blocs creux

Épaisseur du mur en cm	20 à 25	> 25
R en m ² .K/W	0,19	0,22

- **Description RT Globale**

- ✓ Lorsqu'il est soumis à la RT globale (§3.1), le maître d'ouvrage doit réaliser, avant le dépôt du permis de construire, une étude de faisabilité technique et économique des diverses solutions d'approvisionnement en énergie du bâtiment.
- ✓ Par ailleurs, il doit respecter différentes exigences relatives à la performance thermique du bâtiment rénové décrites ci-dessous. Le respect des exigences est justifié par un calcul réglementaire à l'aide d'un logiciel équipé du moteur Th-CE ex.

1- Exigences en termes de consommation énergétique

On note les consommations énergétiques suivantes, exprimées en kWh d'énergie primaire/m²/an :

- $Cep_{initial}$, consommation conventionnelle d'énergie calculée pour le bâtiment initial (avant travaux de rénovation) ;
- Cep_{projet} , consommation conventionnelle d'énergie calculée pour le bâtiment en projet (après travaux de rénovation) ;
- $Cep_{réf}$, consommation conventionnelle d'énergie du bâtiment en projet ayant les caractéristiques de référence. $Cep_{réf}$ est calculé par la méthode de calcul TH-C-E ex.

Afin de satisfaire à la réglementation thermique « globale » appliquée aux bâtiments existants, le maître d'ouvrage devra respecter les conditions suivantes :

- La consommation conventionnelle d'énergie du bâtiment initial $Cep_{initial}$ fait l'objet d'une estimation selon la méthode TH-C-E ex, évaluée selon la méthode de calcul TH-C-E ex ;
- La consommation conventionnelle d'énergie du bâtiment en projet Cep_{projet} doit être inférieure ou égale à sa consommation de référence $Cep_{réf}$;
- Pour les bâtiments en projet à usage d'habitation, la consommation conventionnelle d'énergie pour le chauffage, le refroidissement et la production d'eau chaude sanitaire, exprimée en kWh/m² d'énergie primaire du bâtiment en projet, doit être inférieure ou égale à un coefficient maximal Cep_{max} , les valeurs du coefficient maximal Cep_{max} sont données dans le tableau suivant :

Type de chauffage	Zone climatique	CEP _{max} En kWh énergie primaire /m ² /an
Combustibles fossiles ou bois	H1	130
	H2	110
	H3	80
Chauffage électrique (y compris les pompes à chaleur) ou Réseau de chaleur	H1	165
	H2	145
	H3	115

Dans le cas d'un bâtiment utilisant différents systèmes de chauffage, le coefficient Cep_{max} est égale à la moyenne des coefficients Cep_{max} correspondant aux systèmes de chauffage, pondérés par les besoins en chauffage correspondants.

La réglementation laisse donc au concepteur la possibilité d'utiliser des équipements ou matériaux de performance inférieure à la référence, dans la limite des garde-fous, décrits à l'alinéa 3) et sous réserve d'être plus performant que la référence dans les autres postes.

Dans le cas des bâtiments existants, cette souplesse permet notamment de pallier à des contraintes liées à l'architecture ou à la conception initiale du bâtiment. Par exemple, l'impossibilité d'isoler un plancher bas ou de recourir à certains systèmes de chauffage performants pourra être compensée par un effort accru sur une autre partie du bâtiment.

2) Le confort d'été

Afin de limiter l'inconfort des occupants et l'utilisation de la climatisation, le bâtiment rénové doit assurer un confort d'été acceptable, dans la mesure de ce qui est possible compte tenu du bâti existant.

La température intérieure conventionnelle atteinte en été doit donc être inférieure à une température de référence.

A noter que l'ajout d'une isolation par l'extérieur ne dégradera pas le confort d'été du bâtiment car l'inertie thermique des parois existantes est conservée, voir améliorée.

3) Les « garde-fous »

Des performances minimales sont requises pour une série de composants (isolation, ventilation, système de chauffage...), lorsque ceux-ci sont modifiés par les travaux de rénovation. Celles-ci sont décrites au titre III de l'arrêté du 13 juin 2008.

A titre informatif sur les exigences des parois, celle-ci doivent avoir un coefficient de transmission thermique U, exprimé en W/(m².K), inférieure ou égale à la valeur maximale donnée dans le tableau suivant :

PAROIS	COEFFICIENT U MAXIMAL
Murs en contact avec l'extérieur ou avec le sol	0,45
Murs en contact avec un volume non chauffé	0,45/b (*)
Fenêtres et portes-fenêtres prises nues donnant sur l'extérieur	2,6
Façades-rideaux	2,6
Coffres de volets roulants	3

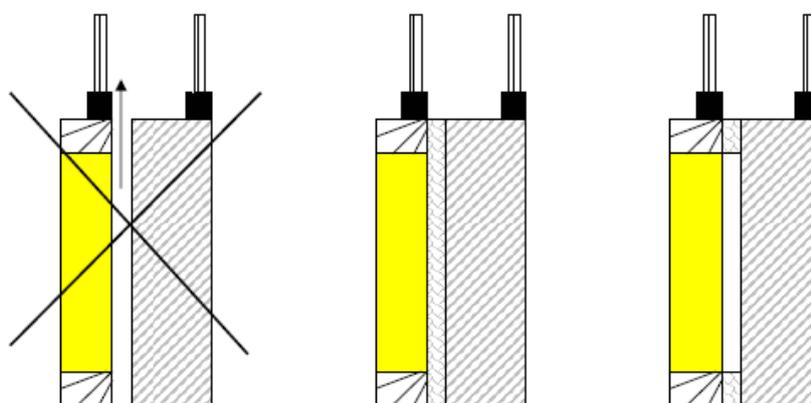
(*) b étant le coefficient de réduction des déperditions vers les volumes non chauffés, défini dans la méthode de calcul TH-C-E ex. Le coefficient U maximal pris en compte pour les fenêtres et les porte-fenêtres est celui correspondant à la position verticale.

A noter : Les seuils réglementaires de performances minimaux requis (décrits au §4.3.1), sont très faibles, il est souvent nécessaire d'aller au-delà de ces seuils pour prétendre aux aides financières ou crédits d'impôts disponibles.

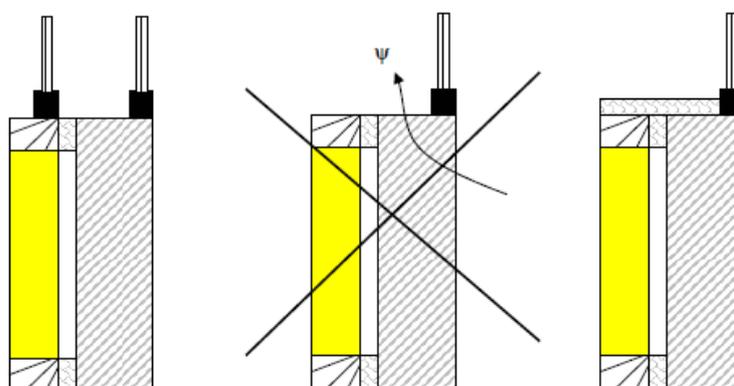
- **Gestion des ponts thermiques**

Afin d'atteindre un niveau d'isolation suffisant, la mise en œuvre de solutions d'isolation proposées doit obligatoirement être associée à une isolation performante des planchers et à un traitement efficace des ponts thermiques. Sont listés ci-dessous quelques éléments clefs de conception.

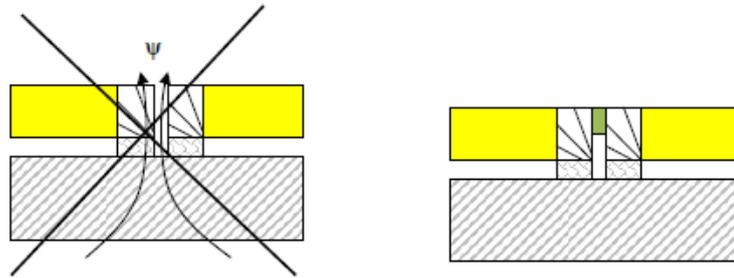
- ✓ La circulation d'air froid entre la nouvelle façade et la façade existante peut dégrader de façon très importante la performance thermique de la paroi et supprimer presque totalement le gain thermique apporté par la nouvelle isolation. Des dispositions devront être prises lors de la mise en œuvre afin d'éviter les circulations d'air en provenance de l'extérieur (remplissage des vides d'air avec de l'isolant, bande isolante périphérique autour des baies, en partie haute et basse des panneaux, couche isolante souple du côté intérieur...).



- ✓ La conservation de la fenêtre existante (technique dite de « la double-fenêtre ») permet d'améliorer de 20 à 30% le coefficient de transmission surfacique U_w de la fenêtre grâce à la lame d'air supplémentaire située entre la fenêtre existante et la nouvelle fenêtre (si la distance entre les vitrages des deux fenêtres est supérieure à 15 cm).
- ✓
- ✓ L'intégration de la fenêtre dans le panneau est favorable au traitement du pont thermique au niveau de l'encadrement de baie. La mise en œuvre des panneaux sans remplacement des menuiseries conduit à la création d'un important pont thermique et peut être par ailleurs source de condensation superficielle sur les murs autour de la baie. Un retour d'isolant de quelques centimètres devra obligatoirement être rajouté dans ce cas de figure.

