

Jeudi de l'ALEC

Isolation Thermique par l'Extérieur :

« de la théorie à la pratique »

20 septembre 2012

4 rue Voltaire, 38000 Grenoble
04 76 00 19 09 | www.alec-grenoble.org



Déroulé

- **1^{re} partie** : 14h – 15h45

Présentation de l'Isolation Thermique par l'Extérieur

Retours d'expériences sur la campagne Mur Mur

- *Benoît PETITCOLAS (ALEC)*
- *François SIVARDIERE (ALEC)*

- **2^{ème} partie** : 16h – 17h

Visite de site ACTIS : rénovation de 84 logements en cours

- *Hassen CHOUCANE (ACTIS),*
- *M. LE BIGOT (architecte mandataire)*
- *Yvan PERRATONE (architecte atelier P2M),*
- *Yves HERICHER (BET structure fluide thermique et environnemental A3 SEREBA)*
- *Olivier DUCHEMIN (entreprise Alpibat)*



1^{ère} partie : présentation de l'ITE

- Introduction
- Procédés ITE
- Fixations des systèmes d'ITE
- Agréments, certifications
- Réglementations
- Principes de mise en œuvre
- Ponts thermiques ITE
- Transferts d'humidité dans les parois
- Pathologies ITE
- Matériaux ITE



Introduction

- **Avantages ITE**

- Forte réduction des ponts thermiques
- Inertie thermique (hiver été)
- Conservation surface habitable
- Intervention en site occupé
- Protection gros œuvre
- Gestion vapeur d'eau

- **Limites ITE**

- Mise en œuvre dépendante des variations climatiques
- Adapté aux façades planes de grandes tailles
- Echafaudage nécessaire
- Volume logement plus long à chauffer
- Contraintes d'urbanisme

On en est où ?

- Introduction
- **Procédés ITE**
- Fixations des systèmes d'ITE
- Agréments, certifications
- Réglementations
- Principes de mise en œuvre
- Ponts thermiques ITE
- Transferts d'humidité dans les parois
- Pathologies ITE
- Matériaux ITE

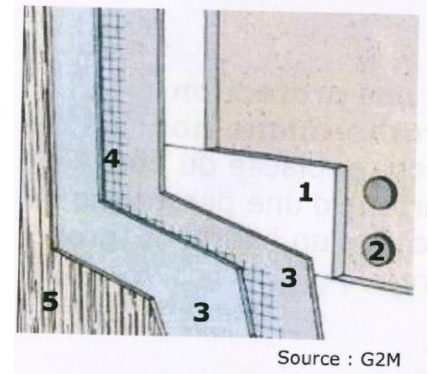


Procédés ITE

- **ETICS (external thermal insulation composite systems)**

- Enduit mince sur isolant (EMI)

- Majorité des chantiers
- Principe :
 - Isolant : PSE ignifugé le plus souvent, laine de roche
 - Enduit 2 couches à base de liant organique, $e < 10\text{mm}$.
- Coût : à partir de 70 - 80 €/m² HT sur bâtiments de grande dimension, environ 120 €/m² HT sur copropriétés.



Source : G2M



- Coût
- Rapidité mise en œuvre
- Pas d'évaluation sismique nécessaire

- Rénovation (EMI ou peinture existants) :
 - Essais destructifs du support obligatoires si ajout ITE sur ETICS ou peinture initiaux.
 - Rénovation de peinture possible 1 seule fois, avec prélèvement et essais préalables en laboratoire (poids et perspiration).
- Risques de fissures, fragilité

Procédés ITE

- **ETICS (external thermal insulation composite systems)**

- Enduit lourd sur isolant (ELI)

- Principe :
 - Isolant généralement calé chevillé, PSE le plus souvent
 - Enduit hydraulique minéral projeté en 2 couches, pour une épaisseur totale de 15-20mm.
- Coût : à partir de 70 - 80 €/m² HT.



- Coût
- Rapidité mise en œuvre
- Résistance aux chocs
- Entretien plus aisé que EMI
- Faible réaction au feu
- Pas d'évaluation sismique nécessaire dans ATEc



- Risques de fissures
- Essais destructifs du support nécessaires.

Procédés ITE

● Bardages

- Principe :
 - Isolant embroché sur équerres de fixations, maintenu avec griffes ou clous étoiles.
 - Souvent laines minérales non hydrophiles.
 - Joints de protection sur chevrons pour éviter les infiltrations d'eau.
 - Calage de l'habillage sur la trame des baies et de l'ossature.
- Coût : 150 à 500 € /m2 HT en fonction du matériau



- Protection à la pluie de l'isolant
- Plus grande gamme d'isolants
- Nombreux habillages possibles



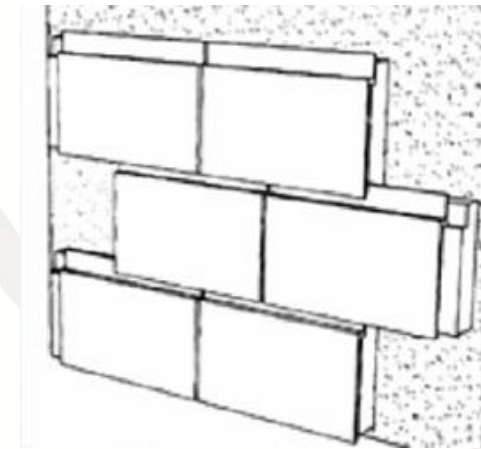
- Plus cher que ETICS
- Mise en œuvre plus longue
- N'assure pas l'étanchéité à l'air
- Evaluation nécessaire dans ATEc en zone sismique



Procédés ITE

• Vêtture

- Principe :
 - Peau industrielle finie intégrant l'isolant + la finition.
 - Prêt à fixer par rails ou par vis
 - Isolants : surtout PSE. Polystyrène extrudé, laines minérales, polyuréthane.
- Coût : 80 à 150 € /m² HT (200 €/m² terre cuite)



• Enduits isolants

- Principe :
 - Mortier incluant particules de matériaux isolants (billes PSE, vermiculite...)
généralement appliqué en 3 couches
 - Complément d'isolation à une paroi déjà isolée

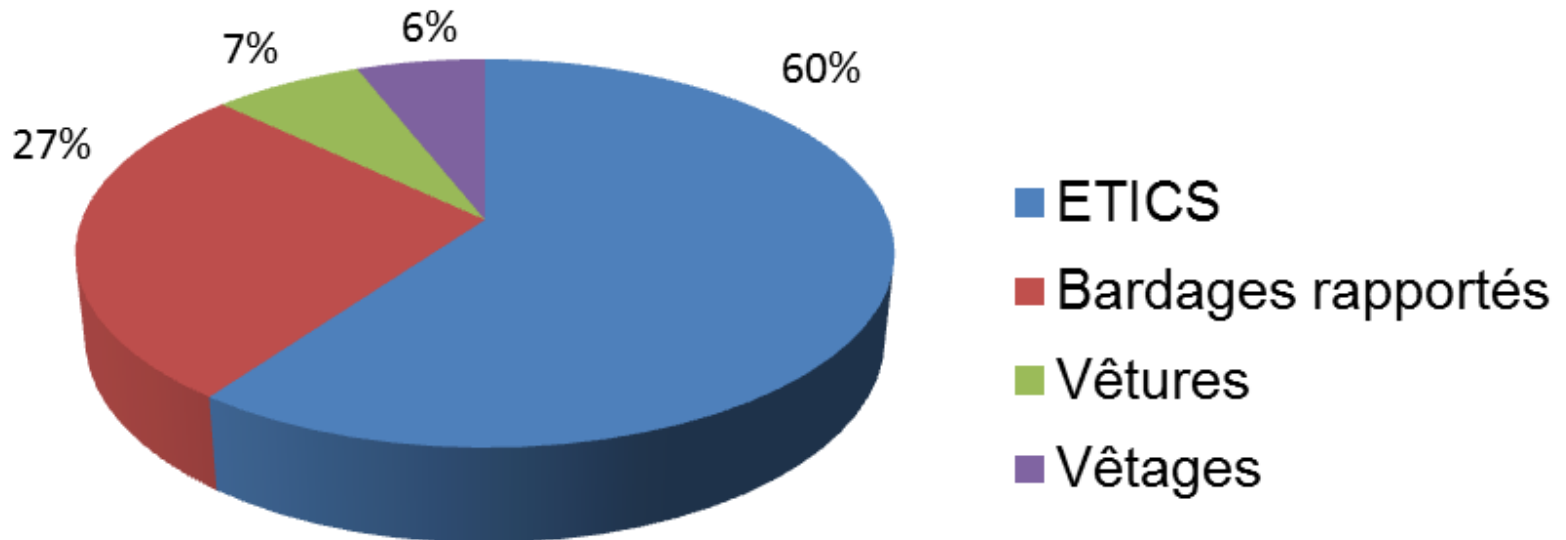
Source schéma : CSTB



Performances thermiques moins bonnes que autres procédés

Procédés ITE

- Durabilité ITE : 25-30 ans, (produit reste en l'état 20 ans)
 - 1^{er} ETICS en France dans les années 1980.
 - Les problèmes de mise en œuvre apparaissent la 1^{ère} année après la pose.
- Entretien : 15 ans (Peinture. Ne pas toucher avant décennale).
- Marché français : 8 Mm2 (10% du marché isolation)



On en est où ?

- Introduction
- Procédés ITE
- **Fixations des systèmes d'ITE**
- Agréments, certifications
- Réglementations
- Principes de mise en œuvre
- Ponts thermiques ITE
- Transferts d'humidité dans les parois
- Pathologies ITE
- Matériaux ITE



Fixations de systèmes d'ITE

• Collage

■ Isolants :


- PSE principalement,
- Verre cellulaire
- Béton cellulaire allégé (plus souvent calé chevillé)



Polystyrène graphité



Verre cellulaire (Foamglas)

- Economique 
- Facile et rapide à poser



Multipor (Ytong)



- Envisageable seulement si les revêtements minéraux existants présentent une bonne adhérence.
- En rénovation, décapage support souvent difficile

Fixations de systèmes d'ITE

• Fixation mécanique (chevilles, rails)



- Principe :
 - Profilés.
 - Chevilles corps plastiques avec clou ou vis d'expansion, à têtes larges (> 5cm). Utilisées lorsque irrégularités support.

■ Isolants :

PSE en rénovation, Laine de roche (neuf et rénovation)



- Evite le décapage support



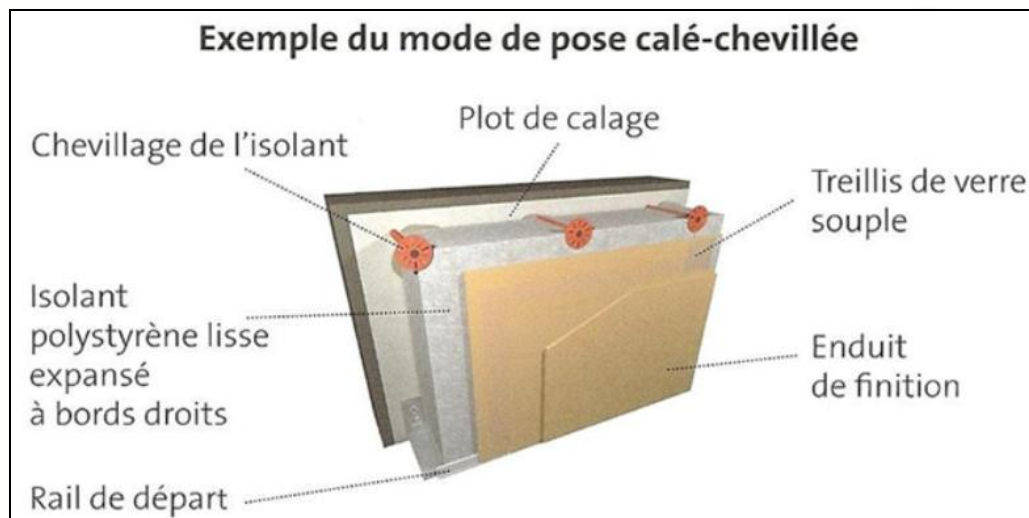
- Sondage revêtement existant nécessaire
- Profilés non adaptés si surfaces non planes (désaffleure < 5mm).
- Tributaire du vent (chevilles et profilés) → classement reVETIR

Fixations de systèmes d'ITE

- **Fixation calé chevillé / collé chevillé :**

- Principe : Mixte des solutions précédentes

- Colle + chevilles (Multipor, PSE...)
- Rails + chevilles



- Meilleure fixation
- Adaptabilité à de nombreux supports et matériaux



- Coût légèrement supérieur, tout en restant acceptable
- Temps de pose un peu plus long mais acceptable

Fixations de systèmes d'ITE

• Blocs maçonnés

- Blocs de chanvre (maçonné + équerres),
- Thermopierre (structurel)
En zone sismique : R+2 maximum.



