

JOURNES PROFESSIONNELLES DE LA CONSTRUCTION









Charpente : Murs manteaux en rénovation énergétique

Isolation Thermique par l'Extérieur :

Les solutions techniques à base de bois





- 1. Contexte et règlementation thermique
- 2. Les solutions d'ITE à base de bois
 - ITE in situ
 - ITE préfabriquées
- 3. Spécificités pour la mise en œuvre d'ITE
 - Diagnostic de l'existant
 - Prescrire le bon isolant et la bonne performance thermique
 - Sécurité incendie : Point de vigilance pour les bâtiments existants
 - Sismique
- 4. Ressources techniques





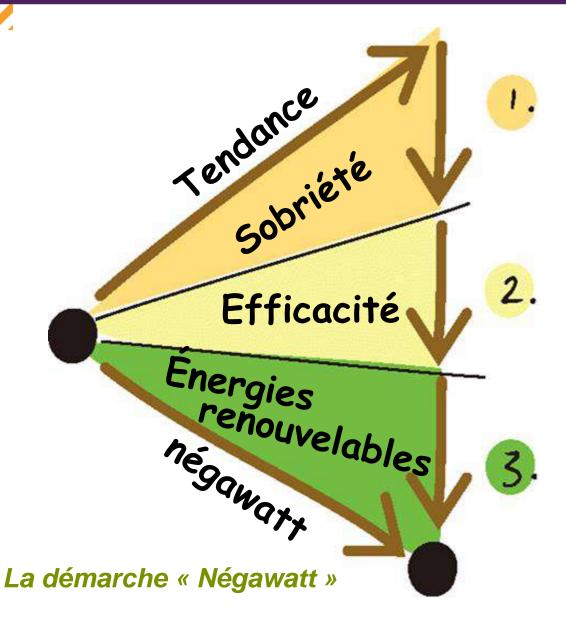
Contexte et règlementation thermique sur l'existant





JOURNĒES PROFESSIONNELLES DE LA CONSTRUCTION



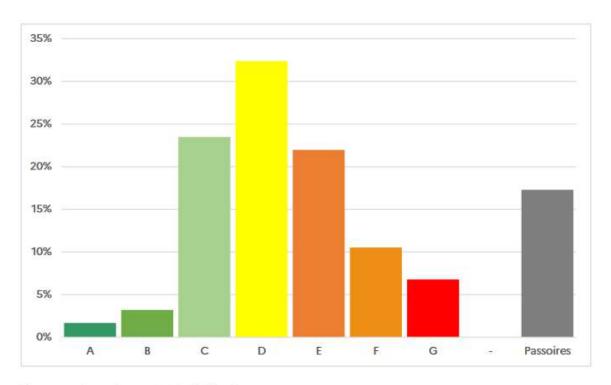






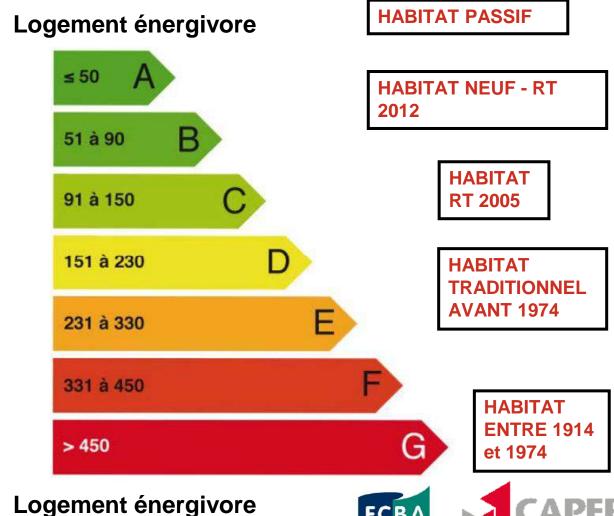
JOURNĒES PROFESSIONNELLES DE LA CONSTRUCTION

Graphique 1 : répartition des étiquettes DPE des résidences principales En %



Note: passoires = logements classés F ou G.

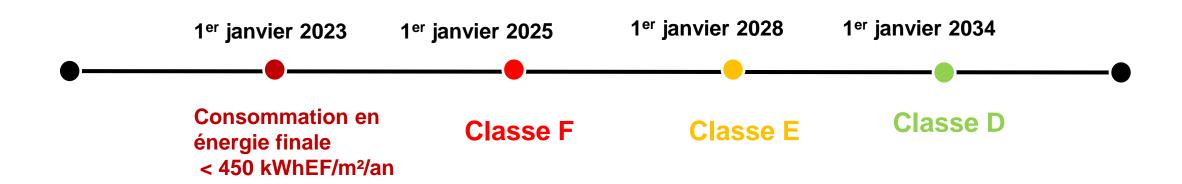
Champ : ensemble des résidences principales au 1er janvier 2022, France métropolitaine. Sources : Fidéli 2020 ; base des DPE décembre 2021-mars 2022 de l'Ademe. Calculs SDES



TECHNOLOGIQUE

Règlementation et passoires thermiques

Le propriétaire doit fournir au locataire un logement décent.



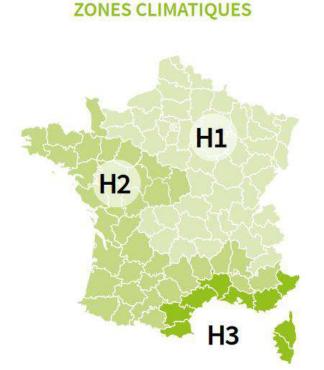
Obligation d'isolation thermique en cas de gros travaux de rénovation.