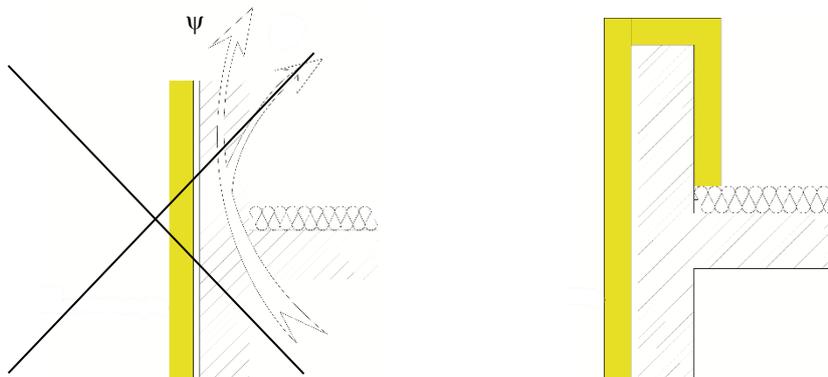


- ✓ Les jonctions entre panneaux peuvent être à l'origine d'importants ponts thermiques. Elles doivent être traitées lors de la mise en œuvre par calfeutrement ou remplissage avec un matériau isolant.

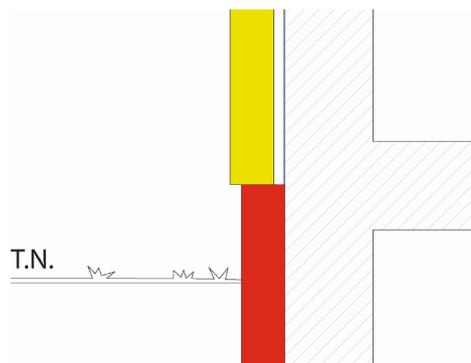


- ✓ Les ponts thermiques les plus difficiles à traiter se situent au niveau du plancher bas et du plancher haut de toiture terrasse. Il conviendra d'être vigilant sur le traitement de ces derniers.

Toiture terrasse



Plancher bas



4.3.2. ACOUSTIQUE

Le complément acoustique apporté par les solutions de rénovation de façade en ossature bois préfabriquée est défini dans le §4.3.3. Ce complément permet de répondre aux exigences de la réglementation acoustique en cas de rénovation lourde de bâtiments exposés aux bruits, ou d'améliorer la performance pour atteindre la valeur minimale d'un isolement acoustique standardisé pondéré $D_{nt,A,tr}$ de 30dB d'affaiblissement acoustique dans les autres cas (§3.2).

A noter, la performance requise exprimée concerne l'affaiblissement de la paroi **globale** (compris fenêtres, entrée d'air, etc...), les indices d'affaiblissement indiqués ne concernent que l'élément de mur.

Dans le cas d'une rénovation prévoyant d'englober les balcons dans le volume intérieur en supprimant la fenêtre existante, qui modifie les performances acoustiques de l'enveloppe initiale, celle-ci doit pouvoir garantir un objectif d'isolement aux bruits extérieurs $D_{nt,A,tr}$ de 30 dB à minima (hors cas d'un bâtiment dans une zone exposée aux bruits dont l'objectif est plus élevé).

Règle de moyen

Dans le cas de rénovation lourde de bâtiment exposé aux bruits, une étude acoustique est nécessaire, cependant l'arrêté du 13 avril 2017 donne une règle de moyen pour les bâtiments en zones 2 et 3 du plan de gêne sonore des aéroports ou ceux situés dans les zones désignées sous l'appellation cartes « c » de l'arrêté. A titre d'information, les indices d'affaiblissement acoustique ou d'isolement normalisé pour les éléments de façade définis dans l'arrêté sont décrits dans les tableaux suivants :

Cartes C et PGS zone 2 : Niveau d'exigence acoustique amélioré					
Localisation des travaux	Éléments faisant l'objet de travaux	Ratio rE ou rT^*	Indice d'affaiblissement acoustique ou isolement normalisé de l'élément		
			Sans entrée d'air	Une seule entrée d'air dans la pièce	Deux entrées d'air dans la pièce
Façade	Fenêtre, porte-fenêtre, porte extérieure, bloc-baie	$rE \leq 0.3$	$Rw + Ctr \geq 31$ dB	$Rw + Ctr \geq 34$ dB	$Rw + Ctr \geq 34$ dB
		$0.3 < rE \leq 0.5$	$Rw + Ctr \geq 33$ dB	$Rw + Ctr \geq 36$ dB	$Rw + Ctr \geq 36$ dB
		$0.5 < rE \leq 0.7$	$Rw + Ctr \geq 34$ dB	$Rw + Ctr \geq 37$ dB	$Rw + Ctr \geq 37$ dB
		$0.7 < rE \leq 0.8$	$Rw + Ctr \geq 36$ dB	$Rw + Ctr \geq 41$ dB	$Rw + Ctr \geq 41$ dB
	Entrée(s) d'air	Sans objet		$Dn, e, w + Ctr \geq 39$ dB	$Dn, e, w + Ctr \geq 41$ dB

(*) Ratio rE = surface des éléments/surface au sol et Ratio rT = surface de la toiture/surface au sol.

La surface des éléments est la surface totale de l'ensemble des fenêtres, portes-fenêtres, portes extérieures, fenêtres de toit, et bloc-baie de la pièce, et mesurée en tableau.

Indice d'affaiblissement acoustique de l'élément : il peut être identifié par le biais d'une certification, d'un procès-verbal ou rapport d'essais issu d'un laboratoire accrédité ou par une note de calcul.

Cartes C et PGS zone 2 : Niveau d'exigence acoustique amélioré					
Localisation des travaux	Éléments faisant l'objet de travaux	Ratio rE ou rT*	Indice d'affaiblissement acoustique ou isolement normalisé de l'élément		
			Sans entrée d'air	Une seule entrée d'air dans la pièce	Deux entrées d'air dans la pièce
Façade	Fenêtre, porte-fenêtre, porte extérieure, bloc-baie	$rE \leq 0.2$	Rw + Ctr ≥ 26 dB	Rw + Ctr ≥ 28 dB	Rw + Ctr ≥ 28 dB
		$0.2 < rE \leq 0.3$	Rw + Ctr ≥ 28 dB	Rw + Ctr ≥ 30 dB	Rw + Ctr ≥ 30 dB
		$0.3 < rE \leq 0.4$	Rw + Ctr ≥ 29 dB	Rw + Ctr ≥ 31 dB	Rw + Ctr ≥ 31 dB
		$0.4 < rE \leq 0.7$	Rw + Ctr ≥ 31 dB	Rw + Ctr ≥ 33 dB	Rw + Ctr ≥ 33 dB
		$0.7 < rE \leq 0.8$	Rw + Ctr ≥ 33 dB	Rw + Ctr ≥ 36 dB	Rw + Ctr ≥ 36 dB
	Entrée(s) d'air	Sans objet		Dn, e, w + Ctr ≥ 37 dB	Dn, e, w + Ctr ≥ 39 dB

(*) Ratio rE = surface des éléments/surface au sol et Ratio rT = surface de la toiture/surface au sol.

La surface des éléments est la surface totale de l'ensemble des fenêtres, porte-fenêtres, portes extérieures, fenêtres de toit, et bloc-baie de la pièce, et mesurée en tableau.

4.3.3. COMPLEMENT THERMIQUE ET ACOUSTIQUE DES SOLUTIONS PROPOSEES

A titre d'information, le tableau ci-dessous récapitule les performances thermiques et acoustiques des solutions 01 à 06 décrites au § 4.2 en fonction des épaisseurs d'isolant (hors parois existant) :

	Performances des parties bois					
	Epaisseur Isolnt en âme (mm)	Epaisseur isolant Extérieur (mm)	Acoustique	Thermique		
			RA,tr (dB) Affaiblissement acoustique aux bruits aériens extérieurs	λ isolant (W/m.K) Conductivité thermique	Up (W/m2.K) Coefficient de transmission thermique	R (m2.K/W) Résistance thermique
Solution 01 et 03	145	-	32	0,032	0,239	3,92
	180	-	33	0.032	0.199	4.77
Solution 02 et 04	145	60	33	0.032	0.170	5.62
		80	34	0.032	0.156	6.15
	180	60	34	0.032	0.149	6.45
		80	36	0.032	0.138	6.99

Dans le cas d'une paroi en façade sur partie balcons ou loggias, il est possible d'augmenter les performances acoustiques de la paroi avec la mise en place d'une contre-cloison désolidarisée, dans ce cas les valeurs de performances sont les suivantes :