Blocs de chanvre (chanvribloc)



*Béton cellulaire
(Thermopierre)*



- Rattrapage verticalité
- Gestion vapeur d'eau et eau liquide
- Energie grise blocs de chanvre
- Autoportant



- Λ 0.07 blocs de chanvre
- Λ 0.09 Thermopierre

On en est où ?

- Introduction
- Procédés ITE
- Fixations des systèmes d'ITE
- **Agréments, certifications**
- Réglementations
- Principes de mise en œuvre
- Ponts thermiques ITE
- Transferts d'humidité dans les parois
- Pathologies ITE
- Matériaux ITE



Agréments, certifications

- **Cadre réglementaire**

- Les systèmes d'ITE sont considérés d'un point de vue réglementaire comme « non traditionnels ».
Ils ne relèvent donc pas de normes ou DTU, mais d'ATEC ou d'ATEX.
- L'ATEC ou l'ATEX sont indispensables pour les assurances (décennale entreprise, particuliers... etc.) et prévalent en cas de contradictions entre documents.
- Dans quelques années, le marché des ITE devrait logiquement passer dans le secteur du traditionnel, avec rédaction d'un DTU englobant les aspects entretien et rénovation.

Agréments, certifications

- **ATE** (Agrément technique européen)
 - Délivré par un organisme européen habilité (dont CSTB).
 - Il est équivalent à l'ATEC.
 - Performance du **système** :
 - Comportement hygrothermique
 - Absorption d'eau par capillarité
 - Résistance aux chocs
 - Perméabilité à la vapeur d'eau
 - Tenue au vent
 - Réaction au feu

Agréments, certifications

- **ATEC** (Avis techniques)

- Délivré par le CSTB à la demande de l'industriel fournisseur du produit ou tenant du procédé.
- L'instruction de la demande s'étale sur une longue période (> 1 an), incompatible avec le déroulement d'un chantier.
- L'ATEC valide une gamme d'utilisation à partir de plusieurs essais.
- Un ATEC est donné pour une durée donnée renouvelable.
- L'ATEC peut compléter l'ATE en intégrant une réglementation nationale (ex problème de neige local).
- Liste des ATEC avec leur validité :

<http://www.cstb.fr/evaluations/atec-et-dta/rechercher-un-atec-ou-un-dta.html>

Agréments, certifications

- **ATEx** (Appréciation technique d'expérimentation)
 - Instruction plus courte et moins chère que pour un ATEC, ce qui la rend compatible avec le déroulement d'un chantier.
 - **L'ATEx type a**
 - Demande auprès du CSTB par l'industriel fournisseur du produit ou tenant du procédé.
 - S'apparente à un ATEC avec des conditions plus restrictives.
 - Pour une période limitée (< 2 ans généralement) et non renouvelable.
 - Il peut être employé sur différents chantiers tant que sa validité est courante.
 - **L'ATEx type b/c** (ATExc = extension de l'ATExb à un nouveau chantier)
 - Demande auprès du CSTB par l'industriel fournisseur du produit ou l'entreprise mettant en œuvre le produit ou procédé.
 - Concerne l'utilisation d'un produit ou procédé dans le cadre d'un chantier donné.

Agréments, certifications

- **CPT** (cahiers des prescriptions techniques)
 - Cahiers généraux délivrés par les Groupes Spécialisés du CSTB et repris par l'ATEC.
GS n°7 : Produits d'étanchéité et isolation complémentaires de parois verticales.
 - Remplace les DTU pour les techniques non traditionnelles.
 - Principaux CPT concernant l'ITE :
 - **CPT 1833**, mars 1983 : « conditions générales d'emploi des systèmes d'isolation des façades par l'extérieur faisant l'objet d'un avis technique ».
 - **CPT 3035**, avril 1998 : « Prescriptions techniques d'emploi et de mise en œuvre pour systèmes d'ITE avec enduit mince sur PSE »
+ modificatif 1 (cahier 3399, mars 2002)
+ modificatif 2 (cahier 3696, août 2011).
 - CPT 2929 : classement reVETIR des systèmes d'ITE de façades (définition des critères et recommandations d'emploi).

Agréments, certifications

- **DTA** (Documents techniques d'application)
 - Le DTA correspond à une « notice fournisseur » décrivant les conditions générales de pose et d'application.
 - Le DTA fait référence à un ATEC (qui prime).
Possibilité par exemple de déroger au DTA si c'est dans l'ATEC.

<http://www.cstb.fr/evaluations/atec-et-dta/rechercher-un-atec-ou-un-dta.html>

Complètent les ATE en intégrant **réglementation nationale** ainsi qu'une description de la **mise en œuvre**.

Agréments, certifications

- **ISOLE**

- Classification **du produit** :

I : comportement mécanique à la compression

I1 à I5

S : comportement au mouvement différentiel

S1 à S5

O : comportement à l'eau

O1 à O3

L : propriété mécanique utile cohésion & flexion

L1 à L4

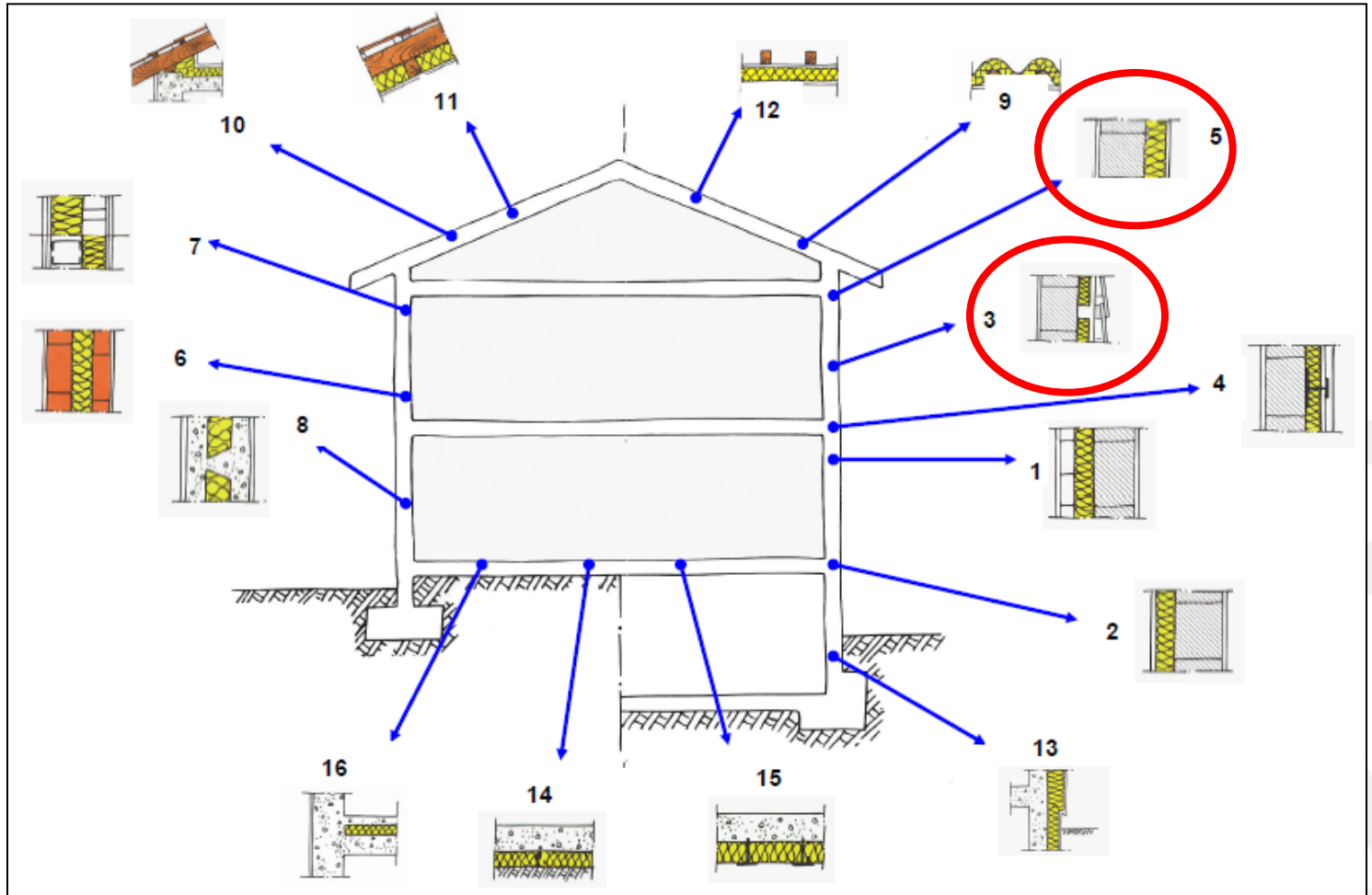
E : perméance vapeur d'eau

E1 à E5

- Délivré par l'ACERMI (CSTB/LNE) *Association pour la certification des matériaux isolants (contrôle produits et conditions fabrication).*
- La classification du matériau est à comparer avec le document général :
« *Certification ACERMI - Définition et Exemples d'usages des propriétés certifiées ISOLE* » - Version du 28 juillet 2011 <http://www.acermi.com/rt/exemple2.pdf>

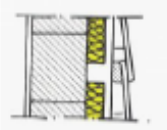

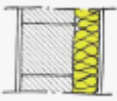
Agréments, certifications

- **ISOLE** : Extrait du document « Certification ACERMI - Définition et Exemples d'usages des propriétés certifiées ISOLE » - Version du 28 juillet 2011 <http://www.acermi.com/rt/exemple2.pdf>



Agréments, certifications

- **ISOLE** : Extrait du document « Certification ACERMI - Définition et Exemples d'usages des propriétés certifiées ISOLE » - Version du 28 juillet 2011

MURS ET PAROIS VERTICALES									
	Repère selon schéma en page 21	Emploi	I	S	O	L	Texte(s) codificatif(s)	Exigence	
ISOLATION EXTERIEURE DE PAROIS LOURDES	3-a		Isolant inséré dans un bardage rapporté, bardage traditionnel (1)	1	1	2	2	CPT Bardage (bois + métal) DTU 41.2	Niveau ISOL conseillé qui ne se substitue pas au DTU.
	3-b		Isolant pour vêtements	2	4	3	4	AT	Niveau ISOL conseillé qui ne se substitue pas aux exigences de l'avis technique du procédé
	3-a	Isolant pour vêtages	3	1	2	2	AT	Niveau ISOL conseillé qui ne se substitue pas aux exigences de l'avis technique du procédé	
	4		Isolant inséré dans un revêtement attaché en pierre mince	1	1	2	2	DTU 55.2	Niveau ISOL conseillé qui ne se substitue pas au DTU.
	5-a		Isolant collé et recouvert d'un enduit mince armé ou hydraulique (1)	2	4	3	4	ATE et DTA	Niveau ISOL conseillé qui ne se substitue pas au ATE/ DTA
	5-b		Isolant fixé mécaniquement et recouvert d'un enduit mince armé	2	5	3	4	ATE et DTA	Niveau ISOL conseillé qui ne se substitue pas au ATE/DTA

Agréments, certifications

- **reVETIR**

- Attribué par les groupes spécialisés (CSTB) dans le cadre de la procédure d'ATEC (Indiqué dans l'ATEC)
- Classification **des systèmes d'ITE** de $R \geq 0.5 \text{ m}^2\text{K/W}$ (enduits, bardages avec isolation, vêtements, vêtages avec isolation, revêtements...).
- reVETIR :
 - r : réparation (facilité de réparer ou remplacer). 4 niveaux
 - e : entretien (fréquence : 4 niveaux. E2=8 à 20 ans).
 - V : vent (résistance aux effets du vent : 4 niveaux)
 - E : étanchéité à l'eau (4 niveaux)
 - T : tenue aux chocs et poinçonnement. Spécifique à chaque isolant
 - I : Incendie (comportement au feu : classement français M0 à M4)
 - R : résistance thermique (valeur)
- Conception réglementaire générale :
http://www.cstb.fr/pdf/cpt/CPT_2929.PDF.
« Classement reVETIR des systèmes d'isolation thermique des façades par l'extérieur »

Agréments, certifications

• reVETIR

▪ Extrait du CPT 2929

Région Hauteur en m	Site normal				Site exposé			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
10	V ₁	V ₂	V ₂	V ₃	V ₂	V ₂	V ₂	V ₃
15							V ₃	
20							V ₃	
25							V ₃	
30	V ₂	V ₂	V ₃	V ₃	V ₃	V ₃	V ₃	
35*	V ₂	V ₃	V ₃	V ₄	V ₂	V ₃	V ₃	V ₄
40*								V ₄
45*								V ₄
50*								V ₄

* L'application stricte de la méthode simplifiée est limitée à 30 m, les valeurs pour des hauteurs supérieures à 30 m n'ont donc qu'un caractère indicatif.