• Exigences réglementaires : arrêté du 3 mai 2007, modifié par l'arrêté du 22 mars 2017

	RÉSISTANCE THERMIQUE R de l'ensemble de la paroi + isolant en m².K/W			
Type de paroi	Zone climatique H1	Zone climatique H2 et H3 à plus de 800m d'altitude	Zone climatique H3 à moins de 800m d'altitude	
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	







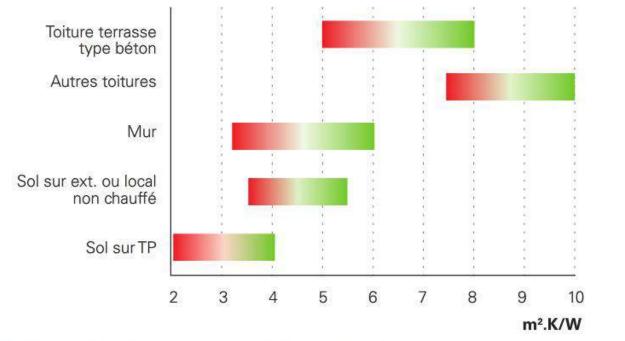


JOURNEES PROFESSIONNELLES DE LA CONSTRUCTION



Une isolation optimale de toutes les parois

Impact des ponts thermiques intégrés selon la mise en œuvre de l'isolation



- Valeurs minimales réservées aux régions les plus chaudes
- Valeurs permettant d'obtenir plus facilement le label BBC-effinergie Rénovation

Note : les valeurs de résistances thermiques de l'isolation données ici supposent des ponts thermiques intégrés très limités (voir ci-après)





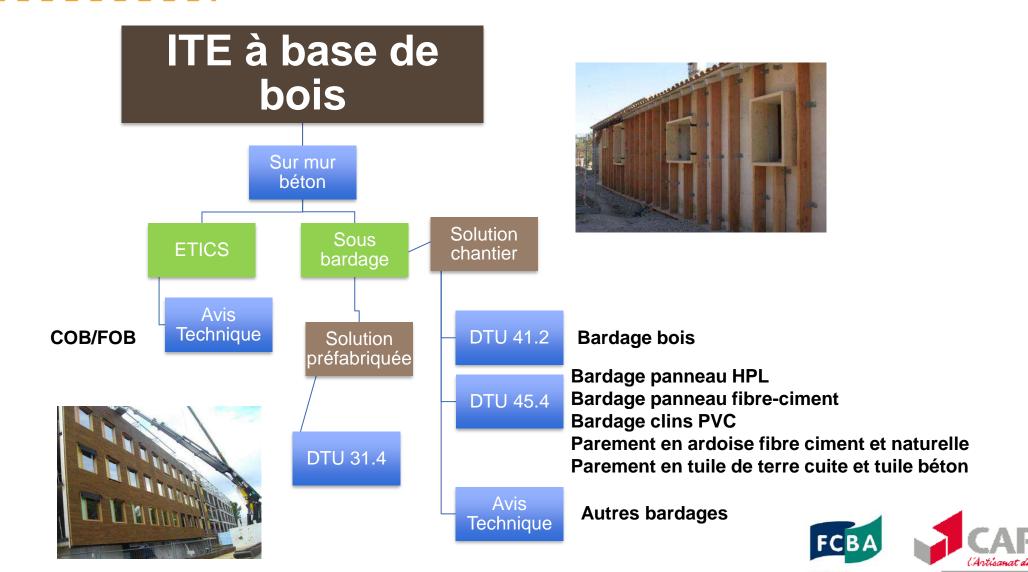
Les solutions d'ITE à base de bois



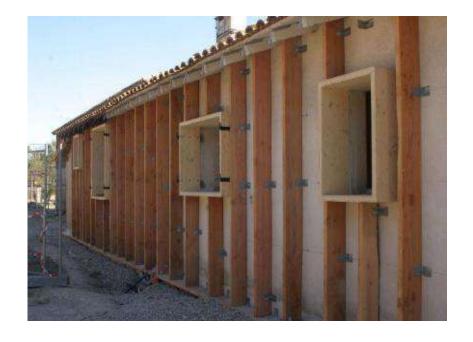


TECHNOLOGIQUE

JOURNĒES PROFESSIONNELLES DE LA CONSTRUCTION



ITE IN SITU en solution sèche







ITE in situ : domaine d'application et limites

- Mise en œuvre sur chantier sur maçonnerie ou béton en neuf ou rénovation
- ITE du ressort du NF DTU 41.2 : bardage bois (hauteur maximale 28 m)
- ITE du ressort du NF DTU 45.4 :
 - avec bardages panneaux HPL: (hauteur maximale de 50 m)
 - avec bardages panneaux fibres-ciment : (hauteur maximale de 50 m)
 - avec bardages en clins PVC : (hauteur maximale de 15 m)
 - avec bardages en ardoises : (hauteur maximale entre 15 et 40 m)
 - avec bardages tuiles béton et terre cuite : (hauteur maximale entre 28 et 50m)
- ITE associées à d'autres types de bardages : CSTB 3316 V3 + Avis Techniques ou DTA ou Règles et Recommandations Professionnelles