	Performances des parties bois					
	Epaisseur Isolnt en âme (mm)	Epaisseur isolant intérieur (mm)	Acoustique	Thermique		
			RA,tr (dB) Affaiblissement acoustique aux bruits aériens extérieurs	λ isolant (W/m.K) Conductivité thermique	Up (W/m2.K) Coefficient de transmission thermique	R (m2.K/W) Résistance thermique
Solution 05 Doublage intérieur non désolidarisé	145	40	33	0.032	0.193	4.92
		60	33	0.032	0.175	5.45
	180	40	34	0.032	0.166	5.76
		60	34	0.032	0.152	6.32
Solution 05 Doublage intérieur désolidarisé	145	50	46	0.032	0.186	5.12
	180	50	47	0.032	0.160	5.99

4.3.4. FEU FACADE

La résistance au feu des panneaux de façade dépend de leur composition et de leur mise en œuvre. Les paramètres les plus importants qui influencent le comportement au feu sont :

- La présence, la nature, la géométrie et le positionnement des déflecteurs utilisés pour éviter l'effet cheminée dans la lame d'air du bardage ventilé, ainsi que pour éloigner les flammes du nu extérieur de la façade ;
- La présence (ou non) et la nature de l'écran thermique mis en œuvre entre le bardage ventilé et les éléments porteurs (ou non) en ossature bois ou en panneaux bois monobloc de type panneaux en bois massif contrecollés et contre cloués ;

- Le classement de réaction au feu, l'épaisseur nominale, la masse volumique minimale et le Pouvoir Calorifique Supérieur (PCS) du parement de bardage extérieur ;
- La présence, la nature, la géométrie et le positionnement de dispositifs d'obturation et de calfeutrement de la lame d'air du bardage ventilé en situation d'incendie;
- Le traitement des embrasures de la façade ;
- Le traitement de l'étanchéité entre les planchers et la façade.

Le guide bois construction et propagation du feu par les façades décrit des dispositions constructives, prises en application des objectifs de sécurité incendie fixés par le Code de la Construction et de l'Habitation, et qui visent à prévenir le risque de propagation du feu par l'extérieur d'un bâtiment via des façades intégrant du bois et comportant ou non des baies vitrées.

Ce guide a le statut d'une Appréciation de Laboratoire sur solutions génériques de la filière bois.

Attention :

Lors de la mise en œuvre des solutions proposées dans le présent guide, et lorsque la règle du C+D s'applique, la masse combustible mobilisable des matériaux utilisés en façades peut être modifiée par rapport à l'existant. Ainsi la valeur minimale du C+D exigée peut également être modifiée (voir §3.3 – bâtiments neufs).

Il conviendra de vérifier en phase conception que la valeur du C+D reste suffisante. Dans le cas où elle ne l'est plus, seule la valeur du D pourra être augmentée par ajout de déflecteur de flamme en façade (le C étant la distance verticale entre baies et est fonction de la géométrie du bâtiment existant ; une autre alternative pourra-être de réduire la hauteur des baies).

4.3.5. SALUBRITE

- **Maitrise du transfert de vapeur dans les parois**

Les solutions décrites au paragraphe 4.2 nécessitent la mise en œuvre d'un pare-vapeur sur la face interne du système d'isolation, celui-ci est indispensable pour empêcher la condensation au niveau du panneau de stabilité. Le niveau de résistance à la diffusion de vapeur d'eau minimum requis pour ce pare-vapeur correspond à un s_d de 18 m dans le cas d'un revêtement extérieur ventilé (type bardage). Les autres cas sont à proscrire (systèmes d'ETICS, etc...).

Les points singuliers doivent être traités avec soin, afin de garantir un plan d'étanchéité continu tout autour de l'enveloppe, notamment aux jonctions entre panneaux ou entre parois. Le pare vapeur devra être protégé pendant le transport et au moment de la mise en œuvre pour éviter qu'il soit déchiré.

Lorsque les matériaux de la paroi sont connus et que celle-ci est suffisamment étanche à l'air, il peut être envisageable de ne pas avoir recours à la mise en œuvre d'un pare-vapeur. Dans ce cas, une étude par simulation numérique des transferts d'humidité à travers les parois doit garantir qu'aucun risque de condensation ne peut apparaître dans la paroi.

Dans ce cas, il convient d'être vigilant sur la maitrise de la salubrité liée au transfert de vapeur dès lors que les menuiseries sont remplacées et intégrées dans la paroi neuve, la continuité de l'étanchéité doit être garantie.

Si les parois bois rapportées s'écartent des dispositions du présent guide il conviendra de s'assurer de sa salubrité par modélisation du comportement hygrothermique de la paroi.

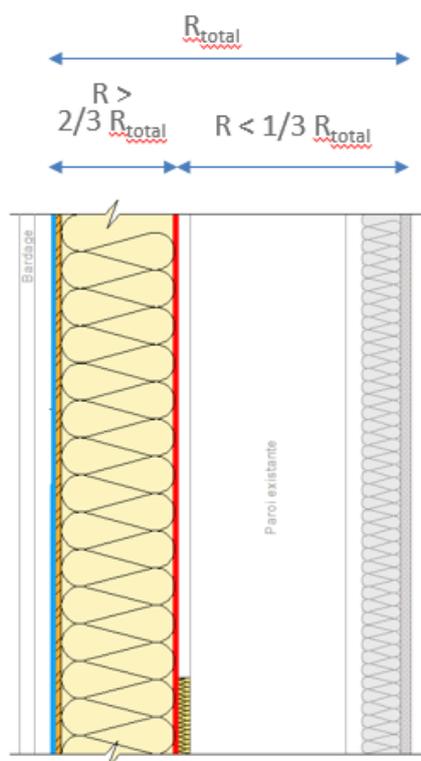
- **Système de ventilation**

Le dimensionnement du système de ventilation devra être vérifié afin de s'assurer qu'il permet de compenser l'imperméabilisation de l'enveloppe induite par la mise en œuvre de la solution d'isolation extérieure.

La ventilation aura pour rôle d'évacuer en plus de l'humidité produite dans le local, l'humidité accumulée dans le mur qui ne pourra plus diffuser vers l'extérieur.

- **Cas de conservation de l'isolation intérieure**

Dans le cas où les solutions de rénovation sont mises en œuvre avec conservation de l'isolation d'origine à l'intérieur de la paroi, il convient de s'assurer que la résistance thermique de la paroi existante (structure et isolant d'origine) ne dépasse pas $1/3$ de la résistance thermique totale de la paroi.



4.3.6. ENVIRONNEMENT

Les Façades à Ossature Bois (FOB) ne font pour l'instant pas l'objet d'analyse de cycle de vie et FDES, cependant les fiches environnementales pour les Murs Ossature Bois (MOB) sont accessibles sur la base INIES, et peuvent être utilisées. La personnalisation de ces fiches est réalisable avec l'outil en ligne **DE Bois** (<http://www.de-bois.fr/fr/Murs-Ossature-Bois>).

4.3.7. DURABILITE BIOLOGIQUE

Les bois d'ossature selon le NF DTU 31.4 doivent être compatibles avec la classe d'emploi 2, résister aux insectes à larves xylophage, et aux termites en zones termitées.

4.3.8. ENTRETIEN DES REVETEMENTS DE TYPE BARDAGE BOIS

Les bardages bois, selon leurs natures, peuvent s'entretenir pour en pérenniser l'aspect. La fiche produit ouvrage bois " finition extérieur " détaille les possibilités de finition applicables au sur bardage bois, celle-ci est disponible sur le site Catalogue Bois Construction, rubrique " produits " dans l'onglet " préservation et finitions "

Lien : <https://catalogue-bois-construction.fr/wp-content/uploads/2017/05/5104-finitions-ext%C3%A9rieures.pdf>

4.4. AIDE A LA REDACTION DES PIECES MARCHES

Un premier paragraphe liste les principales informations techniques nécessaires à la réalisation des travaux que la maîtrise d'ouvrage doit transmettre aux professionnels, un second paragraphe apporte des éléments de vigilance sur les interfaces entre lots. Enfin, à titre d'information, des exemples rédactionnels pour la description des travaux sont donnés en annexe.

4.4.1. INFORMATIONS A TRANSMETTRE PAR LA MAITRISE D'OUVRAGE

✓ L'ensemble des informations issues du diagnostic technique de l'existant

Il est important de transmettre l'ensemble des éléments de l'ouvrage existant collectés, notamment un jeu de plans cotés et à l'échelle de l'ouvrage, compris dimensions et positions des points singuliers (ouvertures, singularités de façades etc.) ; la composition des murs existants et leurs épaisseurs ; etc... (Voir § 4.1).

✓ Les données générales de l'ouvrage

- **Exigences spécifiques règlementaires**

Thermiques, Acoustiques, incendie, sismique, environnementales, sanitaires (Voir §3).