Type de bâtiment	Niveau minimal requis selon présent classement	Classement maximal correspondant	
Habitat 1 ^{re} famille avec distance à limite de parcelle supérieure à 4 m	I ₁	M.4	
Habitat 1 ^{re} famille autre cas et habitat 2 ^e famille	I ₂	M.3	
Habitat 3 ^e et 4 ^e familles et ERP	en étage avec P/H ≥ 0,8	I ₂	M.3
	rez-de-chaussée et en étage avec P/H ≤ 0,8	I ₃	M.2
IGH	I ₄	M.0	

P : distance minimale à laquelle peut se trouver l'immeuble vis-à-vis.
H : hauteur la plus élevée des deux immeubles.

Classement reVETIR des systèmes d'isolation thermique des façades par l'extérieur

Mise en place de l'attribution par les Groupes spécialisés

Le classement reVETIR est désormais attribué par les Groupes spécialisés (principalement 2 et 7) dans le cadre des procédures d'Avis Technique ou de Constat de traditionalité.

Les classements attribués précédemment continuent à être valables pour les systèmes faisant l'objet d'un Avis Technique, jusqu'à la révision de cet Avis. Le classement peut éventuellement être intégré lors de la délivrance d'un Additif ou d'un Modificatif.

En accord avec l'association EPEBat ⁽¹⁾, les classements existant sur systèmes traditionnels ne seront plus valables à partir du 1^{er} janvier 1998.

SOMMAIRE

Mise en place de l'attribution par les Groupes spécialisés	1
Introduction	2
Chapitre 1 - Objet et domaine d'application	2
Chapitre 2 - Principe et critères de classement	3
2.1 Facilité de réparation	3
2.2 Fréquence d'entretien	3
2.3 Résistance au vent	4
2.4 Étanchéité	4
2.5 Tenue aux chocs	4
2.6 Comportement en cas d'incendie	4
2.7 Résistance thermique	5
Chapitre 3 - Recommandations d'emploi	5
3.1 Caractéristiques <i>r</i> et <i>e</i> relatives à la gestion technique des systèmes en œuvre	5
3.1.1 Facilité de réparation	5
3.1.2 Fréquence d'entretien	5
3.2 Caractéristiques d'aptitude à l'emploi	5
3.2.1 Résistance au vent	5
3.2.2 Étanchéité	6
3.2.3 Tenue aux chocs	6
3.2.4 Comportement en cas d'incendie	6
3.2.5 Résistance thermique	7
Annexe 1 - Définition des techniques	8
Annexe 2 - Définitions des paramètres utiles pour l'emploi de V et E	9

On en est où ?

- Introduction
- Procédés ITE
- Fixations des systèmes d'ITE
- Agréments, certifications
- **Réglementations**
- Principes de mise en œuvre
- Ponts thermiques ITE
- Transferts d'humidité dans les parois
- Pathologies ITE
- Matériaux ITE



Réglementations

- ATEC ou ATEEx obligatoire
- Lois Grenelle 1 et 2
- RT neuf et existant (global / éléments par éléments)
- Réglementation sécurité incendie
- Réglementation parasismique
- Réglementation acoustique
- Aspects environnementaux et sanitaires
- Réglementation d'urbanisme



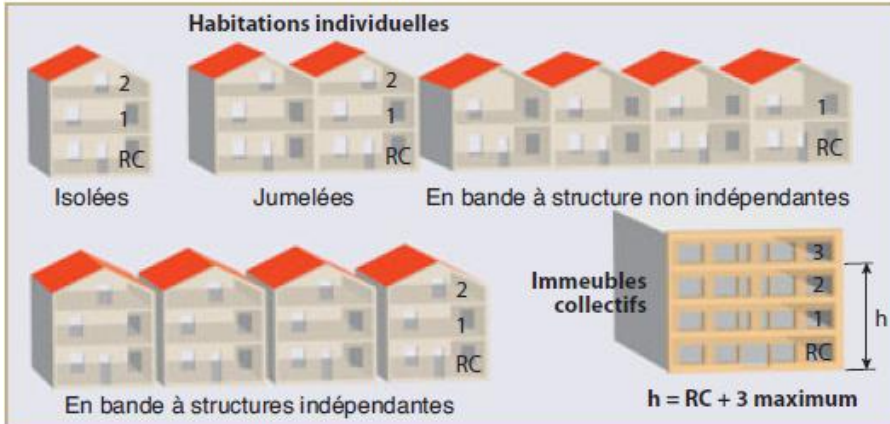
Réglementation incendie

• Familles de bâtiments

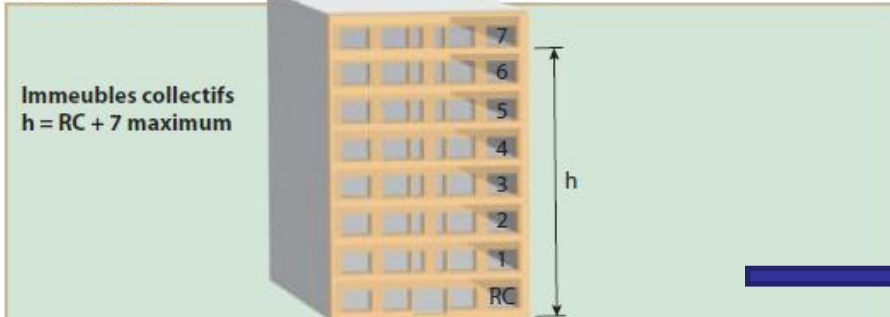
1^{ère} FAMILLE



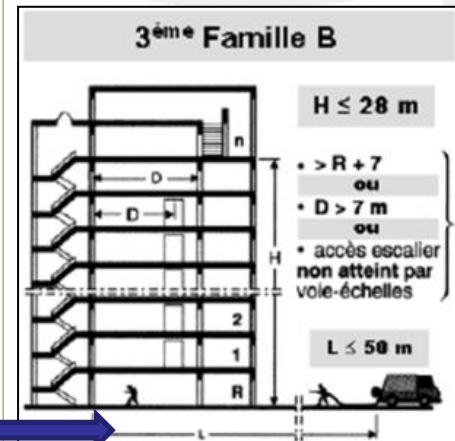
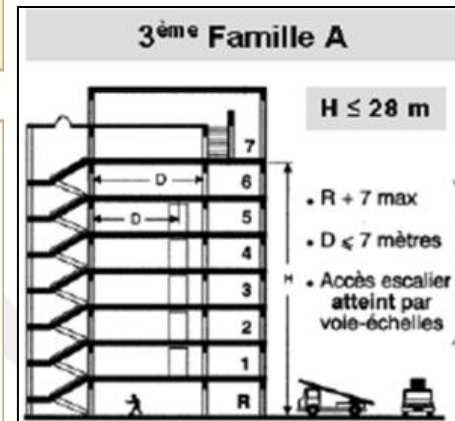
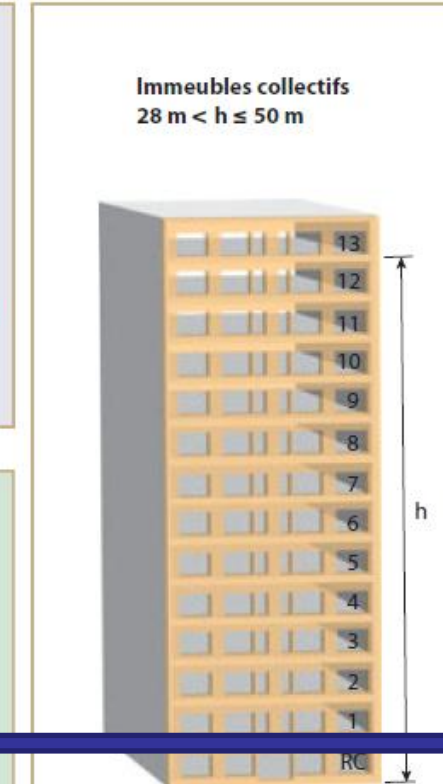
2^{ème} FAMILLE



3^{ème} FAMILLE



4^{ème} FAMILLE



Réglementation incendie

• Réaction au feu des matériaux : Euroclasses

- Pour produits sous marquage CE et dans la réglementation
- Développement du feu, dégagement fumées, contribution à l'embrasement généralisé dans un local

<u>Euroclasses</u>	Développement du feu	<u>Euroclasses</u>	Opacité des fumées	<u>Euroclasses</u>	Classes de gouttes enflammées
A1 et A2	Produits non combustibles	s1	Quantité et vitesse de dégagement faibles	d0	Pas de gouttes ou débris enflammés
B	produit faiblement combustible			d1	Pas de gouttes ou débris dont l'inflammation dure plus de 10 secondes
C	produit combustible	s2	Quantité et vitesse de dégagement moyennes	d2	ni d0 ni d1
D	produit très combustible	s3	Quantité et vitesse de dégagement élevées		
E	produit très inflammable et propagateur de flamme				
F	produit non classé ou non testé				

Réglementation incendie

- **Réaction** au feu des matériaux :

- Correspondances Euroclasses et classes M (utilisées pour produits fabriqués, distribués et posés en France uniquement) :

Classe selon NF EN 13501-1			Exigence
A1	-	-	Incombustible
A2	s1	d0	M0
A2	s1	d1	M1
A2	s2	d0	
A2	s3	d1	
B	s1	d0	M2
	s2	d1	
	s3		
C	s1	d0	M3
	s2	d1	
	s3		
D	s1	d0	M4 (non gouttant)
	s2	d1	
	s3		
Toutes classes autres que E-d2 et F			M4