La largeur de la lame

La largeur de la lame

d'air doit être d'au

Cheville

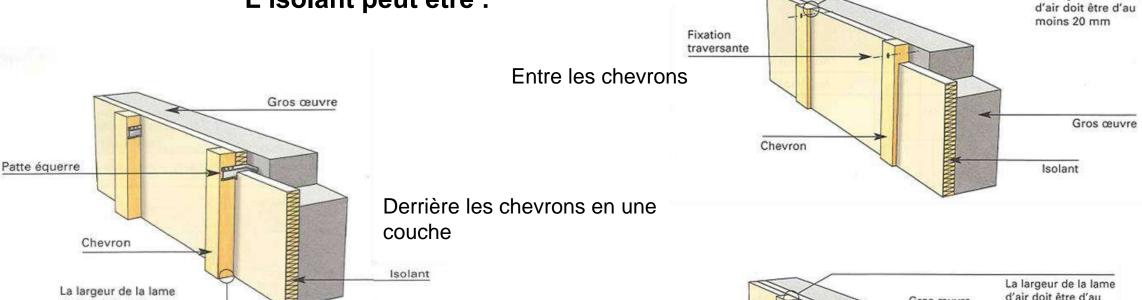
TECHNOLOGIQUE

moins 20 mm

Isolant

Gros œuvre

L'isolant peut être :



Patte équerre

Chevron

En deux couches, l'une derrière, l'autre entre les chevrons

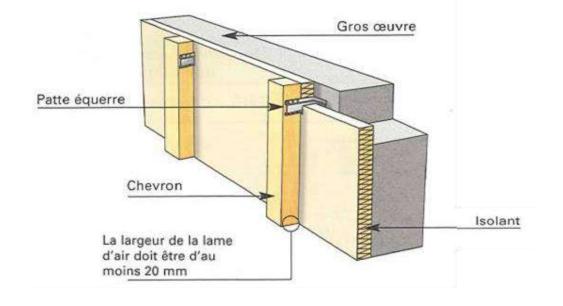


La largeur de la lame

d'air doit être d'au

moins 20 mm

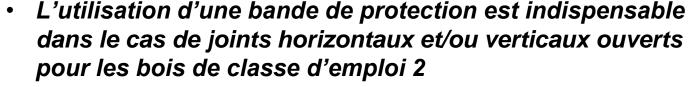
ITE in situ : choix des matériaux



Chevrons

- Bois massif ou Bois Massif Abouté
- Classe mécanique C18 ou D18 minimum
- Durabilité correspondant à une classe d'emploi 2 ou 3b
- Humidité des bois ≤ 18%
- Règle d'élancement (règle supprimée dans le DTU 41.2)

 $0.5 \le p/h \le 2$



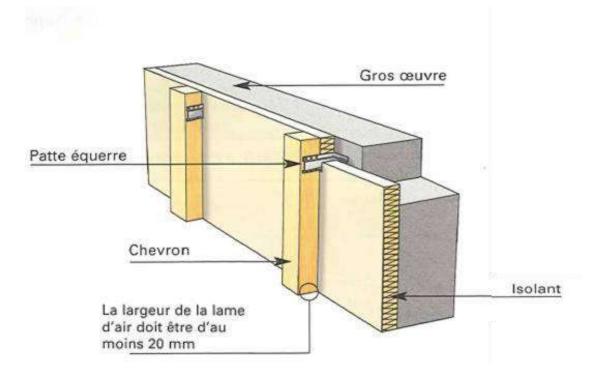


- Il faut s'assurer que la flèche prise par le chevron est inférieure ou égale au 1/200 de la portée entre appuis
- Règles d'élancement très contraignantes pour la mise en œuvre de chevrons en fixation directe





ITE in situ : choix des matériaux



Isolants

- Isolants à base de laine minérale rouleaux ou panneaux rigides ou semi-rigides avec un comportement à l'eau classé WS (non hydrophile)
- Isolants à base de plastiques alvéolaires
- Autres matériaux isolants sous Avis Technique ou DTA



A ce jour aucun avis technique ne vise la mise en œuvre d'isolants biosourcés.





ITE in situ (solution sèche)

Fixations des chevrons

Pattes de fixations

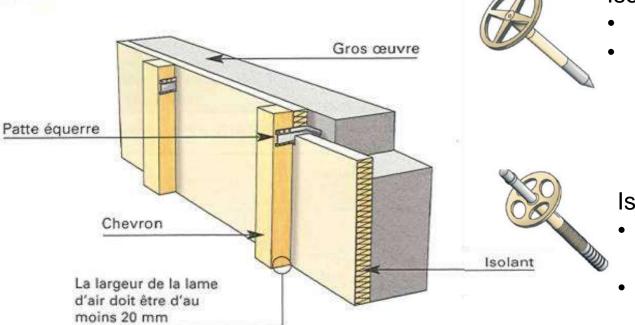
- Fixes
- Réglables



Chevilles sous ATE:

- Métalliques
- Synthétiques
- Chimiques





Fixations des isolants

Isolant semi-rigide:

- cheville-étoile avec collerette
- Ø collerette ≥ 80 mm

Isolant rigide:

- cheville-étoile avec collerette et clou de blocage
- Ø collerette ≥ 50 mm



- Les caractéristiques mécaniques des pattes doivent être déterminées conformément aux essais du Cahier Technique du CSTB n° 3316_V3
- En bordure de mer (littoral sur une profondeur de 3 km), emploi de pattes en acier inoxydable



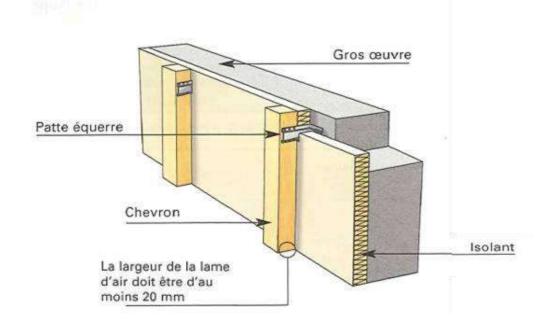


ITE in situ: mise en œuvre

Entraxe horizontal entre 2 chevrons limité à 650 mm (variable suivant la largeur de l'isolant à intégrer et du parement mis en œuvre)