- **Les hypothèses de chargement**

La valeur des charges ci-après doivent être fournies :

- Charges variables climatiques et d'exploitation : indiquer le lieu, la région, l'altitude, la présence d'obstacles au vent dans l'environnement immédiat de l'ouvrage, l'orographie et la rugosité, l'utilisation du bâtiment (résidentiel, bureau, etc.). En cas d'absence de donnée sur l'orographie, les exigences de l'article 9 du NF DTU 31.4 P1-1 s'appliquent.
- Catégorie de bâtiment et la catégorie de sol pour le calcul sismique.
- Charges particulières (équipements lourds, climatisations, panneaux solaires, etc.).

- **Conditions hygrométriques**

Classe de service, classe d'hygrométrie des locaux définies conformément à l'Annexe B du NF DTU 31.4 P1-1) ; Atmosphère extérieure et ambiance intérieure ;

- **Risques termites et autres règles particulières à la région, au canton ou à la commune ;**

✓ Les données du projet de réhabilitation

• **Données géométriques**

- La fourniture d'un jeu de plans cotés et à l'échelle de l'ouvrage rapporté à réaliser donne les renseignements géométriques nécessaires au bureau d'études et au fabricant des composants.
- Les ouvrages complémentaires d'interface localisés, lorsqu'ils sont nécessaires et leurs tolérances associées doivent également être transmises.

• **Autres points particuliers**

- Le type d'intégration de la menuiserie (baie sans encadrement, baie avec appui de baie uniquement, baie avec encadrement complet) et emplacement du calfeutrement (en applique extérieure ou en tunnel) le cas échéant.
- Supports d'équipements techniques si nécessaires, notamment pour les éléments pesants en façade.
- Dimensions et positionnement des réservations à réaliser au passage des parois en fonction de la nature et des dimensions des traversées de paroi.
- L'indication permettant, le cas échéant, de définir si les tasseaux horizontaux ou verticaux destinés à supporter le revêtement intérieur sont également destinés à la fixation définitive du pare-vapeur (voir 10.3.2.3 du NF DTU 31.4 P1-1).
- Plan de situation du projet sur lesquelles figurent notamment les voies d'accès, les zones de stockage, la présence de lignes électriques. Ces informations doivent être contenues dans le Plan Général de Coordination lorsque l'importance du marché le rend obligatoire ;
- Des précisions peuvent être apportées sur l'exiguïté du chantier (constructions proches existantes, chantiers d'extensions) et sur les problèmes d'accès qui peuvent se poser (semi-remorques, grues, etc.).
Des précisions peuvent également être apportées sur les contraintes de nuisance dans le cadre d'une intervention en site occupé.
- Déformations de la structure primaire, notamment la déformation aux points d'accroche de l'ouvrage façade.

4.4.2. INTERFACES ENTRE LOTS

Dans le cadre de rénovation par façades ossatures bois préfabriquées, le macro lot bois comprenant également les menuiseries extérieures et le bardage, les interactions entre lot sont moindres, mais il conviendra d'être vigilant sur les limites de prestations. Notamment avec les lots suivants :

- Maçonnerie
- Couverture / étanchéité / zingueries EP et autres...
- Fluides (Chauffage, ventilation etc...)
- Doublage intérieur / plâtrerie
- Autre lots divers - éléments en façade (Brises soleils, enseignes, etc...)

• **Lot maçonnerie**

Le titulaire du lot OSSATURE BOIS est amené à communiquer ses plans d'implantation, notamment le soubassement porteur des façades, avec identifications des descentes de charges et sollicitations mécaniques diverses, au titulaire du lot MACONNERIE.

- Pour une qualité irréprochable de l'ouvrage, il est primordial que le maître d'œuvre prévoit dans son CCTP l'application de ces tolérances dimensionnelles « renforcées ».
 - Longueur et largeur : $\pm 0,01$ m
 - Équerrage : $\pm 0,01$ m mesuré sur 10 m

- Arase : sur le muret périphérique, sur la dalle de fondation ou sur les piles, l'arase doit être nivelée avec une tolérance de $\pm 0,01$ m sur une longueur de 10 mètres linéaires alignés ou non et de ± 2 mm par mètre linéaire
- Rectitude des bords en plan : ± 5 mm.
- Dévers en rive de dalle : ± 2 mm

Le titulaire du lot OSSATURE BOIS réceptionnera les supports en maçonnerie avec notamment prise en compte de la conformité des tolérances dimensionnelles spécifiques et compatibles avec une superstructure en bois.

- Le titulaire du lot MACONNERIE doit s'assurer de la compatibilité de l'implantation avec la règle des 20 cm : La lisse basse ou la traverse basse de l'ossature bois doit être à plus de 20cm du terrain naturel. A noter, dans le cas d'un bardage bois, celui doit également être à plus de 20cm, la lisse basse ou la traverse basse de l'ossature doit donc dans ce cas être à 23cm du terrain naturel à minima).
- Le temps de séchage de l'ouvrage en béton ou en maçonnerie doit être pris en compte avant de poser les éléments bois. Les informations ci-dessous sont données à titre indicatif et ne dispensent pas de vérifier les prescriptions du fabricant des chevilles utilisées ainsi que la note de calcul de la dalle béton :
 - Entre 0 et 3 jours de séchage du support maçonné : ni chargement ni scellement
 - Entre 3 et 21 jours : pas de chargement mais des scellements chimiques éventuels (sans mise en charge des ancrages)
 - Au-delà de 21 jours : chargement autorisé, utilisation de chevilles métalliques pour béton couvertes par un ETE selon DEE (hors zones sismiques)

- **Lot Couverture / étanchéité / ...**

- La liaison d'étanchéité avec la couverture (existante ou après réfection) doit être appréhendée par le lot COUVERTURE. Les travaux seront définis selon le détail de réalisation en tête des façades rapportées (par exemple en remplaçant la couventine, en réalisant un nouveau relevé d'étanchéité etc..).
- La gestion des eaux pluviales doit également être prévue, les descentes EP, si elles sont fixées sur les façades existantes, doivent être déposées puis restituées sur les façades rapportées, voir le § "éléments non pesants en façade" ci-dessous.

- **Lot fluides (Chauffage, ventilation etc...)**

- Afin de respecter l'intégrité des performances énergétiques de l'habitat liées à l'isolation et à l'étanchéité à l'eau et l'air, il est indispensable que toute intervention ayant lieu après la mise en œuvre du complexe d'isolation et d'étanchéité à l'air s'effectue avec vigilance. **Aucun trou ni percement ne peut être effectué sans contrôle du maintien des performances d'étanchéité à l'air et à l'eau.**
- Les percements devront être appréhendés au stade de la conception (réservations) par le lot ossature bois grâce à l'utilisation de chevêtres (section rectangulaire ou fourreautage cylindrique). A défaut, les percements seront attribués au lot fluides. L'isolation thermique doit être maintenue, afin d'éviter tout pont thermique supplémentaire.
- La reconstitution de l'étanchéité à l'air et à l'eau liée au lot fluide est à la charge du présent lot.

- **Lot doublage intérieur / plâtrerie**

- S'il y a doublage isolant intérieur, il peut être judicieux de ne pas attribuer la pose de cet isolant au lot OSSATURE BOIS. La répartition des lots doit être étudiée au cas par cas selon le chantier. Dans le cas d'un doublage intérieur avec rails métalliques, ce poste sera systématiquement et intégralement attribué au lot PLATRERIE et non au macro-lot OSSATURE BOIS.
- Dans le cas d'un doublage intérieur par plaques de plâtre posé sur un lattage bois solidaire de l'ossature de la paroi bois, le maître d'œuvre définira si ce lattage est à la charge du lot PLATRERIE ou à la charge du lot OSSATURE BOIS ce qui peut être recherché dans le cas de mur préfabriqué à l'atelier (dans le but d'augmenter la valeur ajoutée en préfabrication).

Dans ce cas de parois préfabriquées avec isolant intégré entre montants, le film par vapeur doit être systématiquement à la charge du lot OSSATURE BOIS.

- La largeur de la lame d'air doit être égale à la largeur des boîtiers d'encastrement (s'il y a lieu), moins l'épaisseur de la (les) plaque(s) de plâtre, sinon la largeur minimum de la lame d'air est de 25mm.

Les gaines passent dans l'épaisseur du doublage intérieur avec une interruption des tasseaux sur la hauteur de la gaine, si les diamètres des gaines à passer sont supérieurs à 25mm. Pour les diamètres inférieurs ou égaux à 25mm, on admet que l'on peut étirer légèrement le pare-vapeur pour permettre aux gaines de passer entre le pare-vapeur et les tasseaux.

- **Autre lots – Eléments rapportés en façade**

- Eléments pesants en façades

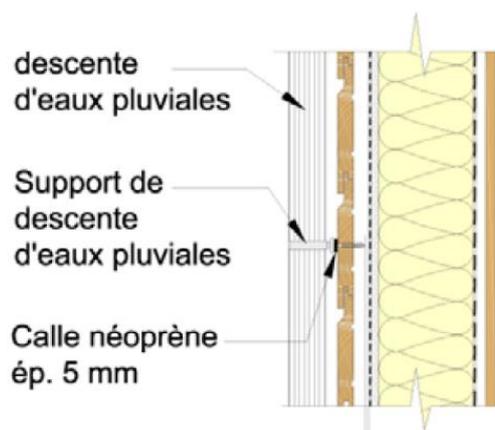
Les éléments pesants rapportés en façade seront fixés sur l'ossature principale, il s'agit par exemple de brises soleils, stores, climatiseurs etc... **Ces fixations complémentaires rapportées sur les façades doivent faire l'objet d'un renfort.** Les réservations pour la disposition d'entretoises seront communiquées à l'entreprise du macro-lot BOIS **AVANT** la fabrication des ossatures.