Seuil
contraintes de
mise en œuvre
isolants en ITE

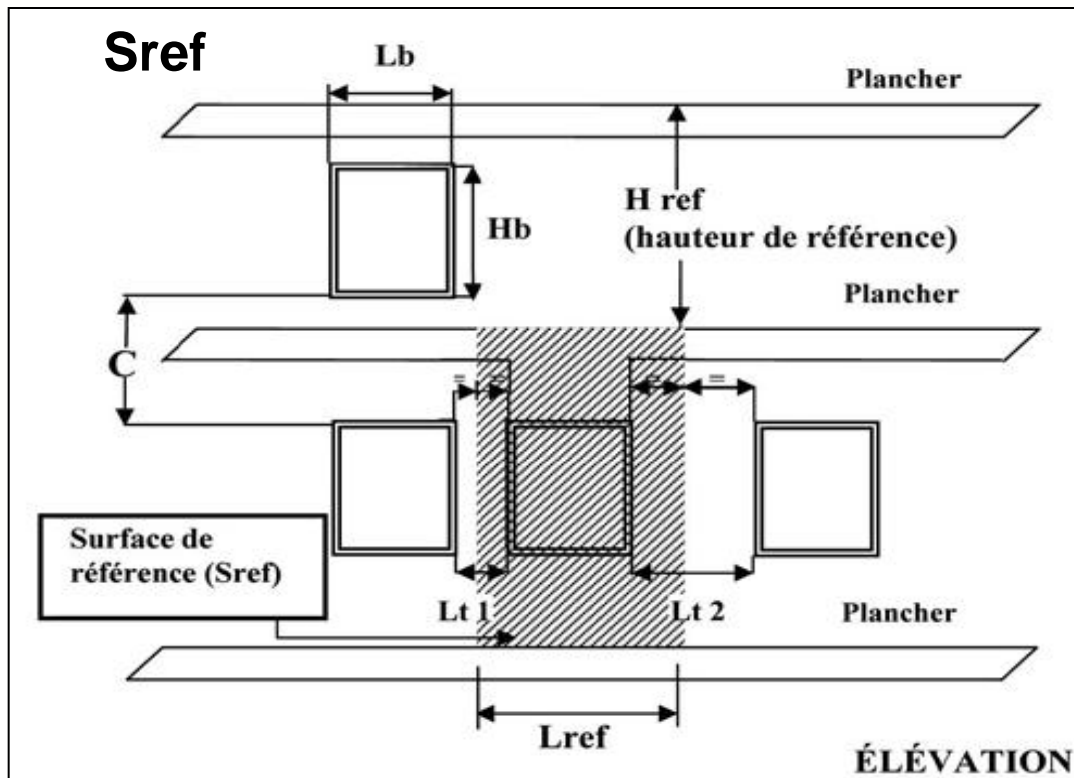
Réglementation incendie

- **Résistance au feu** : résistance mécanique structurelle
 - Classement paroi assorti d'un temps
 - Interviennent dans l'arrêté du 31/01/1986 pour les éléments porteurs, les planchers entre logements, les enveloppes parois hors façades, ...
donc pas directement pour l'ITE
 - Classification SF, PF, CF (France uniquement, remplacé par REIW progressivement)
 - Remarque : un enduit sur isolant ne constituera jamais un CF



Réglementation incendie

- **MCM** Masse combustible mobilisable :
 - Quantité de chaleur susceptible d'être dégagée par la totalité des matériaux constituant une surface de référence lors de sa participation à un incendie (stores ext. exclus). Les couches combustibles protégées du feu extérieur par un écran coupe feu de degré 1/2h ne sont pas comptées.



En ITE, la MCM est très vite importante

Réglementation incendie

- **C+D** Frein à la propagation d'incendie en façade : (fait partie de l'IT 249 = règlement de sécurité incendie).
 - C = distance verticale entre 2 baies
 - D = distance horizontale de l'obstacle au feu
 - Référence au degré Pare Flamme des matériaux utilisés en nez de dalle, en linteaux, allège... pour participer au C+D

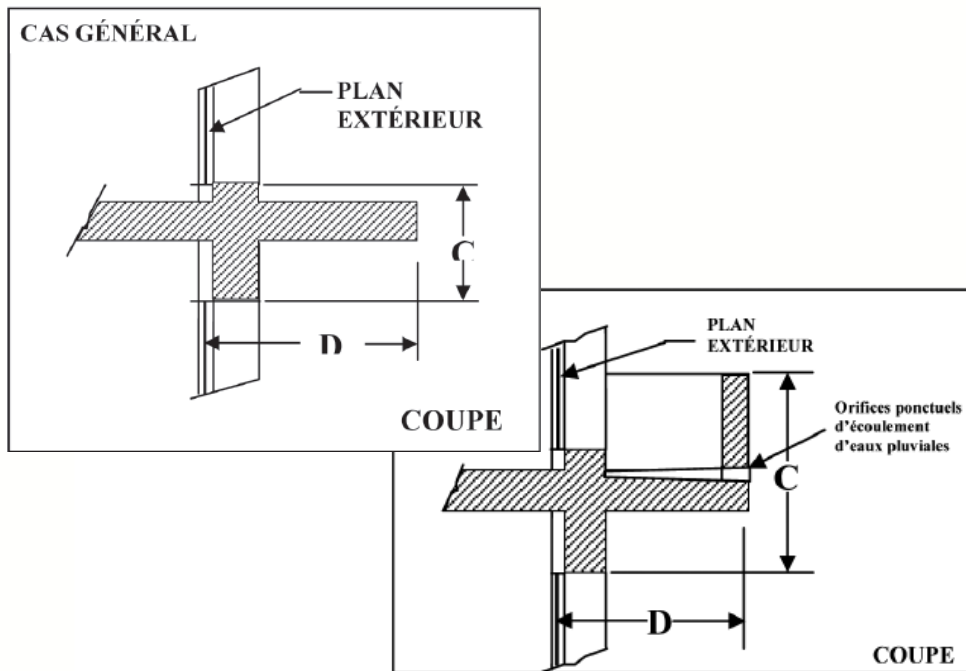


Figure A7 : garde-corps Journal de l'ALEC – ITE – 20 septembre 2012

Réglementation incendie

- **Bâtiments d'habitations 1^{ère} et 2^{ème} famille**

- Soumis à l'arrêté du 31.01.1986 uniquement (réaction feu).
- Pas concerné par IT249 : pas de calcul de MCM ou C+D.

Arrêté du 31 janvier 1986						
Famille bâtim.	Elements porteurs verticaux	Planchers entre logements	Enveloppe parois (hors façades)	Façades parement extérieur (menuiseries exclues)	Couverture	IT249
1	SF 1/4 h (vis-à-vis feu à l'int. du bât)	CF 1/4 h	CF 1/4 h (familles 1 et 2 jumelées)	M3 ou bois. M4 si > 4m de la propriété et individuel non jumelé.	revêtements M1 M2 ou M3 si établis sur supports continus et incombustibles ou en panneau de bois, sinon classes de pénétration	non concernés
2	SF 1/2 h	CF 1/2 h	CF 1/2 h	M3 ou bois.		non concernés

← Résistance au feu →

← Réaction au feu →

Réglementation incendie

• Bâtiments d'habitations 3^{ème} et 4^{ème} famille

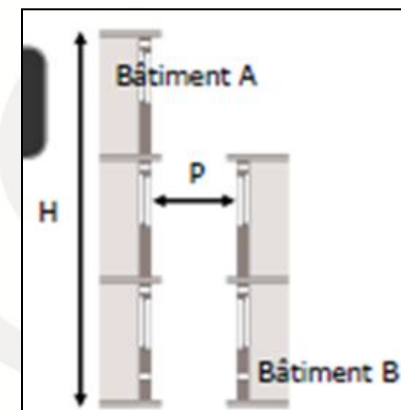
- Arrêté 31.01.1986 (réaction feu) et IT249 en partie :
Calcul MCM et C+D, règles d'applications, possibilité d'essai grandeur
validé. Non concerné par solutions technique.

1) Exigence de réaction au feu du système ITE (art. 11-17) :

- RDC : C-s3 d0
- Hors RDC : si $P/H \geq 0.8 \rightarrow D-s3 d0$. Si $P/H < 0.8 \rightarrow C-s3 d0$

2) Si C+D non fixé, adapter en fonction de MCM (modifications 2010)

3) Si C+D fixé, définition du système d'ITE en fonction MCM admissible (schéma inverse).



Habitations de 3^{ème} famille A

- si $M \leq 25 \text{ MJ/m}^2$ \rightarrow C+D $\geq 0,60 \text{ m}$
- si $25 < M \leq 80 \text{ MJ/m}^2$ \rightarrow C+D $\geq 0,80 \text{ m}$
- si $M > 80 \text{ MJ/m}^2$ \rightarrow C+D $\geq 1,10 \text{ m}$

Habitations de 3^{ème} famille B et 4^{ème} famille

- si $M \leq 25 \text{ MJ/m}^2$ \rightarrow C+D $\geq 0,80 \text{ m}$
- si $25 < M \leq 80 \text{ MJ/m}^2$ \rightarrow C+D $\geq 1,00 \text{ m}$
- si $M > 80 \text{ MJ/m}^2$ \rightarrow C+D $\geq 1,30 \text{ m}$

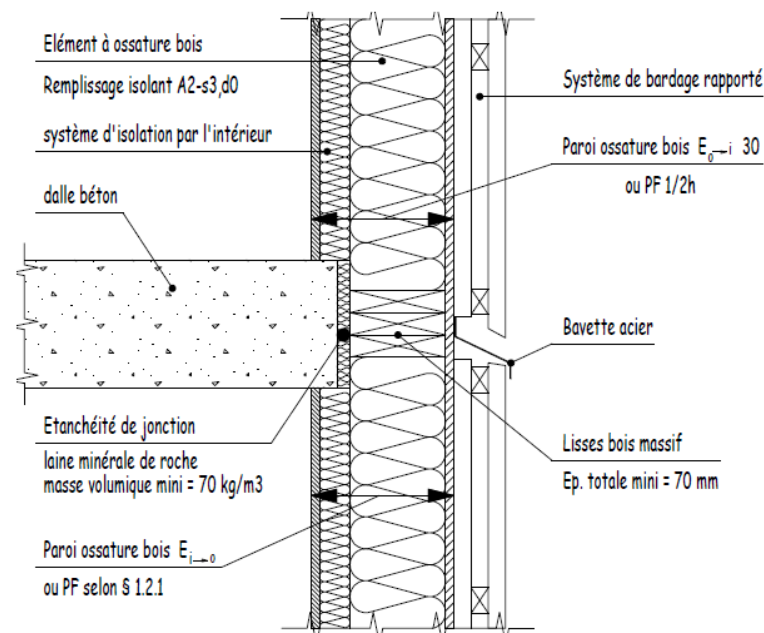
Réglementation incendie

● ERP

- Soumis à l'IT249 en totalité :
 - Règles d'applications
 - Façades : CO 19 à 21
 - Calcul MCM, C+D
 - Solutions constructives de façades et jonctions façades – planchers dispensant de vérifications expérimentale (LEPIR2) ou de l'avis sur CECMI), et des calculs de MCM.

Solutions pour les façades rideaux

Jonction de murs à ossature bois en nez de dalle béton



Réglementation incendie

- Extrait de l'IT 249 modifié par l'arrêté du 24 mai 2010 :

Systèmes d'isolation par l'extérieur des ouvrages en béton ou maçonnerie :

5. Systèmes d'isolation par l'extérieur des ouvrages en béton ou maçonnerie

Les présentes dispositions s'appliquent aux façades en béton ou en maçonnerie comportant des baies. L'isolation par l'extérieur de ces façades peut être mise en œuvre si elle utilise l'une des techniques décrites ci-après, sous réserve que l'exigence relative à la réaction au feu des systèmes ou solutions soit satisfaite. Les mortiers et colles de fixation des isolants ne sont pas à prendre en compte dans le calcul de la masse combustible mobilisable.

5.1. Systèmes d'isolation sans lame d'air

Les systèmes sur isolant classé au moins A2-s3, d0 ne nécessitent pas, sous l'angle de la sécurité contre l'incendie, de disposition constructive particulière. Lorsque l'isolant n'est pas classé au moins A2-s3, d0, les dispositions décrites ci-après sont applicables.

Les isolants en polystyrène expansé ou extrudé font état du marquage CE et d'une euroclasse E. De plus, l'industriel doit pouvoir apporter la preuve du suivi d'ignifugation chez le producteur de la matière première avec un niveau de performance équivalent à l'euroclasse D pour l'épaisseur conventionnelle de 60 mm pour les polystyrènes expansés ou 40 mm pour les polystyrènes extrudés. Une certification par tierce partie est considérée comme preuve suffisante portant sur cette caractéristique. Ces dispositions s'appliquent également aux panneaux composites de type sandwich, constitués d'une plaque de polystyrène expansé ou extrudé comprise entre deux plaques de laine de bois classées B-s1, d0.