Cet entraxe peut être ramené à 450 ou 300 mm en rives de façade pour assurer :

- > une résistance accrue au vent en angle de façade et en acrotère
- > une résistance accrue aux chocs de corps mous en rez-de-chaussée

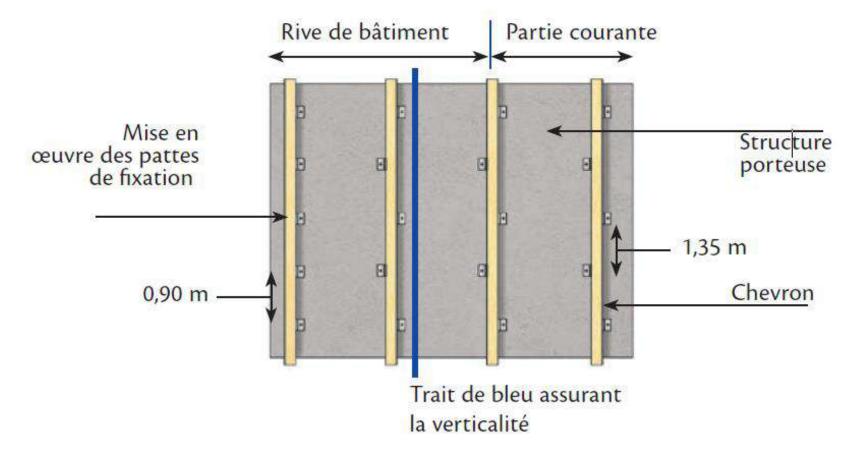








ITE in situ: mise en œuvre des chevrons





L'entraxe des pattes de fixation est fonction de la résistance en traction et cisaillement des fixations dans la structure porteuse (compte tenu des charges dues au vent, de l'entraxe, du bardage)





Panneaux 0,60 x 1,35 m

0

Fixation avec

participation de

l'ossature

0

0

0

< 0,35 m

Mise en œuvre des isolants

0 10 : 1,35 m Maxi 2 fixations en tête **+** 0,83 m Panneaux à Fixation sans dérouler entre participation de chevrons l'ossature

Nombre et disposition des fixations:

L'isolant est toujours supporté en pied





ITE préfabriquée en solution sèche







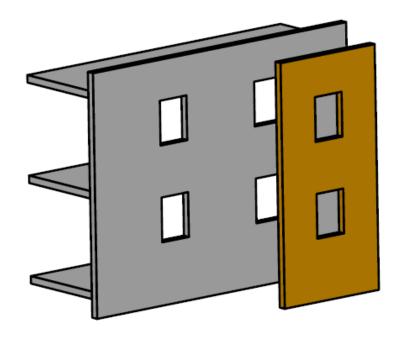
ITE préfabriquée : NF DTU 31.4

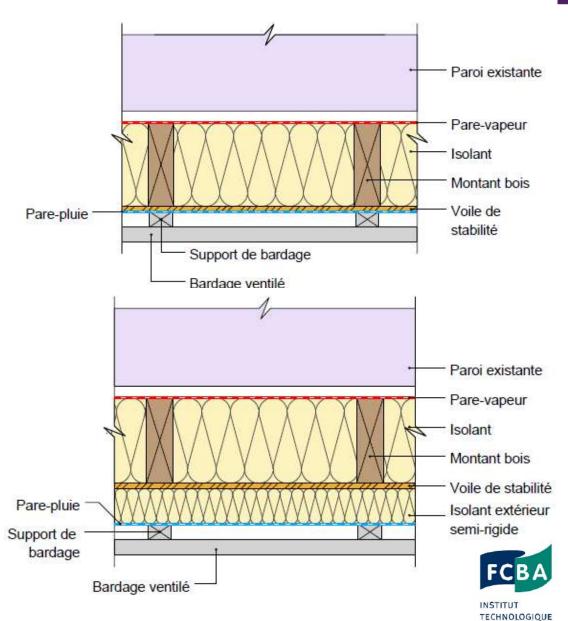
- Mise en œuvre sur structures primaires bois métal béton, en neuf ou rénovation
- Devant des portiques poteaux/planchers ou des parois pleines
- Façades filantes
- Zones climatiques françaises à l'exclusion des zones de climat tropical ou équatorial
- Bâtiments dont la hauteur du plancher bas du dernier niveau est inférieure ou égale à 28 m.
- Solutions pour répondre aux exigences globales feu façades