Le maintien des performances d'étanchéité à l'eau doit être garanti. De plus l'écoulement de l'eau sur le revêtement extérieur et/ou dans la lame d'air ne devra pas être perturbée par cet élément rapporté. Les fixations doivent être prévues en inox.

- Eléments non pesants en façades

Les éléments de plus faible poids (petit luminaire, descente d'eau, arrêt de volet, etc...) peuvent être fixés sur l'ossature secondaire (tasseaux support de revêtement extérieur), au travers du revêtement extérieur.

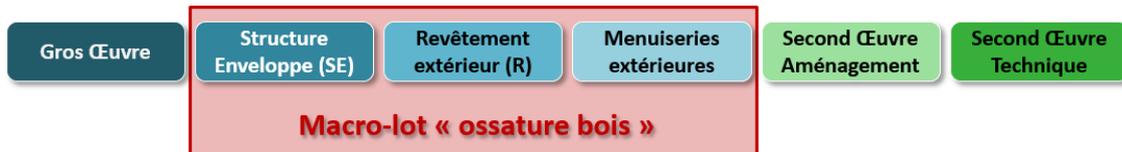
La longueur des éléments de fixation devra être étudiée pour ne pas percer le pare pluie. L'écoulement de l'eau sur le revêtement extérieur et/ou dans la lame d'air ne devra pas être perturbée par cet élément rapporté.



VOLET ORGANISATIONNEL

5.1. ORGANISATION DES ALLOTISSEMENTS

Il convient, pour la réalisation de façade en ossature bois, d'opter pour un allotissement en macro-lots. Ainsi, l'entreprise de construction bois (ou le groupement) se verra confier à minima le macro-Lot Structure Enveloppe Revêtement extérieur (SER) avec si possible l'incorporation du lot menuiseries extérieures s'il est envisagé de positionner des menuiseries neuves dans le panneau bois. Dans tous les cas de figure les encadrements de baies côté extérieur seront intégrés dans ce macro-lot.



Etudes d'exécutions

Il convient de confier la mission complète d'exécution à l'entreprise. La mission d'EXE de maîtrise d'œuvre n'a pas d'intérêt en construction bois dans une approche industrielle, car, elle ne sera pas forcément adaptée à la méthodologie de l'entreprise en charge de la réalisation du projet à venir.

5.2. LES PHASES D'INTERVENTION DU CONSTRUCTEUR BOIS

L'intervention du constructeur bois se déroule en trois phases principales.

- Etude** Elle intègre une phase d'étude d'exécution, qui, due à une forte valeur ajoutée en préfabrication, est plus longue qu'en construction béton ou maçonnerie. Pendant cette phase, toutes les interactions sur l'ouvrage avec les autres lots doivent être appréhendées (passages ventilation, ancrages fondation, etc...), afin d'établir des plans d'exécutions précis.
- Pré-fabrication** Ensuite vient une phase de fabrication, pendant laquelle le titulaire du lot structure bois prépare l'ensemble de ses panneaux de façade en atelier.
- Pose** Le titulaire du macro-lot structure bois intervient ensuite avec l'approvisionnement et la pose des panneaux préfabriqués. Le temps d'intervention sur chantier est considérablement réduit diminuant ainsi les nuisances d'interventions en site occupé.

Décomposition des temps études et travaux - Chantier en construction maçonnerie



Décomposition des temps études et travaux - Chantier en construction bois



En terme de délais les Façades à Ossature Bois préfabriquées permettent:

- De réduire considérablement le temps d'intervention sur site,
 - Entraîne en général un **gain minimal de 30% sur le délai global de l'opération.**
- **Situations de travaux**

A l'instar du décret du 6 février 2020 relatif aux modalités de règlement du prix et à l'information du maître d'ouvrage de l'achèvement et de la bonne exécution des éléments préfabriqués dans le cadre de marché de maisons individuelles, la préfabrication est considérée petit à petit, et à raison, comme une étape à part entière de l'acte de construire. L'avancement des travaux doit prendre en compte cette étape.

Les situations de travaux, ou factures intermédiaires doivent prendre en compte l'aspect préfabrication en atelier. L'état d'avancement du macro-lot bois au début de l'intervention sur chantier est déjà très engagé.

5.3. INTERVENTION EN SITE OCCUPE

La rénovation par façades bois préfabriquées répond à plusieurs problématique d'intervention. Le site internet ambition-bois.fr présente l'ensemble de ces problématiques, les principales sont listées ci-dessous.



<https://ambition-bois.fr/objectif-rehabilitation/>

- Limiter les nuisances sonores

La préfabrication bois permet de préparer les composants en atelier, puis de programmer finement les phases de travaux en répartissant les séquences, bruyantes ou calmes, en fonction de l'occupation des locaux. On limite ainsi les nuisances vis-à-vis des utilisateurs du bâtiment.

Par exemple il peut être prévu de réaliser les travaux d'ancrages sur le bâti (percements, fixations des supports métalliques etc...) dans des plages horaires particulières, ces préconisations doivent apparaître dans le cahier des charges.

- Espaces extérieurs limités

Les surfaces de stockage ou d'installation de zone de cantonnement sont parfois faibles, voire inexistantes sur certains sites à réhabiliter. Cette contrainte influe fortement sur le bon déroulement de l'opération.

La préfabrication bois peut répondre à cette problématique par un bon ordonnancement des approvisionnements qui diminue le temps nécessaire au stockage sur le site d'intervention, ou en réalisant des composants dont la taille peut être adaptée aux zones de stockage disponibles. Ces contraintes doivent être appréhendées le plus tôt possible dans l'étude.



Source ambition-bois.fr

- **Réaliser les travaux sur une période courte**

En associant une bonne préparation du chantier avec la préfabrication d'un maximum de composants, le temps de pose sur un chantier bois est significativement réduit ; les séquences de levage sur chantier peuvent alors être concentrées sur des courtes périodes.



© Bergeret & Associés

Source ambition-bois.fr

5.4. CHOIX DES ACTEURS D'UNE OPERATION

Lors de la sélection d'une équipe de Maitrise d'œuvre, il est important de vérifier les références de chacun des acteurs. Une opération de construction bois sera difficile à mener avec un architecte qui n'a pas été sensibilisé à cette technologie. A défaut d'un choix de maître d'œuvre aguerri dans le domaine, il sera recommandé d'intégrer dans l'équipe un bureau d'étude technique spécialisé bois.

Comme l'indique le rapport REX de l'AQC (Retours d'expériences), concevoir et construire un bâtiment en bois, ce n'est pas « simplement » substituer un matériau à un autre. Il recommande donc de s'entourer d'une équipe de maîtrise d'œuvre aux compétences et références avérées.

Pour aider dans les choix, il existe différentes sources qui permettent de recenser et de rassurer sur la capacité des opérateurs à accomplir leurs tâches que ce soit pour la conception, l'ingénierie et la mise en œuvre.

MAITRISE D'ŒUVRE

Le choix d'un maître d'œuvre se base essentiellement sur les références qu'il propose.

Les bons indicateurs d'un architecte bois sont :

- Le nombre de références en construction bois pour du logement collectif (3-4 références peuvent à minima satisfaire)
- Les affinités avec des entreprises de construction bois. Si plusieurs projets ont été réalisés avec le même constructeur.

Il existe plusieurs outils de recherches pour choisir son équipe de maitrise d'œuvre, notamment :



Le site panorama bois présente l'ensemble des projets ayant participé au concours national de la construction bois, les projets sont triés par région ou thématiques, et détaille les coordonnées des acteurs de chaque projet.

C'est, en soit, un bon révélateur sur la qualité et la prestation que peuvent proposer les équipes de maîtrise d'œuvre ayant participé.

<https://www.panoramabois.fr/>



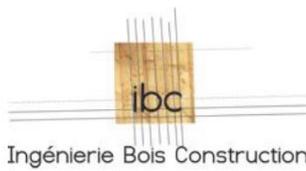
Le site "club oui au bois" vous permet de découvrir des projets emblématiques bois et partager les retours d'expérience de ceux qui ont déjà choisi le bois. Il rassemble des centaines d'architectes, de bureaux d'études, d'économistes, d'élus, de promoteurs, de bailleurs et de maîtres d'ouvrage.

<https://www.club-oui-au-bois.com>



L'interprofession de votre région dispose d'un « prescripteur bois » ancré dans son territoire, qui peut vous orienter vers des professionnels.

https://www.franceboisregions.frier_2020.pdf



IBC est une association professionnelle qui rassemble des bureaux d'études techniques et experts (bâtiment et génie civil) à compétence construction bois.