Réglementation incendie

- Exemple : enduit mince sur PSE

Document Technique d'Application
Référence Avis Technique **7/05-1391*V1**

Enduit mince sur polystyrène expansé

Système d'isolation thermique extérieure de façade
External Thermal Insulation Composite System
Wärmedämm-Verbundsystem von Fassaden

StoTherm Classic QS 2

objet de l'Agrément Technique Européen	ETA-06/0148
--	--------------------

Titulaire : Société Sto A.G.
Ehrenbachstrasse 1
DE-79760 Sulzlingen Weizen

Distributeur : Société Sto S.A.S.
224 rue Michel Carré
BP 40045
FR-95872 Bezons Cedex
Tél. : 01 34 34 57 26
Fax : 01 34 34 56 66
Internet : www.sto.fr

Commission chargée de formuler des Avis Techniques
(arrêté du 2 décembre 1969)

Groupe Spécialisé n° 7
Produits et systèmes d'étanchéité et d'isolation complémentaire de parois verticales

Vu pour enregistrement le 22 décembre 2008

CSTB
le futur en construction

Secrétariat de la commission des Avis Techniques
CSTB, 84 avenue Jean Jaures, Champ sur Marne, FR-77447 Marne la Vallée Cedex 2
Tél. : 01 64 68 82 82 - Fax : 01 60 05 70 37 - Internet : www.cstb.fr

Les Avis Techniques sont publiés par le Secrétariat des Avis Techniques, agréé par le CSTB. Les versions actualisées sont disponibles gratuitement sur le site internet du CSTB (<http://www.cstb.fr>)
© CSTB 2008

extrait

2.2 Appréciation sur le système

2.21 Aptitude à l'emploi

Sécurité au feu

Le système ne fait pas obstacle au respect des prescriptions réglementaires. Les vérifications à effectuer (notamment quant à la règle dite du « C + D »), doivent prendre en compte les caractéristiques suivantes :

- Classement de réaction au feu du système conformément à EN 13501-1 : C-s2, d0.
- Pouvoir calorifique de l'isolant : 0,70 MJ par m² et mm d'épaisseur d'isolant.

Réglementation incendie

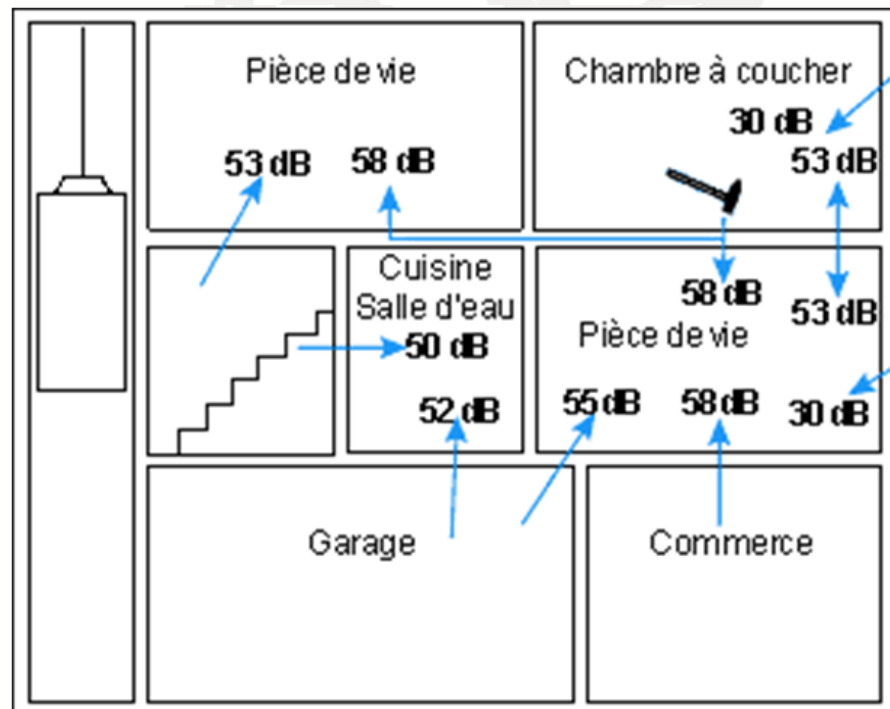
- **Evolution de la réglementation**
- Modification de l'IT 249 par l'arrêté du 24 mai 2010, applicable depuis le 6 octobre 2010.
 - Prise en compte les cas des façades bois, des murs manteaux et des menuiseries bois.
 - Pré-requis : $C+D = 1\text{m}$ minimum.
- Suite à l'incendie de Dijon concernant un bâtiment isolé par l'extérieur en polystyrène, la réglementation incendie est en cours de modification (nouveaux textes prévus pour fin 2012).
- Les points notamment en cours de discussion sont :
 - Application des solutions constructives IT249 aux bâtiments d'habitations
 - Application de l'IT249 dès la première famille de bâtiments

Réglementation acoustique

- **La classe d'exposition au bruit des baies dépend :**
 - Des catégories d'infrastructures de transport terrestre (arrêté préfectoral)
 - De la situation des baies par rapport à ces infrastructures
 - De la situation du bâtiment par rapport aux zones du plan d'exposition au bruit de l'aéroport le plus proche.

- **Impact sur le confort lors de la réhabilitation avec ITE.**

En réduisant les gênes sonores de sources extérieures par une rénovation, possibilité d'apparition de nouvelles gênes dues aux bruits entre appartements.



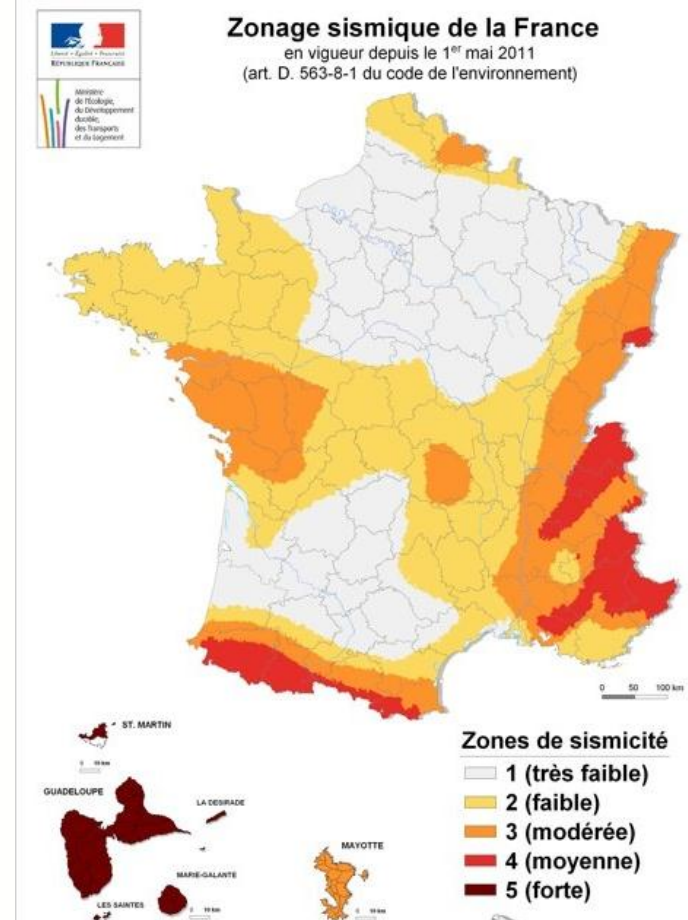
Réglementation parasismique

● Carte des aléas sismiques :

- Décret n°2010-1255 du 22 octobre 2010.
- Nouveau zonage sismique de la France en vigueur à partir du 1^{er} mai 2011 :
L'Isère est remontée en zone « modérée 3 » et « moyenne 4 ».
- Consulter l'arrêté du 22 octobre 2010 pour connaître les coefficients à prendre en compte selon la catégorie de bâtiment et la zone.

En Isolation Thermique par l'Extérieur :

- Valider avec l'ATEC ou le DTA, surtout en bardage.
- Le parasismique n'intervient pas pour les enduits sur isolants.



Réglementation d'urbanisme

- Surfaces :
 - Décret n°2009-1247 du 16 octobre 2009 (modificatif de l'article R.112-2 du code de l'urbanisme) :

Les surfaces extérieures apportées par l'ITE ne sont plus prises en considération dans les calculs de la SHOB ce qui a pour conséquence :

 - Pas d'augmentation de la SHON sur laquelle sont calculées les taxes d'urbanisme.
 - Une déclaration préalable de travaux suffit (article R.421-17.a).
 - Possibilité de réaliser une ITE en surdensité, lorsque le COS est déjà à son maximum (article R.123-10).
- Dépassements de saillies autorisées sur le domaine public
 - En cours de révision sur Grenoble pour favoriser l'ITE.

On en est où ?

- Introduction
- Procédés ITE
- Fixations des systèmes d'ITE
- Agréments, certifications
- Réglementations
- **Principes de mise en œuvre**
- Ponts thermiques ITE
- Transferts d'humidité dans les parois
- Pathologies ITE
- Matériaux ITE



Principes de mise en œuvre

- **Textes de référence :**

- ATEC, ATE_x ou ATE, DTA

<http://www.cstb.fr/evaluations/atec-et-dta/rechercher-un-atec-ou-un-dta.html>

- CPT (principes généraux)

<http://www.cstb.fr/evaluations/atec-et-dta/cahiers-des-prescriptions-techniques-cpt.html>

Principes de mise en œuvre

- Les CTP décrivent les cas généraux : toujours revenir à l'Avis Technique qui fera foi en cas d'indications différentes.
- Exemple du CPT 3035
 - CPT 3035, avril 1998 : Prescriptions techniques d'emploi et de mise en œuvre pour systèmes d'ITE avec enduit mince sur PSE
 - + modificatif 1 (cahier 3399, mars 2002)
 - + modificatif 2 (cahier 3696, août 2011).

Principes de mise en œuvre

- CPT 3035 (Extrait) : systèmes d'ITE avec enduit mince sur PSE.
 - Conditions d'application :
 - Collage panneaux isolants : sur support non gorgé d'eau et hors période de gel. Température ambiante > 5°C
 - Mise en œuvre enduit (sauf précautions spéciales) : hors période de gel, absence de pluie et de grand vent, sur supports non exposés au rayonnement direct du soleil en été.
 - Choix des systèmes :
 - Support neuf : fixation collée obligatoire sauf problème particulier d'adhérence,
 - Support ancien : fixation collée préférée lorsqu'il n'y a pas de problème d'adhérence.
 - Le CPT indique le classement reVETIR à respecter en fonction des systèmes (type d'armature, de fixation, ...)

Principes de mise en œuvre

- CPT 3035 (Extrait) : systèmes d'ITE avec enduit mince sur PSE.

- Reconnaissance et préparation du support

Général : Support plans, sinon ragréages localisés ou dressage général.

Support neuf :

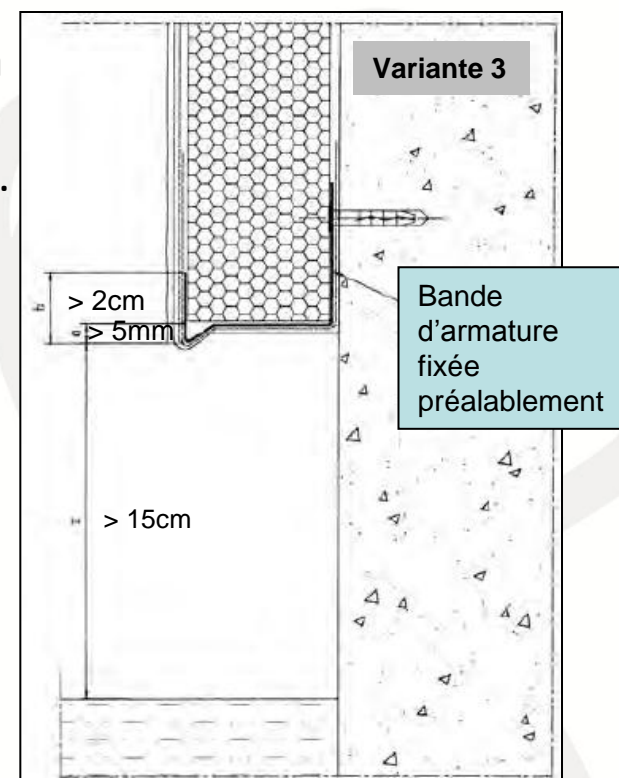
- Surface dépoussiérée et débarrassée de tout produit non adhérent (brossage).
- Délai de séchage min. : 30 jours pour maçonneries, 45 jours pour supports béton.