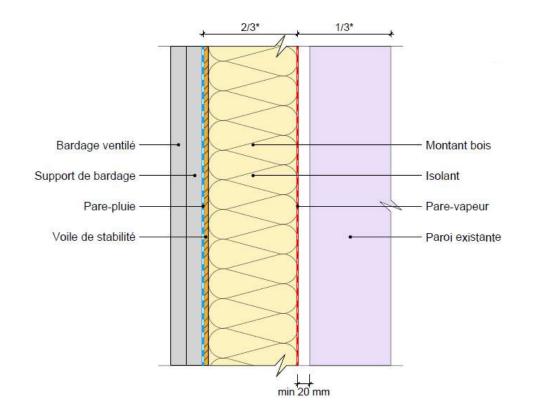
ITE préfabriquée







ITE préfabriquée : choix des matériaux Ossature



- Largeur minimale 95 mm
- Humidité des bois : 18% au moment de l'assemblage

- Epaisseur minimale 36 mm et 45 mm en jonction de panneaux

Panneau

- Contreplaqué 3S
- Particules P5 ou P7
- OSB 3 ou 4
- Lamibois LVL/2 ou LVL/3

Isolation

- isolants semi-rigides
- isolants nu ou surfaçage avec Sd < 0,18 m











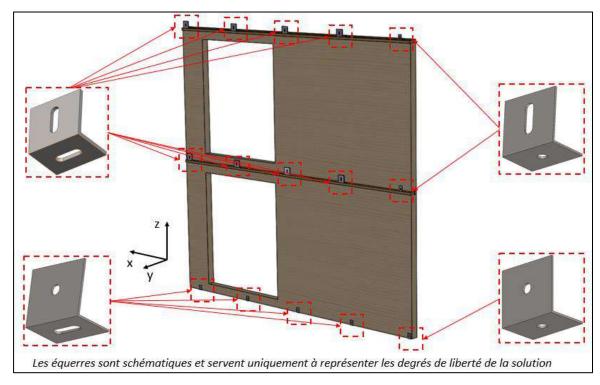
ITE préfabriquée : type de conception

Façade filante avec appui unique en pied (bandes horizontales)

Ces panneaux de façades sont superposés et les charges verticales (poids propre, etc.) sont supportées par un appui unique en pied de façade.

Les façades ossatures bois doivent être reprises en rive de plancher par des dispositifs de liaison.

La superposition des façades filantes avec appui unique en pied doit être inférieure ou égale 3 niveaux d'étages.





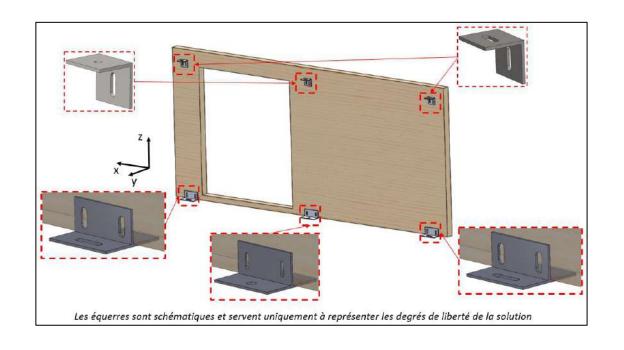


ITE préfabriquée : type de conception

Façade filante posée avec appuis multiples

Ces panneaux de façade sont ancrés indépendamment par niveau.

Les façades ossatures bois doivent être reprises sur les éléments porteurs horizontaux et/ou verticaux des structures primaires par des dispositifs de liaison.

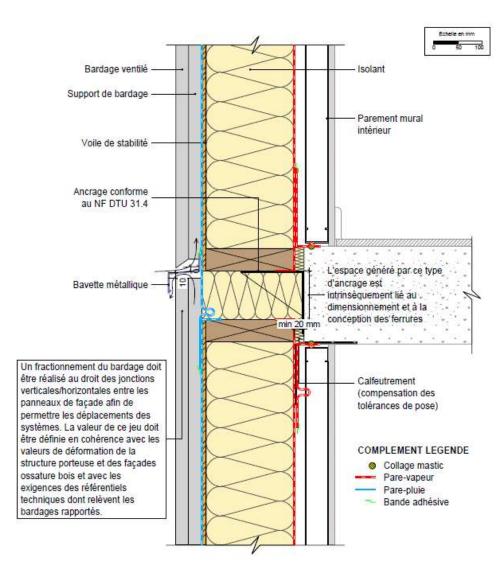






ITE préfabriquée : principe de mise en œuvre

- En aucun cas le panneau de façades à ossatures bois ne doit être sollicité par les déformations du gros œuvre.
- Un système d'ancrage doit :
 - permettre de transmettre les efforts de la façade à la structure primaire
 - reprendre les **écarts dimensionnels** de l'ossature primaire
 - être compatibles avec les déformations du plancher
 - maintenir l'intégrité des films d'étanchéités à l'air et à la vapeur



Spécificités pour la mise en œuvre d'ITE

Diagnostic de l'existant





La salubrité et la dégradation des murs existants

En présence d'humidité, 4 critères à analyser :

CRITÈRES DE DIAGNOSTIC	ILLUSTRATION	MANIFESTATION
Fuite extérieure (problème de couverture ou de gouttière, ruissellement)		Traces d'humidité, moisissures, altération du revêtement extérieur, auréoles
Fuite intérieure (canalisation, évacuation, descente EP encastrée)		Traces d'humidité, moisissures, altération du revêtement intérieur, auréoles
Remontées capillaires (AIDE : Fiche AQC concernant ce critère)		Traces d'humidité linéaire dans la partie basse des pièces en rezde-chaussée qui peuvent s'élever à plusieurs mètres au-dessus du sol Apparition de salpêtre, moisissure, décollement des revêtements (plus fréquent dans les maçonneries anciennes)

JOURNEES PROFESSIONNELLES DE LA CONSTRUCTION

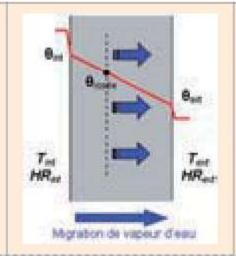
La salubrité et la dégradation des murs existants

Condensation de vapeur d'eau

1. en surface

ce critère)

2. au sein de la paroi (AIDE : Fiche AQC concernant



- 1. Présence d'humidité sur la surface des parois (zone froide)
- 2. Traces d'humidité, moisissures, odeur. En cas extrême, altération (craquement, décollement) du revêtement extérieur



Dans le cas d'un problème de condensation au sein de la paroi, les risques augmentent en cas :

- d'une absence d'aération ou ventilation
- d'une ventilation naturelle ou mécanique mal mise en œuvre ou mal dimensionnée
- d'une ventilation mal entretenue
- d'un changement de menuiseries car l'étanchéité est accrue. Il est nécessaire de s'assurer que le renouvellement d'air est suffisant (VMC)
- d'un système de chauffage insuffisant ou ponctuellement interrompu