IBC valide la compétence de ses adhérents et propose ainsi un panel de BET indépendants hautement qualifiés, susceptibles d'apporter leur savoir-faire aux maîtres d'ouvrage, aux maîtres d'œuvres et aux entreprises pour réaliser des projets pérennes, dans le respect des réglementations européennes.

<http://www.i-b-c.fr/liste-des-membres>

REALISATION DES TRAVAUX

- **Partie gros œuvre**

Pour un projet de rénovation par façades bois préfabriquées, principalement deux typologies d'acteurs sont envisageables :

Acteur unique

- Une entreprise réalise conception, préfabrication et mise en œuvre.

Association d'acteurs

- Une entreprise prend le marché en fourniture et la mise en œuvre.
- Un industriel réalise cette fourniture en assurant conception et préfabrication.

Ces acteurs peuvent attester de leurs compétences par le biais de qualifications professionnelles de type Qualibat ou équivalent



Le référentiel Qualibat, à travers ses labels de qualification et de certification, valorise une sélection d'entreprises de toutes spécialités et de toutes tailles ayant fait preuve de leurs compétences et de leur savoir-faire.

Référentiel Qualibat minimal (ou équivalent) :**Acteur unique**

236 Fabrication et Pose de bâtiments à ossature bois de niveau 2 a minima.

Association d'acteurs

Industriel de la construction à ossature bois

Et

Entreprise de pose :

230 Fourniture et Pose Charpente traditionnelle et structure bois de niveau 2 a minima.

Ou

235 Fourniture et Pose de bâtiments à ossature bois de niveau 2 à minima

- **Partie menuiserie et bardage**

L'entrepreneur du macro-lot bois intégrant les menuiseries et le bardage dans les panneaux préfabriqués devra justifier d'une compétence dans la mise en œuvre de ces éléments. Ainsi il est nécessaire de contrôler que l'entreprise est assurée pour la mise en œuvre des menuiseries et du bardage par la fourniture de son attestation d'assurance.

METHODE POUR LE LANCEMENT D'UNE OPERATION DE REABILITATION BOIS

Besoin initial de réhabilitation

Phase de Programmation



Evaluation préalable des besoins et attentes
Contraintes et objectifs de réhabilitation

OBJECTIF*
RÉHABILITATION



Pré évaluation des contraintes règlementaires au regard du projet
Aspects thermique, acoustique, incendie, sismique, environnementaux

§ 3



Pré-diagnostic du bâti existant

§ 4.1



Pré faisabilité technico-économique du projet

§ 2



**Rédaction du programme de l'opération incluant la
rénovation par façades bois industrialisées**



Phase de Conception



Sélection d'un maître d'œuvre maîtrisant les particularités bois
ou appuis d'un BET spécialisé bois

§ 5.4



Diagnostic précis du bâti existant dont relevé géométrique sommaire

§ 4.1



Évaluation précise des contraintes règlementaires

§ 3



Faisabilité technico-économique précise du projet



Études de conception

Définition du macro-lot façades bois en fonction du bâti, des performances
requis, des interactions avec les autres lots, ...

§ 4.2 et 4.3



**Rédaction et Lancement des
consultations de travaux**

§ 4.4



Phase sélection entreprise(s) et études d'exécution



Sélection de la (ou les) l'entreprise(s) du macro lot FOB

§ 5.1 et 5.4



Relevés géométrique numériques détaillé par l'entreprise

§ 4.1.7



Études d'exécution

Avec prise en compte des interactions avec les autres lots



Validation des plans d'exécution



Phase de Préfabrication



Préfabrication des panneaux de façades ossature bois



Préparation du chantier et des supports

Intervention sur site



Intervention sur site du macro lot façades ossatures bois

§ 5.3

Réception de l'ouvrage rénové



* Site internet dédié à aux solutions bois de réhabilitation (ambition-bois.fr)

** Situation de travaux à réaliser

Pour aller plus loin

<https://ambition-bois.fr/objectif-rehabilitation>



<https://catalogue-bois-construction.fr>



<http://de-bois.fr/>



<https://www.panoramabois.fr>



<https://www.club-oui-au-bois.com>



<https://www.franceboisregions.fr>



<http://www.i-b-c.fr/liste-des-membres>

ANNEXE A – EXEMPLES REDACTIONNELS POUR LA DESCRIPTION DES TRAVAUX

En complément des éléments décrits au § *Erreur ! Source du renvoi introuvable.* - *Erreur ! Source du renvoi introuvable.* qui liste les éléments généraux à faire apparaître, un exemple de description des composants pour la fourniture et la pose des façades ossature bois préfabriquées est détaillé par la suite. Les façades comprendront :

6.1.1 - Ossature bois

- Montants et traverses Bois Massif (BM) ou Bois Massif Abouté (BMA)
- Voile de stabilité
- Lisse haute (de chainage)
- Lisse basse (semelle d'assise) sur maçonnerie - dans le cas où la FOB est en appuis sur une longrine en partie base
- Barrière d'étanchéité vis-à-vis des remontées capillaires (*dans le cas où la FOB est en appuis sur une longrine en partie base*)
- Joints d'étanchéité à l'air (*dans le cas où la FOB est en appuis sur une longrine en partie base*)
- Pare-pluie
- Pare-vapeur et étanchéité à l'air

6.1.2 – Isolation

- Isolant entre montants d'ossature
- Doublage isolant extérieur (*dans le cas des solutions 02, 04, 07 et 09 du § 4.2.3*)
- Doublage isolant intérieur (*dans le cas des solutions 05 et 10*)

6.1.3 – Menuiseries extérieurs

- Fenêtres
- Habillage des tableaux de menuiseries

6.1.4 – Complexe de parement extérieur

La fourniture et la pose de ces éléments donne lieu à des travaux préliminaires, notamment (liste non exhaustive et non décrit par la suite) :

- Transport, engins de manutention et de levage
- Etude, Calculs et plans d'exécution
- Dossier d'Ouvrages Exécutés
- Nettoyage quotidien du chantier
- Sécurité provisoire de chantier

Les ouvrages du présent lot devront répondre aux conditions et prescriptions des documents techniques qui lui sont applicables dont notamment :

- Référentiel de mise en œuvre :
 - NF DTU 31.4 – Façades à ossature bois
- Référentiel conception :
 - Eurocodes 0 : Définition des charges
 - Eurocodes 1 : Actions sur les structures
 - Eurocodes 5 : Calcul des structures en bois
 - Eurocodes 8 : Conception et dimensionnement des structures pour leur résistance aux séismes

OSSATURE BOIS

- **Tolérance sur ossature bois**

- Les tolérances sont conformes au NF DTU 31.4
 - Alignement
 - Surface
 - Aplomb
 - Tolérances dimensionnelles de la structure

Exemple de rédaction :

- Les tolérances dimensionnelles de mise en œuvre des parois verticales doivent être conformes au NF DTU 31.4

- **Montants et traverses Bois Massif (BM) ou Bois Massif Abouté (BMA)**

- Montants et traverses conformes au CGM du NF DTU 31.4 qui renvoie notamment aux normes de références (NF EN 14081-1 pour BM et prEN 15497 pour BMA)
- Mise en œuvre conforme au NF DTU 31.4
- Principales caractéristiques et descriptions à mentionner
 - Dimensions (épaisseur et largeur à déterminer en fonction de la stabilité mécanique, des contraintes thermiques, acoustiques et incendie)
 - Entraxe
 - Humidité du bois ($\leq 18\%$)
 - Classement mécanique (C18 mini)
 - Durabilité (compatibilité avec classe d'emploi 2, résistance aux insectes à larves xylophages et termites)
 - Fixation entre éléments d'ossature
 - Fixation de l'ossature sur le support
 - Réalisation de chevêtre de menuiseries
 - Maîtrise des descentes de charges (linteaux, poteaux...)

Exemple de rédaction :

- Les montants et traverses en bois massif de section rectangulaires sont conformes au CGM du NF DTU 31.4 et à la norme NF EN 14081-1.

- La pose doit être conforme au NF DTU 31.4

- Les montants et traverses sont de 45 mm d'épaisseur et 145 mm de largeur et sont posés à 600 mm d'entraxe.

- Ils ont une humidité maximale de 18% au moment de leurs assemblages.

- Ils sont en bois classé C18 à minima

- Ils sont compatibles avec la classe d'emploi 2

- Ils doivent être résistants aux insectes à larves xylophages et termites (si la construction est située en zone « termitée »)

- L'assemblage entre montants et traverses est assuré par un minimum de 2 pointes crantées, torsadées ou annelées, ou 2 vis, enfoncées dans la pièce support d'au moins une fois l'épaisseur de la pièce à fixer

La fixation des éléments de structure de la paroi se fait sur la paroi existante au droit des planchers ou sur la lisse basse. Les fixations sont réalisées par chevilles métalliques faisant l'objet d'un Avis Technique Européen (ATE) ou d'une Evaluation Technique Européenne (ETE) en cours de validité. L'espacement de ceux-ci n'excédera pas 1m.