Supports anciens :

- Réparation des lézardes existantes, protection des aciers.
- Systèmes collés :
 - Décapage support si peinture, plastique ou tous revêtements organiques.
 - Essai d'adhérence systématique.
- Systèmes fixés mécaniquement (*le plus fréquent en rénovation*) :
 - Essais destructifs pour déterminer la charge admissible des chevilles de fixation.
 - Maçonneries enduites ou revêtements minéraux : sondage et enlèvement des parties sonnantes creux puis rebouchage.
 - Profilés : défaut de planéité maximal : 5mm par 2m.

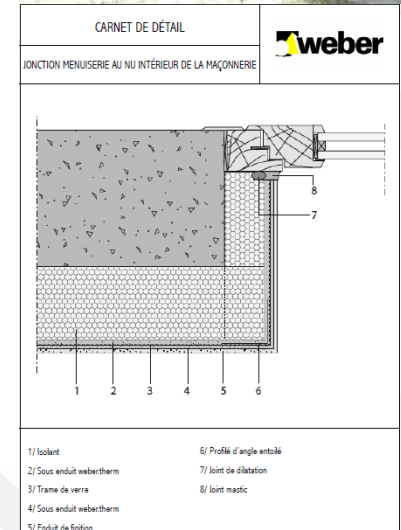
Principes de mise en œuvre

- CPT 3035 (Extrait) : systèmes d'ITE avec enduit mince sur PSE.
 - Profilés d'arrêt :
 - 30cm maximum entres chevilles de fixations,
 - Laisser 2 à 3mm entre profilés pour permettre la dilatation,
 - Dernière fixation < 5cm de l'extrémité du profilé.
 - Départ en partie basse :
 - selon variantes proposées.



Principes de mise en œuvre

- CPT 3035 (Extrait) : systèmes d'ITE avec enduit mince sur PSE.
 - Pose isolant
 - Pose plaques **bord à bord** parfaitement jointif, combler l'espace éventuellement restant avec PSE après séchage.
 - Pose en **quinconce** façon coupe de pierre, harper les plaques aux angles
 - **Décalage jonctions** de plaques isolant / jonctions de rails (> 10cm) / joints panneaux béton
 - **Découpes en L** aux angles de baies pour limiter fissures, une fois posé
 - **Réserve** (5mm) dans l'isolant aux **points durs** (appuis fenêtres, chevrons débordants...) pour mettre un joint de calfeutrement
 - **Ponçage** de la totalité de l'isolant (suppression désaffleures), nettoyage façade avant enduits
 - **Schémas points sensibles** (Arrêt latéral isolation, en angle, en acrotère, raccords toiture, raccords baies et ouvertures)



Principes de mise en œuvre

- DTA d'Armaterm (extrait) :

« Du fait de leur sensibilité au soleil, les polystyrènes gris doivent être protégés à l'aide de bâches ou de filets de protection ne laissant pas passer plus de 30 % de l'énergie solaire ».

Document Technique d'Application

Référence Avis Technique **7/10-1447**
Annule et remplace le Document Technique d'Application 7/04-1383*V2

Enduit mince sur polystyrène expansé

Armaterm

objet de l'Agrément Technique Européen	ETA-04/0102
---	-------------

Titulaire : Société Zolpan SAS
17 quai Joseph Gillet
FR-69316 Lyon Cedex 4
Tél. : +33 (0) 4 72 10 70 60
Fax : +33 (0) 04 72 10 70 73
E-mail : zolpan@zolpan.fr
Internet : www.zolpan.fr

Distributeur : Société Zolpan SAS
17 quai Joseph Gillet
FR-69316 Lyon Cedex 4
Tél. : +33 (0) 4 72 10 70 60
Fax : +33 (0) 04 72 10 70 73
E-mail : zolpan@zolpan.fr
Internet : www.zolpan.fr

Commission chargée de formuler des Avis Techniques
(arrêté du 2 décembre 1969)

Groupe Spécialisé n° 7
Produits et systèmes d'étanchéité
et d'isolation complémentaire de parois verticales
Vu pour enregistrement le 3 février 2012

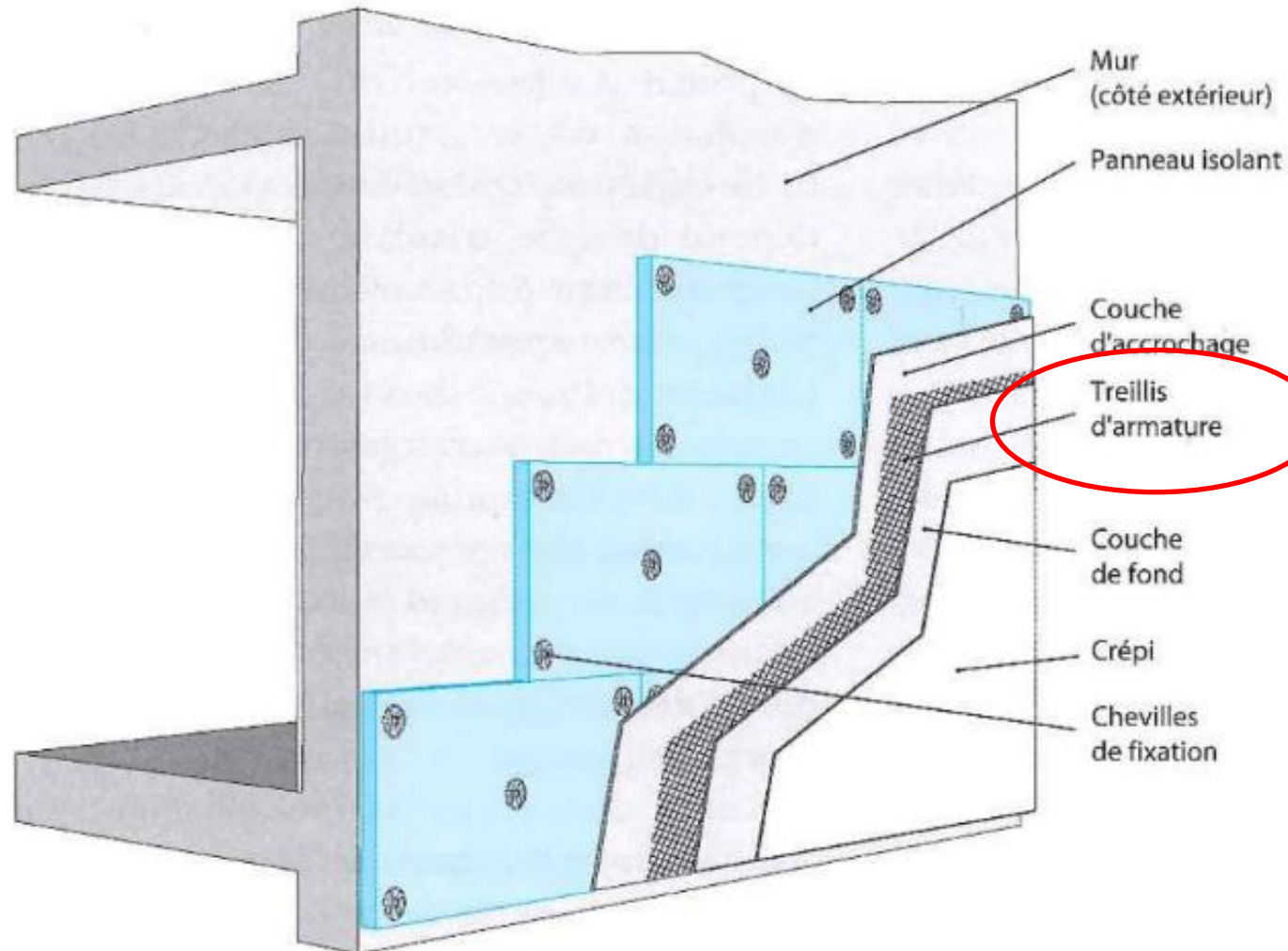
CSTB Secrétariat de la commission des Avis Techniques
CSTB, 84 avenue Jean Jaures, Champ sur Marais, FR-77447 Marne la Vallée Cedex 2
Tél. : 01 64 68 62 82 - Fax : 01 60 05 70 57 - Internet : www.cstb.fr

Les Avis Techniques sont publiés par le Secrétariat des Avis Techniques, assuré par le CSTB. Les notices techniques sont disponibles gratuitement sur le site Internet du CSTB (http://www.cstb.fr) © CSTB 2012



Principes de mise en œuvre

- Armatures



À surveiller pendant le chantier

Principes de mise en œuvre

- CPT 3035 (Extrait) : systèmes d'ITE avec enduit mince sur PSE.

- Couche de base armée :

- Réalisation en plusieurs couches, chacune appliquée après durcissement de la 1^{ère} (en général le lendemain sauf indication contraire ATEC).

- **Simple armature normale :**

- Généralement en fibre de verre.
- Marouflée avec chevauchement 10cm entre lès, sans descendre en dessous de 5cm.

- **Double armature normale :**

- L'isolant est recouvert d'une 1^{ère} passe d'enduit de base dans laquelle est marouflée une armature normale. Après durcissement, une 2^{nde} passe d'enduit de base est appliquée avec marouflage d'une 2^{ème} armature normale, posée de préférence à joints croisés ou décalés.



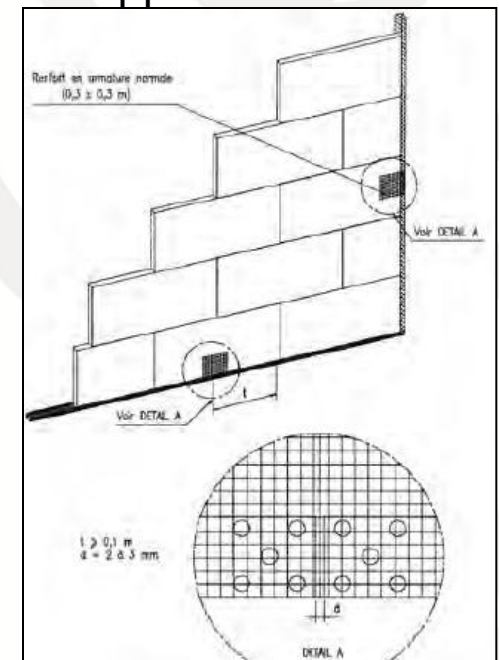
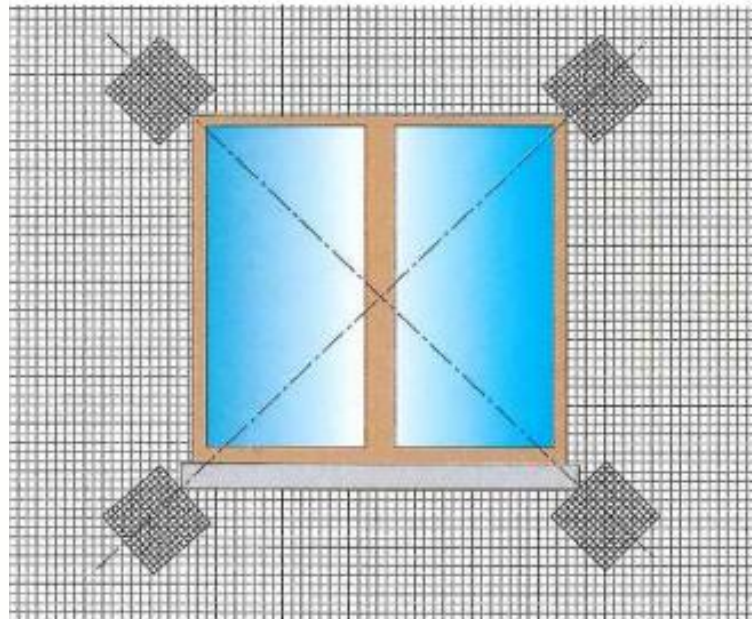
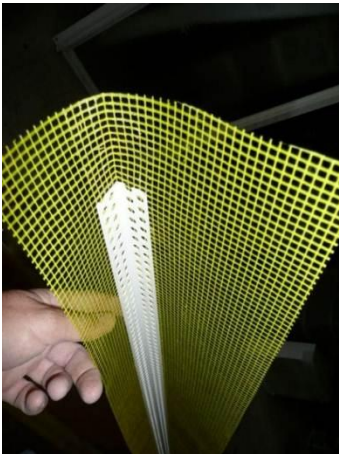
Principes de mise en œuvre

- CPT 3035 (Extrait) : systèmes d'ITE avec enduit mince sur PSE.
 - Couche de base armée (suite) :
 - **Armature renforcée et armature normale :**
Pour les façades très exposées aux chocs :
(protège de l'accident mais pas de la malveillance).
 - L'armature renforcée (métal) est posée bord à bord, fixation par agrafes généralement, sur une hauteur minimale de 2m.
 - Les renforts d'angles sont posés par-dessus l'armature renforcée
 - Après durcissement, application du système d'armature normale en décalant les joints.
 - Dernière passe enrobant l'armature faite après durcissement.