La salubrité et la dégradation des murs existants

La dégradation des murs peut engendrer des infiltrations







Les risques de condensation

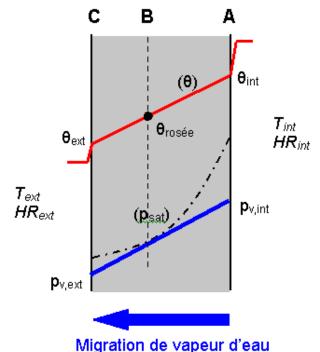
Risque limité sur tous les supports (pierres, blocs béton, béton banché, murs OB) dans les

conditions suivantes:

- > ITE avec bardage ventilé
- Isolants minéraux (pas de plastiques alvéolaires)
- Contrôle de la ventilation



Les travaux de rénovation modifient et déséquilibrent l'aération du logement (le bâtiment est plus étanche à l'air). Il est impératif 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.







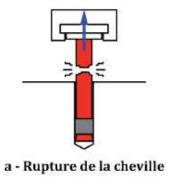
Résistance mécanique locale du support

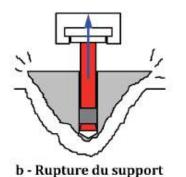
- 1. Évaluer la dégradation de la paroi et sa capacité à supporter le bardage rapporté (présence de fissures structurelles traversantes)
- 2. Connaître la composition du mur existant pour valider que ce matériau est représenté dans les ETE des fixations
- 3. Réaliser un sondage de la cohésion du matériau pour évaluer sa qualité

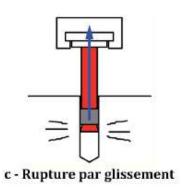


En cas de doute, réaliser une évaluation plus approfondie. Essai sur chantier (selon annexe D du NF DTU 45.4 P1-1-1)







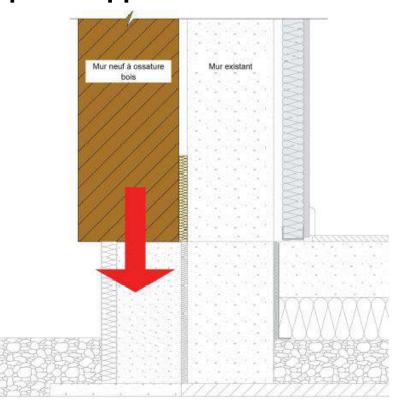


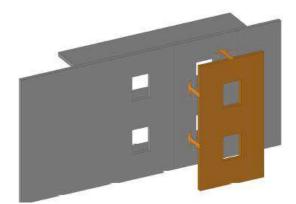


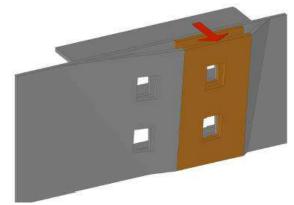


JOURNÉES PROFESSIONNELLES DE LA CONSTRUCTION

Résistance mécanique globale du support vis à vis de la paroi rapportée







Vérification de l'impact de l'ajout de masse rapportée sur les fondations existantes



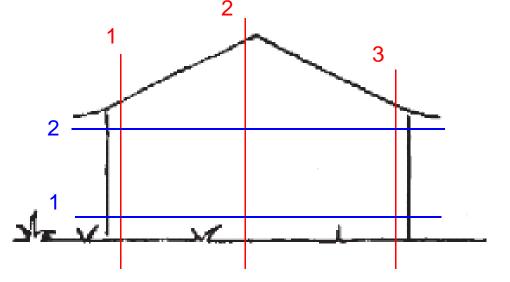


L'irrégularité du support

Les travaux d'isolation sont toujours précédés d'un relevé géométrique des parois.

Ce travail permet de visualiser le réglage nécessaire pour rattraper les tolérances ou irrégularités du gros œuvre.

L'aplomb ou la planéité des parois existantes peuvent influer sur le type de procédé de mise en œuvre à employer.







Spécificités pour la mise en œuvre d'ITE

Prescrire le bon isolant et la bonne performance thermique





En cas d'ITE mise en œuvre sur site derrière un bardage ventilé:



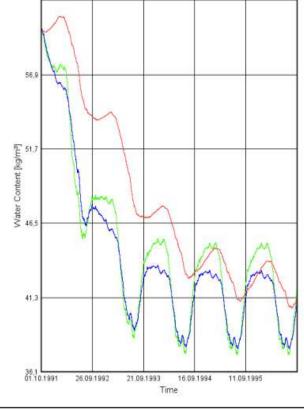
Risques limités si :

L'isolant est fibreux



L'utilisation d'isolant type polystyrène n'est pas forcément problématique pour les montants bois rapportés, mais peut perturber le fonctionnement hygrothermique des murs anciens (pierre, terre crue, torchis, ...) et causer des désordres sur l'existant.