- Les chevêtres de menuiseries extérieures comportent, au minimum :

- deux montants latéraux de part et d'autre de l'ouverture, les poteaux extérieurs étant continus.
- une traverse d'appui
- une traverse de linteau
- des montants d'appui (sous la traverse d'appui, calepinés à la trame des montants d'ossature du mur)
- une pièce de linteau en renfort éventuel suivant largeur des baies.

Les charges appliquées au chevêtre via le linteau peuvent conduire à augmenter le nombre des montants latéraux, assemblés de façon à reconstituer un poteau.

Les linteaux font l'objet d'une justification mécanique et ne présentent pas de flèche (W_{fin}) excédant 1/500 de la portée, sans toutefois dépasser 10 mm

- La stabilité des linteaux et des poteaux est justifiée, aucune charge ne devant être appliquée aux menuiseries.

- Il convient de ménager un jeu en périphérie de la menuiserie, conformément aux spécifications de la norme du NF DTU 36.5.

- **Voile de stabilité**

- Type de panneau selon CGM du NF DTU 31.4 qui renvoie notamment aux normes de référence (NF EN 13986 et normes produits européennes) et des certifications (si existantes)
- Mise en œuvre selon NF DTU 31.4
- Principales caractéristiques et descriptions à mentionner:
 - Epaisseur hors « zones sismiques » selon NF DTU 31.4, en « zones sismiques » selon EC8 et son annexe nationale
 - Perméance
 - Justification mécanique du couturage
 - Jeu entres plaques
 - Type de fixation
 - Recouvrement des semelles et/ou plancher

Exemple de rédaction :

- Panneau OSB conforme au CGM du NF DTU 31.4, aux normes NF 13986 et EN 300 et faisant l'objet d'une certification CTB OSB3 ou tout autre évaluation analogue.

- La mise en œuvre doit être conforme au NF DTU 31.4 côté extérieur de l'ossature.

- Le couturage par pointes crantées ou agrafes, doit être justifié mécaniquement

- Le voile de contreventement devra être résistant aux insectes à larves xylophages et termites

- Un jeu minimal de 4 mm est ménagé entre les plaques.

- Le voile de contreventement déborde des traverses hautes et basses pour recouvrir partiellement la semelle basse et la lisse de chaînage supérieure

- **Lisse haute (de chaînage) :**

- Lisse haute de chaînage selon CGM du NF DTU 31.2 qui renvoie notamment aux normes de référence (NF EN 14081-1 pour BM et prEN 15497 pour BMA)
- Mise en œuvre conforme au NF DTU 31.4
- Principales caractéristiques et descriptions à mentionner
 - Dimensions
 - Humidité
 - Classement mécanique (C18 mini)
 - Durabilité (compatibilité classe emploi, résistance aux insectes à larves xylophages et termites)
 - Dimensionnement selon les Eurocodes
 - Fixations (norme de référence)

Exemple de rédaction :

- La lisse de chaînage est en bois massif ou en bois massif abouté, conforme au CGM du NF DTU 31.2 et respectivement aux normes NF EN 14081-1 pour le bois massif et PR EN 15497 pour le bois abouté.

- La mise en œuvre doit être conforme au NF DTU 31.4

- Ses dimensions sont de 45 mm d'épaisseur et 145 mm de largeur

- Son humidité est au maximum de 18% au moment de sa mise en œuvre

- Elle est en bois classé C18

- Elle est compatible avec la classe d'emploi 2

- Elle doit être résistante aux insectes à larves xylophages seuls (puisque la construction est située hors « zone termitée »)

- La lisse haute doit assurer une continuité de la liaison des panneaux. Cette liaison doit être justifiée mécaniquement.

- Chaque composant de lisse haute déborde d'au moins 0,60 m sur les éléments de structure de mur adjacents.

- Elle est fixée par pointes selon NF EN 14592, disposées en quinconces avec espacements maximaux de 0.30m.

- **Lisse basse (semelle d'assise) sur maçonnerie** - dans le cas où la FOB est en appuis sur une longrine en partie base
 - Lisse basse (semelle d'assise) selon CGM du NF DTU 31.4 qui renvoie notamment aux normes de référence
 - Mise en œuvre selon NF DTU 31.4
 - Principales caractéristiques et descriptions à mentionner
 - Dimensions
 - Humidité (18% selon NF DTU 31.4)
 - Classement mécanique (C18 ou D18 mini)
 - Durabilité (compatibilité classe emploi (classe d'emploi 2, 3.b ou 4 voir NF DTU 31.4), résistance aux insectes à larves xylophages et termites)
 - Dimensionnement selon les Eurocodes
 - Fixations (normes de référence ou ATE ou AT) (différents types de fixations possibles (voir NF DTU 31.4))

Exemple de rédaction :

- Elle est en bois massif (NF EN 14081) ou en bois massif abouté (PR NF EN 15497)
- La pose doit être conforme au NF DTU 31.4
- Ses dimensions sont de 45 mm d'épaisseur et 145 mm de largeur
- Son humidité est au maximum de 18% à la mise en œuvre
- Elle est en bois classé C18
- Elle est compatible avec la classe d'emploi 3b (du fait de la perforation de la bande d'arase par les fixations)
- Elle doit être résistante aux insectes à larves xylophages et termites
- Elle est fixée par des chevilles métalliques selon CCT du NF DTU 31.4

- **Barrière d'étanchéité vis-à-vis des remontées capillaires ou « bande d'arase »** dans le cas où la FOB est en appuis sur une longrine en partie base

- Type de barrière d'étanchéité selon CGM du NF DTU 31.4 (bitume modifié SBS, en plastique ou élastomère) qui renvoie notamment aux normes de référence (NF EN 14909)
- Mise en œuvre selon NF DTU 31.2 dont traitement du débord intérieur et interfaces avec le pare vapeur et les joints linéaires d'étanchéité à l'air positionnés sous la semelle basse.
- Principales caractéristiques et description à mentionner :
 - Découpes
 - Description et positionnement du ou des joints linéaires

Exemple de rédaction :

- La bande d'arase est conforme au CGM du NF DTU 31.4 (bitume modifié SBS, en plastique ou élastomère) et de type A selon la norme NF EN 14909.
- La mise en œuvre doit être conforme au NF DTU 31.4
- Elle déborde du nu intérieur de l'ossature de la paroi et est plaquée sur le sol pour accueillir le pare-vapeur (faisant également office d'écran d'étanchéité à l'air) qui lui est superposé.
- Pour contribuer à assurer une bonne étanchéité à l'air, des joints d'étanchéité à l'air seront posés en complément de la bande d'arase entre la semelle du mur bois et la bande d'arase.

- **Joints d'étanchéité à l'air (pouvant être intégrés dans la barrière d'étanchéité : produit à double fonction)** dans le cas où la FOB est en appuis sur une longrine en partie base

- Normes de référence
- Description et positionnement

Exemple de rédaction :

- Pour assurer une bonne étanchéité à l'air, des joints d'étanchéité à l'air seront posés en complément de la bande d'arase entre la semelle du mur bois et la bande d'arase. Leur mise en œuvre est conforme au NF DTU 31.4. Le produit utilisé est conforme au CGM de NF DTU 31.4.

- **Pare-pluie :**

- Pare-pluie selon CGM du NF DTU 31.4 qui renvoie notamment aux normes de référence
- Mise en œuvre conforme au NF DTU 31.4
- Principales caractéristiques et descriptions à mentionner
 - Film souple synthétique ou en panneau de fibre de bois SB-H ou en panneau de fibre de bois MDF-RWH
 - Sensibilisation à la pose en amont (pour protection du lot en phase chantier)
 - Valeur de perméance dépendant de la conception globale de la paroi
 - Recouvrement
 - Débords
 - Fixations provisoires et définitives
 - Jointoiement
 - Traitement de points singuliers

Exemple de rédaction :

- Film souple synthétique conforme au CGM du NF DTU 31.4 et à la NF EN 13859-2
- La mise en œuvre doit être conforme au NF DTU 31.4
- Il est posé en atelier afin de constituer une protection provisoire avant recouvrement.
- Sa valeur S_d est $\leq 0.18m$.
- Les recouvrements horizontaux sont $\geq 15cm$, et les recouvrements verticaux se font sous deux tasseaux support de revêtement extérieur, contigus.
- La fixation provisoire du pare-pluie est réalisée sur la paroi par des agrafes, le pare-pluie est ensuite maintenu par des tasseaux eux-mêmes fixés dans les montants de l'ossature et constituant le support de bardage.