Principes de mise en œuvre

- CPT 3035 (Extrait) : systèmes d'ITE avec enduit mince sur PSE.
 - Renfort des points singuliers :
 - Sur tous les angles du système : Pose de renforts d'arêtes par collage avec l'enduit de base, sous l'armature normale.
 - En angles de baies : Pose de mouchoirs 30cm*30cm, sous l'armature normale.
 - Jonctions entre profilés métalliques : Pose de renforts supplémentaires.



Principes de mise en œuvre

- CPT 3035 (Extrait) : systèmes d'ITE avec enduit mince sur PSE.
 - Produit d'impression :
 - Application après séchage de la couche de base armée (24h minimum).



Principes de mise en œuvre

- Raccords ouvertures

- Isolation des tableaux de fenêtres ?

- **Etude CSTB** : conclusions relatives à l'humidité si non isolation retours fenêtres :
Les risques ne sont pas accrus autour des fenêtres mais ne disparaissent pas par la mise en place d'une ITE
- **Impact sur le remplacement des persiennes métalliques** :
Sur copropriétés MurMur, coûts = 20 à 60 % du coût de l'ITE
- Pose de **mouchoirs** en angles de fenêtres
Sous l'armature normale. Marouflage (30 * 30cm) dans sous enduit, puis 2ème passe de sous enduit pour recouvrir complètement la trame
- **Jonctions ITE avec Volets roulants**

Principes de mise en œuvre

- Raccords ouvertures

- Remarque préalable :

La phase de prise de décision du Maître d’Ouvrage peut avoir un impact sur la performance énergétique du projet. En APD, le choix pourra se baser sur des détails d’EXE, des évaluations économiques et techniques de variantes détaillées, ce qui n’est pas possible en DIAG ou APS.

- Jonctions ITE avec Volets roulants :

Cas concret : travaux d’ITE avec rénovation de menuiseries.

Comparaison de 3 variantes (source ITF) :

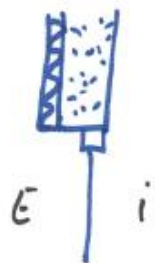
- Base : réglementaire BBC compatible, montant optimisé
- Variante 1 : compromis entre aspect économique et performances
- Variante 2 : meilleure performance globale, coût supérieur.

Principes de mise en œuvre

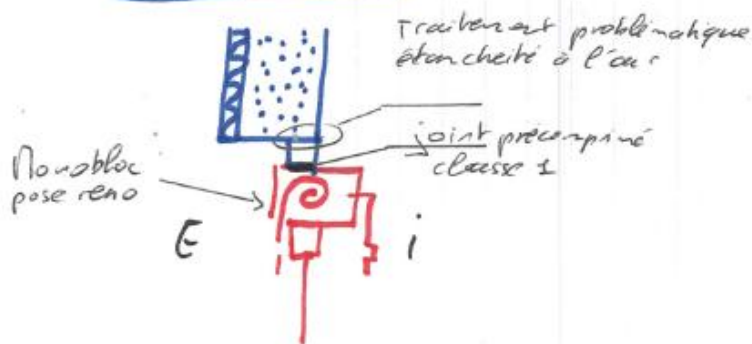
Réhabilitation

Approche 0: Nonobloc pose en rénovation.

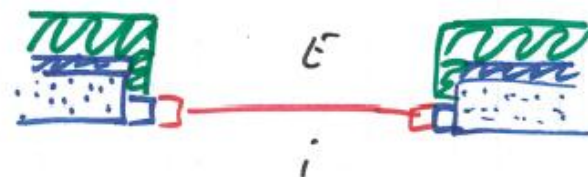
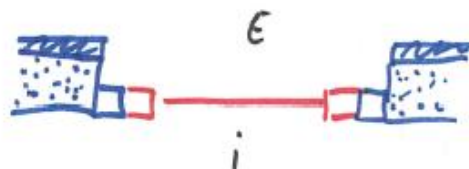
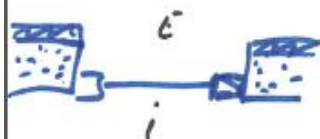
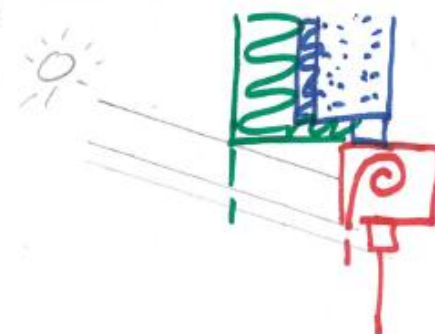
Existant



Travaux 2012



Travaux ultérieurs



Principe de pose de l'enuiserie

- Nonobloc en rénovation
- VR intégré commande manuelle.

Principes de mise en œuvre

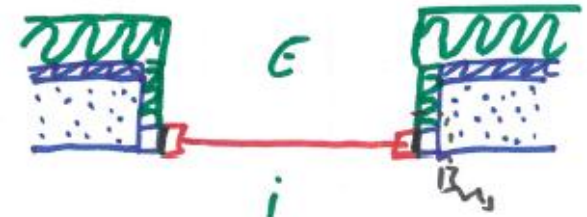
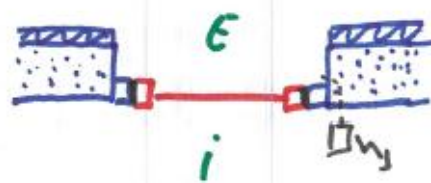
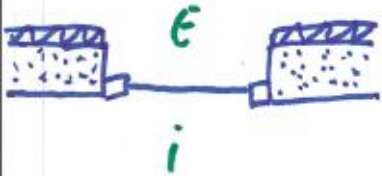
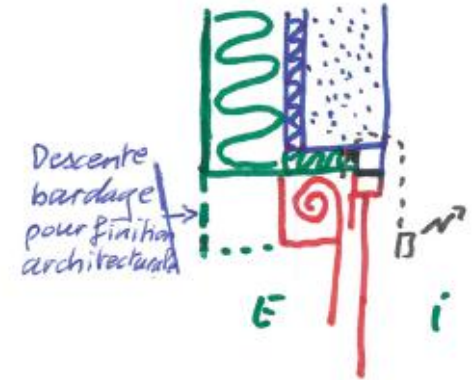
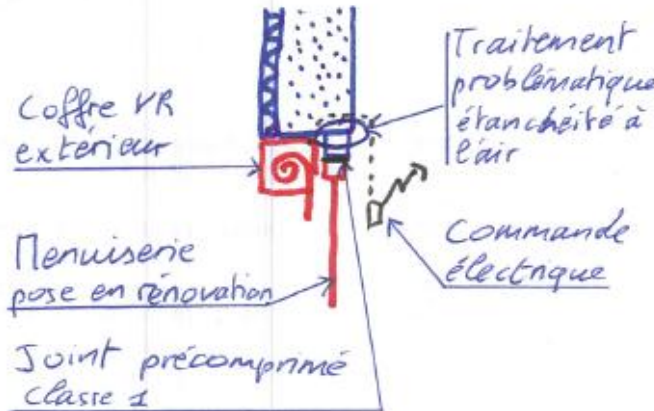
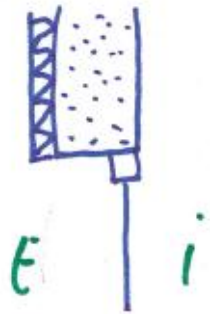
Réhabilitation

Approche 1 : Menuiseries pose en rénovation

Existant

Travaux 2012

Travaux ultérieurs



Principe de pose de menuiserie

- pose en rénovation
- coffre VR extérieur - commande elec.

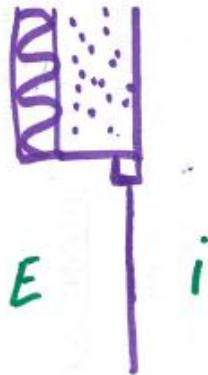


Principes de mise en œuvre

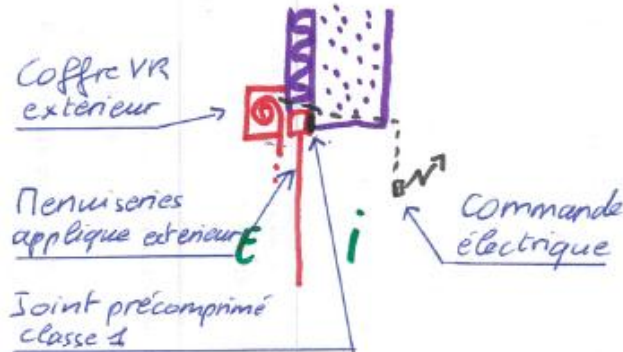
Réhabilitation

Approche 2 : Menuiseries au nu extérieur

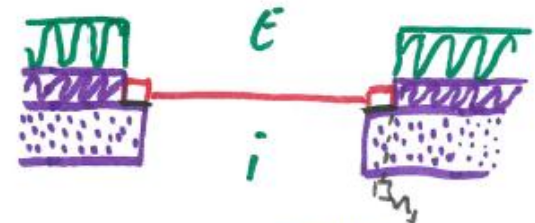
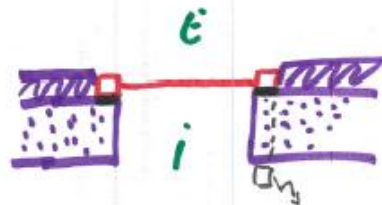
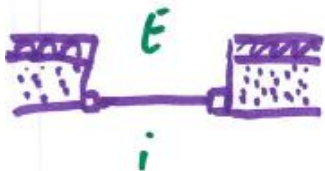
Existant



Travaux 2012



Travaux ultérieurs



Principe de pose de menuiserie

- nu extérieur
- coffre VR extérieur - commande élec



Principes de mise en œuvre



Phase de travaux 2012	BASE	Variante 1	Variante 2 (hors PRO)
Performance globale	<p>Monobloc (VR intégré manivelle) en pose rénovation.</p> <p><u>Réglementaire</u> : OK <u>Réelle</u> : en deçà des calculs</p>	<p>Volets Roulants séparé + commande électrique. Encadrement 3 faces du VR d'un isolant PU 4cm</p> <p><u>Réglementaire</u> : OK <u>Réelle</u> : se rapprochant des calculs. Le VR devient un élément non impactant sur la performance thermique</p>	<p>Pose Menuiseries au nu extérieur. VR séparés commande électrique</p> <p><u>Réglementaire</u> : OK <u>Réelle</u> : au plus proche de ce que l'on peut attendre d'une rénovation énergétiquement très performante.</p>
Pont thermique Étanchéité à l'air	<p><u>Pont thermique</u> non traité <u>Étanchéité à l'air</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> - monobloc, peu performant de part sa conception, malgré les performances affichée des fabricants - jonction dormant/béton, traitement peu performant 	<p><u>Pont thermique</u> traité partiellement en linteau. montants et appui non traité. Reste la faiblesse du dormant existant <u>Étanchéité à l'air</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> - VR ne provoque pas de faiblesse d'étanchéité à l'air - jonction dormant/béton, traitement peu performant 	<p><u>Pont thermique</u> traité de manière performante <u>Étanchéité à l'air</u> traitée de manière performante</p>
Confort d'usage	Éclairage naturel doublement réduit (épaisseur nouveau cadre + hauteur VR)	Éclairage naturel réduit mais impact limité comparé à la solution de base	Éclairage naturel optimisé
Pérennité	Question sur la pérennité d'un dormant qui a déjà 30 ans ? Monobloc, étanchéité à l'air non pérenne	Question sur la pérennité d'un dormant qui a déjà 30 ans ? En cas d'un éventuel déplacement ultérieur de la menuiserie, le VR pourra être conservé.	Il n'existe plus d'élément « ancien ». Nouveau départ dans « la vie » des menuiseries.