—Polystyrène — Fibre de bois — Laine de verre





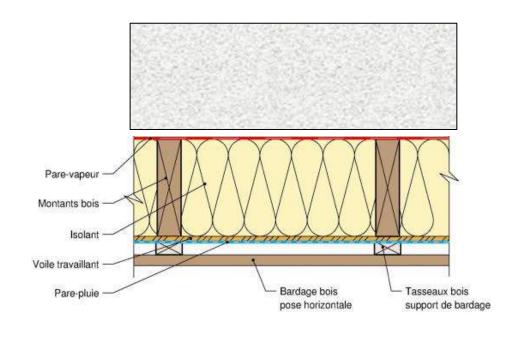
En cas de murs ossature bois avec bardage ventilé devant une façade existante:

Risques limités si :

- L'isolant est fibreux
- Rrapporté > 2 x Rexistant (règle des 2/3-1/3)
- Sd ≥ 18m

OU

- Sdpeau extérieure < 5 x Sdpeau intérieure



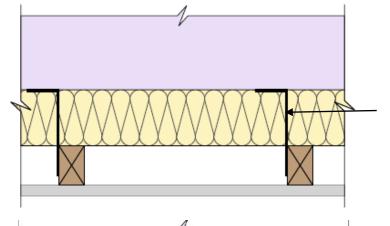


Résistance thermique sans prise en compte des ponts thermiques

Calcul R:

$$\mathbf{R} = \frac{\mathbf{e}}{\lambda}$$

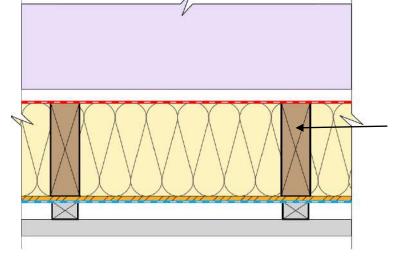
Calcul Up:



Ponts thermiques ponctuels

Ponts thermiques

- Ponts thermiques intégrés (montants)
- Ponts thermiques ponctuels



Ponts thermiques intégrés



La largeur de la lame

d'air doit être d'au moins 20 mm

JOURNĒES PROFESSIONNELLES DE LA CONSTRUCTION

Pont thermiques sur ossature bois simple (sans complément extérieur):

- ➤ Pour une ossature ép. 45 mm / entraxe 40 cm : abattement d'environ 20%
- >Pour une ossature ép. 45 mm / entraxe 60 cm : abattement d'environ 15%

Ponts thermiques sur ITE in situ: abattement

Impact des ponts thermiques intégrés selon la mise en œuvre de l'isolation

Description	Δp W/m².K	Up W/m².K	% Pts Int
Profilé métallique vertical en forme de U. Interruption de l'unique couche d'isolant	0,216	0,44	49%
Profilé métallique vertical en forme de U. Interruption d'une couche sur 2	0,071	0,30	24%
Ossature bois verticale. Interruption de l'unique couche d'isolant	0,0501	0,28	18%
Ossature bois verticale. Interruption d'une couche d'isolant sur 2	0,0334	0,26	13%
Isolation calée/chevillée	0,024	0,25	10%
Isolation collée	0	0,23	0%

Gros œuvre

Chevron

La largeur de la lame d'air doit être d'au moins 20 mm

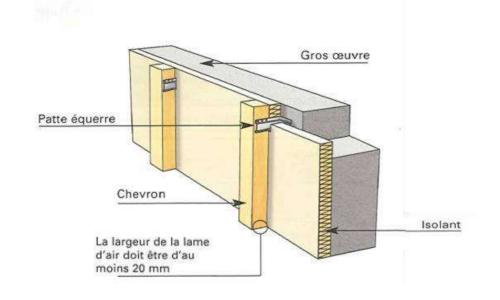
Patte équerre

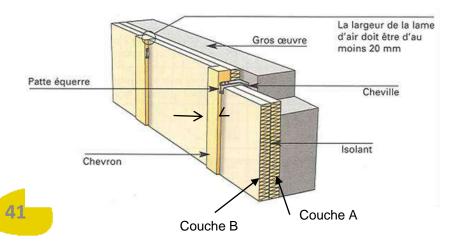
Cheville

Chevron

Calcul mené selon les règles Th-U, avec une isolation rapportée de 16 cm d'épaisseur, R = 4,2 m².K/W, soit Uc = 0,23 W/m².K. Il s'applique tant en ITI qu'en ITE.

JOURNÉES PROFESSIONNELLES DE LA CONSTRUCTION





Resistances thermiques R (en m2.K/W) avec minorations

	ÉPAISSEUR D'ISOLANT (mm)			
	Couche A	100	120	140
Conductivité thermique	0,032	2,15	2,52	2,90
λ (W/m.K)	0,041	1,78	2,10	2,42

	ÉPAISSEUR D'ISOLANT (mm)			
	Couche A	100		
	Couche B	60	80	100
ctivité thermique	0,032	3,60	4,02	4,45
/m.K)	0,041	2,97	3,33	3,69

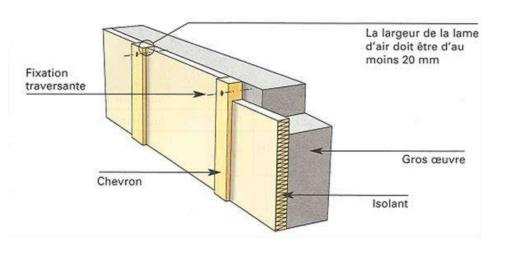
Exigence de MaPrimeRénov' = R> 3,7m².K/W

Cond





JOURNĒES PROFESSIONNELLES DE LA CONSTRUCTION



Resistances thermiques R (en m2.K/W) avec minorations

	ÉPAISSEUR D'ISOLANT (mm)			
	Couche A	100	120	140
Conductivité thermique λ. (W/m.K)	λ1	2,08	2,38	2,67
	λ2	1,73	2,00	2,26

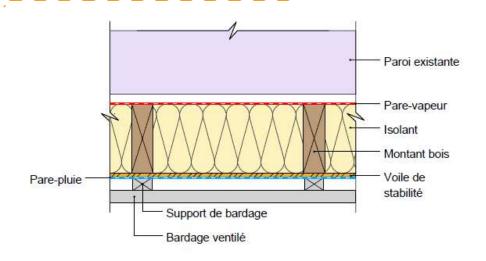
Exigence de MaPrimeRénov' = R> 3,7m².K/W