- **Pare-vapeur et étanchéité à l'air:**

- Pare-vapeur selon CGM du NF DTU 31.4 qui renvoie notamment aux normes de référence (NF EN 13984)
- Mise en œuvre conforme au NF DTU 31.4
- Principales caractéristiques et descriptions à mentionner
 - Valeur de perméance dépendant de la conception globale de la paroi
 - Fixations
 - Jointoiement
 - Traitement des points singuliers

Exemple de rédaction :

- Le film est conforme au CGM du NF DTU 31.4 et à la NF EN 13984
- La mise en œuvre doit être conforme au NF DTU 31.4
- Le film pare-vapeur de valeur $S_d \geq 18m$ est placé du côté intérieur de la façade rapportée
- La fixation du film pare-vapeur se fait par agrafage ou clouage sur la structure

ISOLATION

- **Isolant entre montants d'ossature**

- Nature de l'isolant conforme au CGM du NF DTU 31.4 ou au DTA suivant la nature de l'isolant.
- Mise en œuvre conforme au NF DTU 31.4 ou au DTA précité.
- Principales caractéristiques et descriptions à mentionner en conformité avec l'étude thermique
 - Résistance thermique ou conductivité thermique (λ) de l'isolant
 - Epaisseur

Exemple de rédaction :

- L'isolant est en fibre de bois conforme à la NF EN 13171. Il fait l'objet d'une certification ACERMI ou de toute autre évaluation de nature équivalente.

- La mise en œuvre est conforme au DTA et conduit à insérer des d'isolants découpé en surcotes de 5 mm par rapport aux vides entre solives de sorte à assurer une continuité parfaite de la performance thermique.
- Son épaisseur est de 140 mm
- La conductivité thermique lambda est au maximum de 0.038 W/mK

- **Doublage isolant extérieur (dans le cas des solutions 02, 04, 07 et 09 du § 4.2.3) :**

- Doublage isolant extérieur (matériaux et mise en œuvre) sur paroi à ossature bois, conformes au NF DTU 31.4 comportant une contre ossature supportant un isolant semi rigide de doublage et un pare pluie.
- Principales caractéristiques et descriptions à mentionner pour les trois éléments précités
 - Caractéristiques techniques
 - Particularités de pose
 - Epaisseurs

Exemple de rédaction :

- Le doublage isolant extérieur est conforme au NF DTU 31.4 et comporte :
- Une contre ossature en bois de caractéristiques mécaniques minimale C18, compatibles avec la classe d'emploi 2. Cette contre ossature, posée horizontalement est constituée d'éléments de 45 mm d'épaisseur et 80 mm de largeur positionnés à 600 mm d'entraxe. Elle est fixée par vissage. L'ensemble doit être justifié mécaniquement.
- Un isolant en fibre de bois (sous DTA) d'épaisseur 80 mm supporté par la contre ossature et de conductivité thermique maximale : 0.038 W/mK
- Un pare-pluie (voir article pare-pluie)

- **Doublage isolant intérieur (dans le cas des solutions 05 et 10)**

Le doublage isolant intérieur peut être solidaire de l'ossature principale de la paroi bois ou faire l'objet d'une contre cloison désolidarisée (contre cloison métallique). Dans le cas de doublage isolant solidaire, la contre ossature en bois ou « tasseutage élargi » sert de support direct au parement intérieur (plaque de plâtre par exemple). Ce doublage (contre ossature intérieure + isolant) peut être attribué soit au lot ossature bois soit au lot plâtrerie. Dans le premier cas, il y a lieu de veiller particulièrement à la protection de ce doublage notamment s'il est posé à l'atelier.

Doublage isolant intérieur (matériaux et mise en œuvre) sur paroi à ossature bois, conforme à la Recommandation Professionnelle RAGE : « *Maîtrise des performances thermiques des systèmes constructifs à ossature bois* » comportant une contre ossature (tasseutage élargi) supportant l'isolant semi rigide de doublage intérieur.

- Principales caractéristiques et descriptions à mentionner pour les deux éléments précités
 - Caractéristiques techniques
 - Particularités de pose
 - Epaisseurs

Exemple de rédaction :

- Le doublage isolant intérieur est conforme à la Recommandation Professionnelle « *Maîtrise des performances thermiques des systèmes constructifs à ossature bois* » et comporte :
 - une contre ossature en bois de caractéristiques mécaniques minimale C18, compatible avec la classe d'emploi 2. Cette contre ossature, posée horizontalement est constituée d'éléments de 45 mm d'épaisseur et 60 mm de largeur positionnés à 600 mm d'entraxe. Elle est fixée par vissage. L'ensemble doit être justifié mécaniquement.
 - un isolant en laine de verre d'épaisseur 60 mm, inséré entre la contre ossature et de conductivité thermique maximale : 0.035 W/mK

Ce doublage isolant étant attribué au lot ossature bois, il y a lieu de prévoir une protection provisoire en cas de préfabrication afin d'assurer le maintien de l'isolant et son intégrité vis-à-vis des intempéries pendant les phases de transport stockage et mise en œuvre avant clos couvert abouti.

MENUISERIES EXTERIEURES

- **Fenêtres**

- Menuiseries extérieures conformes au CGM de NF DTU 36.5 et mise en œuvre conforme au NF DTU 36.5.
- Caractéristique et description à mentionner
 - Teinte, finition
 - Garantie de tenue dans le temps du système de finition
 - Type d'ouverture et nombre de vantail
 - Classement AEV
 - Performance thermique Uw,
 - Facteur solaire Sw et Transmission lumineuse TL
 - Performance acoustique RA,tr
 - Type de fermetures
 - Critères PMR

Exemple de rédaction :

- La menuiserie extérieure en bois est conforme au CGM de NF DTU 36.5, à la NF EN 14 351 et à la NF P 23 305. Sa mise en œuvre doit être conforme au NF DTU 36.5.
- Fenêtres à la française à deux vantaux
- Vitrage double transparent 4/16/4 peu émissif avec remplissage de gaz argon
- $U_w = 1.70 \text{ W/m}^2.K$.
- Les menuiseries extérieures seront réalisées en bois de mélèze
- Classement minimum A*2 E*4 V*A2
- Les menuiseries bénéficieront d'un Ra de 30 dB
- Toutes les pièces métalliques devront être protégées de la corrosion via une couche primaire de protection, galvanisation à chaud ou tout autre traitement selon normes en vigueur.

- **Habillage des tableaux de menuiseries - pièces d'encadrement bois, pièce d'appui et bavette métallique habillage de la pièce d'appui :**



Les éléments concernant l'habillage des tableaux de menuiseries décrits ci-après correspondent à un bardage bois

- Mise en œuvre conforme au NF DTU 31.4
- Caractéristiques techniques des pièces d'encadrement
- Caractéristiques techniques des bavettes hautes et basses (épaisseur, matériaux...)
- Pente des bavettes basses (3 ou 10% mini si appui métallique (selon l'exigence d'étanchéité, 20% si bois)

Exemple de rédaction :

- La pose doit être conforme au NF DTU 31.4
- Les pièces d'encadrement et la pièce d'appui seront réalisées en bois avec une finition identique au bardage.
- La bavette haute et la bavette recouvrant l'appui bois seront en métal laqué d'épaisseur 15/10^{ème} avec une pente de 10%.

COMPLEXE DE PAREMENT EXTERIEUR

Le bardage bois constitue un parement extérieur usuellement prescrit sur parois verticales à ossature bois. Mais de nombreuses autres solutions de parements extérieurs sur support à ossature bois existent sous DTU ou Avis Technique ou DTA.

Dans le cas d'un bardage bois

- Matériaux conforme au CGM du NF DTU 41.2
- Mise en œuvre conforme au NF DTU 41.2
- Principales caractéristiques et descriptions à mentionner
 - o Essence
 - o Epaisseur
 - o Durabilité

Exemple de rédaction :

- Les matériaux de constitution de ce complexe de parement extérieur (tasseau, accessoires et bardage) sont conformes au CGM du NF DTU 41.2.

- Leurs mises en œuvre sont conformes au NF DTU 41.2

- Le bardage est en mélèze de 20 mm d'épaisseur dépourvu de finition. Il est positionné horizontalement.

- Les tasseaux sont compatibles avec la classe d'emploi 2, ont une profondeur de 25 mm et sont posés à 600 mm d'entraxe.

Un renouvellement d'air conforme au NF DTU 41.2 est à assurer en positions hautes et basses du vide d'air généré par le tasseautage. Des grilles anti-rongeurs sont à mettre en œuvre.

RÉNOVATION ET FACADES BOIS PRÉFABRIQUÉES GUIDE DE RÉALISATION

Ce guide méthodologique a pour vocation d'accompagner la maîtrise d'ouvrage dans la rénovation de façade par systèmes constructifs bois préfabriqués industrialisés, permettant de faire les bons choix de conception et de conduite d'opération, au regard des exigences réglementaires et normatives, et des spécificités de la construction bois.

Le document propose quatre volets principaux : Economique, Règlementaire, Technique, et Organisationnel, le dernier paragraphe présente la méthodologie générale à adopter pour le lancement d'une opération de réhabilitation par façade préfabriqué bois.

Ce guide a été réalisé dans le cadre d'une collaboration entre le Comité Stratégique de Filière Bois (CSF) et Action Logement. Il a été financé par le CODIFAB et rédigé par FCBA.

AUTEUR :



ActionLogement 

FINANCEMENT :

avec le soutien du
CODIFAB
comité professionnel de développement
des industries françaises de l'ameublement et du bois