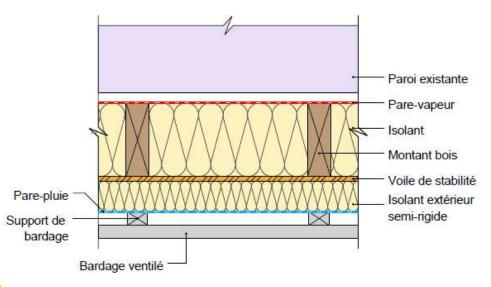




JOURNĒES PROFESSIONNELLES DE LA CONSTRUCTION

LILLE GRAND PALAIS 20, 21 & 22 JUIN 2023





Mur ossature bois – 145 mm

ERMIQUE			
Conductivité thermique (lambda) de l'isolant en W/m.K	Coefficient de transmission thermique Up en W/m2.K	Résistance thermique R en m2.K/W	
0.032	0.239	3.92	
0.038	0.267	3.49	
0.041	0.28	3.31	

Mur ossature bois 145 mm + complément isolant extérieur 60 mm

HERMIQUE			
Conductivité thermique (lambda) de l'isolant en W/m.K	Coefficient de transmission thermique Up en W/m2.K	Résistance thermique R en m2.K/W	
0.032	0.17	5.62	
0.038	0.193	4.92	
0.041	0.204	4.64	





Spécificités pour la mise en œuvre d'ITE

Sécurité incendie

Point de vigilance pour les bâtiments existants





Circulaire du 13 décembre 1982

- Risques d'incendie devant être réduits autant que faire se peut et en aucun cas aggravés
- Travaux conçus et réalisés de manière à limiter la transmission du feu et des fumées d'un niveau à un autre
- Maintenir, sinon améliorer, les possibilités d'évacuation des occupants et d'intervention des services publics de secours et de lutte contre l'incendie.



Demande de dérogation

OU

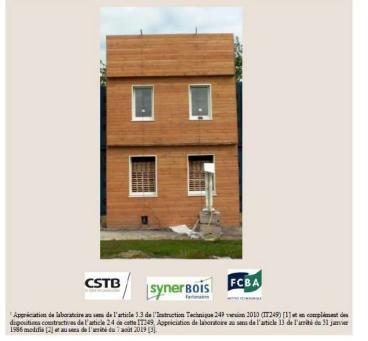
Justification à apporter via un avis de chantier ou appréciation de laboratoire délivré par un organisme agréé





Guide propagation du feu par les façades







Spécificités pour la mise en œuvre d'ITE

Sismique







- L'élément rapporté ne doit pas tomber ;
- L'élément rapporté peut être dégradé mais ne doit pas s'effondrer.

Les éléments non structuraux doivent satisfaire aux exigences du chapitre 4 de l'Eurocode 8 ou être évalués de façon expérimentale selon le cahier n°3725 du CSTB.









Ressources techniques





Ressources techniques: Catalogue Bois Construction - Fiches BoisREF

BoisREF : guide de synthèse et d'appropriation de tous les référentiels techniques de la filière bois par partie d'ouvrages.







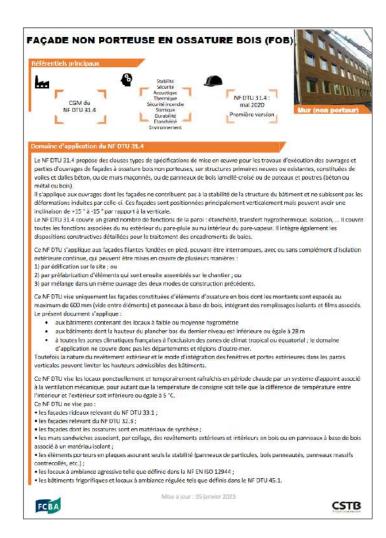






Ressources techniques: Catalogue Bois Construction - Fiches BoisREF





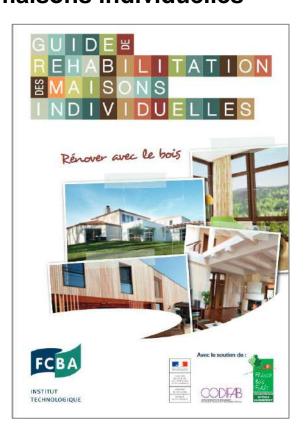






Ressources techniques:

Guide de réhabilitation des maisons individuelles



Guide de rénovation par façade bois préfabriquées



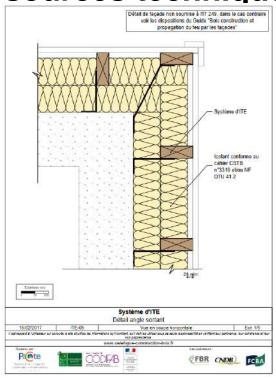
Guide de déformation des façades à ossature bois

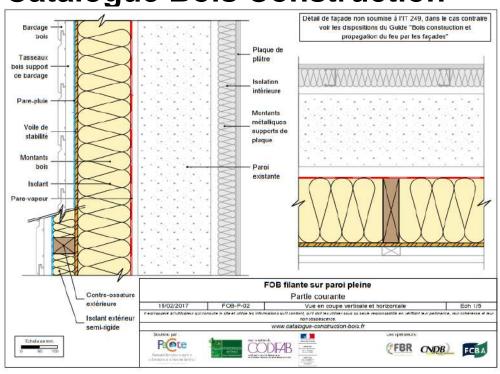






Ressources techniques: Catalogue Bois Construction





Fin 2023 : 15 familles d'ITE viennent compléter le Catalogue Bois Construction

- ITE in situ
- ITE préfabriqué





Merci de votre attention