Phase de travaux 2012	BASE Monobloc (VR intégré manivelle) en pose rénovation.	Variante 1 Volets Roulants séparé + commande électrique. Encadrement 3 faces du VR d'un isolant PU 4cm	Variante 2 (hors PRO) Pose Menuiseries au nu extérieur. VR séparés commande électrique
Intervention sur site Coût	<u>Intervention</u> minimisée <u>Coût</u> réduit, voir estim	<u>Intervention</u> en logement pour électrification du VR <u>Coût</u> supplémentaire pour motorisation et alimentation électrique (voir estim)	Idem solution 1 <u>coût</u> supplémentaire dû aux sujétions des tableau extérieur qui deviennent intérieur (voir estim APD) + coût supplémentaire traitement des « petits tableau » côté extérieur (non chiffré en APD)
Adaptabilité ultérieure lors de travaux d'isolation extérieure supplémentaires	Très Faible. <u>Pont thermique</u> pourra être traité partiellement <u>Étanchéité à l'air</u> : amélioration impossible <u>Éclairage naturel</u> : nouvelle dégradation dû à l'ajout d'isolation extérieur. <u>Coût à prendre en compte</u> : isolation extérieur + sujétions de retour tableau	Partielle et facilitée Les sujétions atour de la menuiserie nécessitent le traitement des retours tableau, ceci étant facilité pour une préparation (isolant 3 faces du VR) <u>Pont thermique</u> pourra être traité de manière performante et facilité <u>Étanchéité à l'air</u> : il reste le traitement de la jonction dormant/béton qui n'a été traité que partiellement. <u>Éclairage naturel</u> : sans déplacement VR : toujours meilleur que la Base. <i>amélioration possible si départ du VR dans l'isolant extérieur</i> <u>Traitement architectural</u> : facilité par une descente de bardage devant VR pour une façade lisse, VR caché <u>Coût à prendre en compte</u> : isolation extérieur + sujétions de retour tableau <i>déport VR optionnel pour amélioration éclairage naturel</i>	Performante. Les sujétions atour de la menuiserie sont très limités, pas de retours tableau. <u>Traitement architectural</u> facilité par une descente de bardage devant VR pour une façade lisse, VR caché. <u>Coût à prendre en compte</u> : isolation extérieur + déplacement VR.
Performances à terme (thermique, éclairage naturel, architectural)	+	+++	++++

On en est où ?

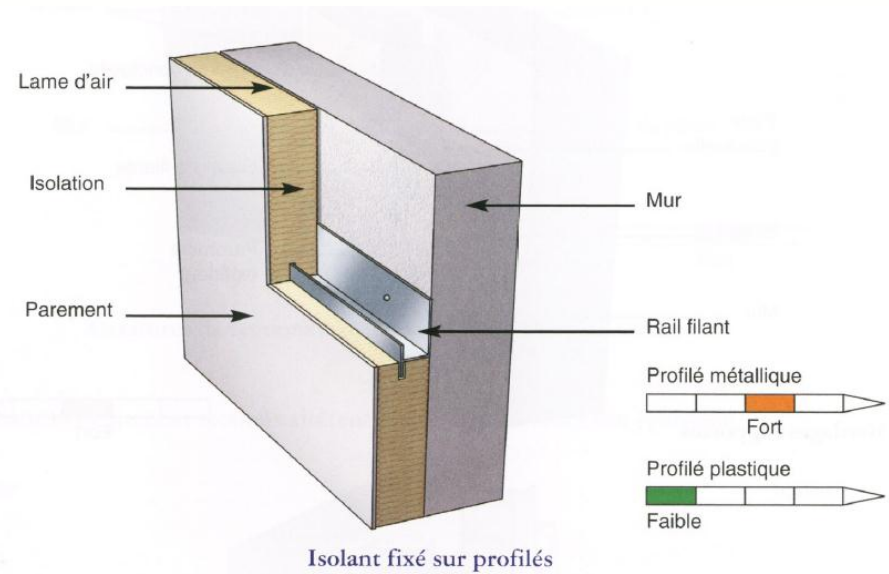
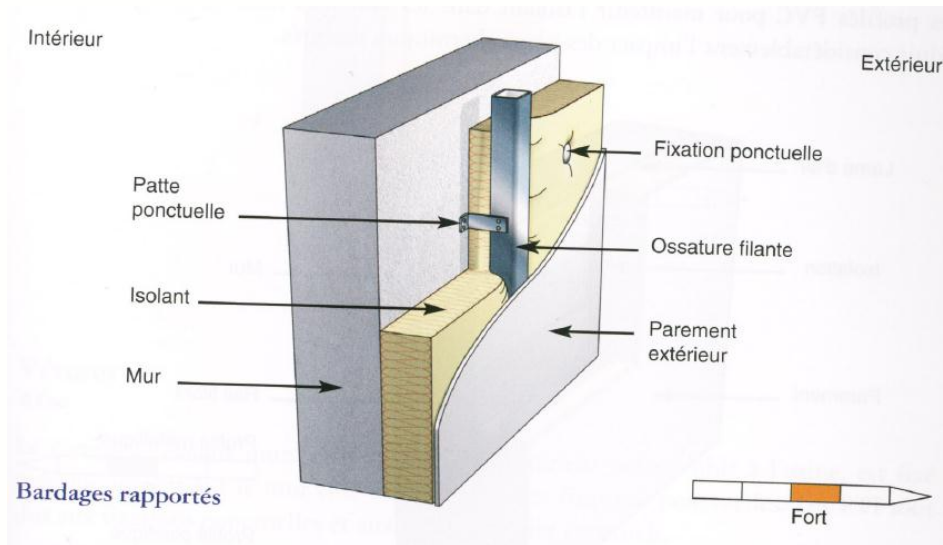
- Introduction
- Procédés ITE
- Fixations des systèmes d'ITE
- Agréments, certifications
- Réglementations
- Principes de mise en œuvre
- **Ponts thermiques ITE**
- Transferts d'humidité dans les parois
- Pathologies ITE
- Matériaux ITE



Ponts thermiques ITE

- Bardages rapportés

- Isolant fixé sur profilés

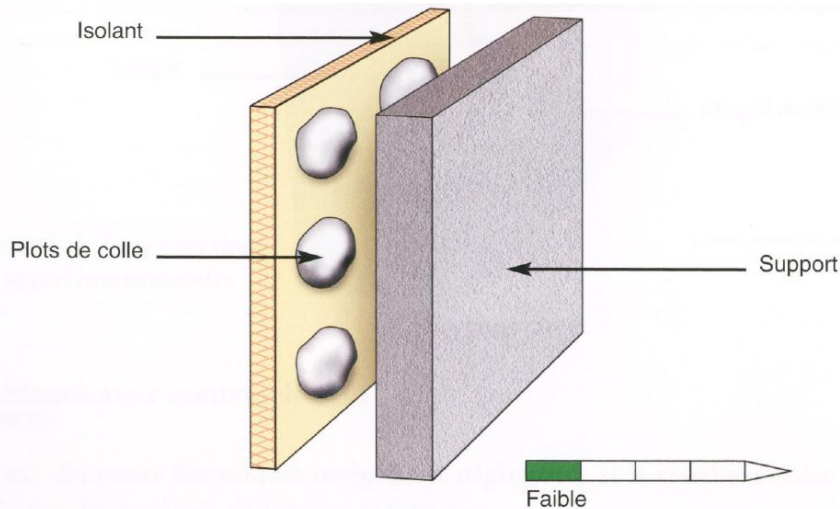


Dégradation de la résistance thermique de la paroi :
faible = 0 à 5% / moyen = 5 à 15% / fort = 15 à 30%

Source : *Les ponts thermiques dans le bâtiment CSTB*

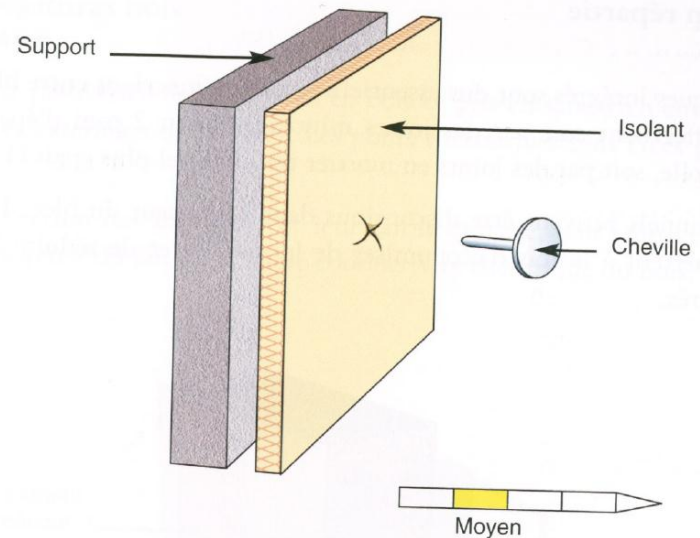
Ponts thermiques ITE

- Isolant collé par plots



Isolant collé par plots
(existe aussi le collage à plein et en croix)

- Isolant fixé par cheville



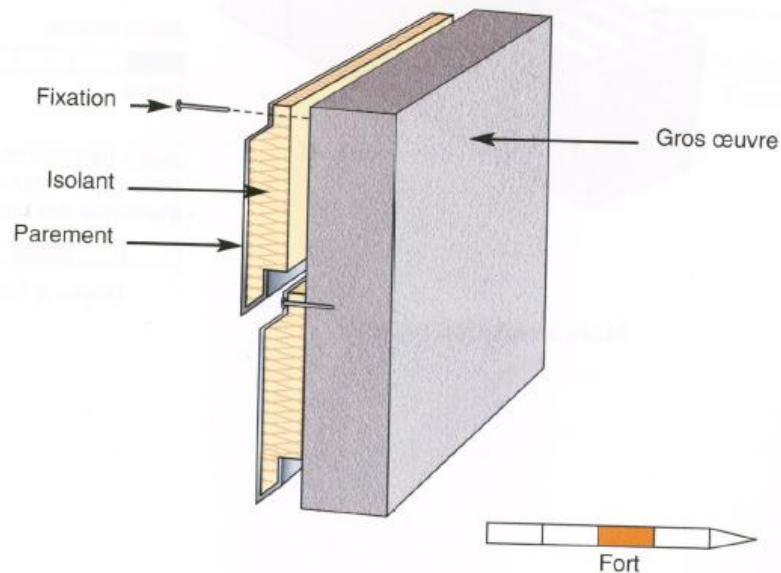
Isolant fixé par cheville-rosace

Dégradation de la résistance thermique de la paroi :
faible = 0 à 5% / moyen = 5 à 15% / fort = 15 à 30%

Source : *Les ponts thermiques dans le bâtiment CSTB*

Ponts thermiques ITE

- Vêtures

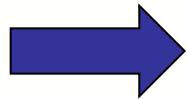


Dégradation de la résistance thermique de la paroi :
faible = 0 à 5% / moyen = 5 à 15% / fort = 15 à 30%

Source : Les ponts thermiques dans le bâtiment CSTB

Ponts thermiques ITE

- Exemple ZAC de Bonne :
 - Systèmes ITE collés chevillés 21cm (ajout chevilles donc ponts thermiques).
 - Bardage : déport + sismicité = pattes + nombreuses de fixation = ponts thermiques supplémentaires.



Passage en ITE (12 cm) + ITI (10 cm) quand c'est possible.

Permet d'apporter plusieurs avantages (passages des gaines intérieures, limitation de l'épaisseur isolant).

L'inertie des dalles et murs de refends est généralement suffisante.

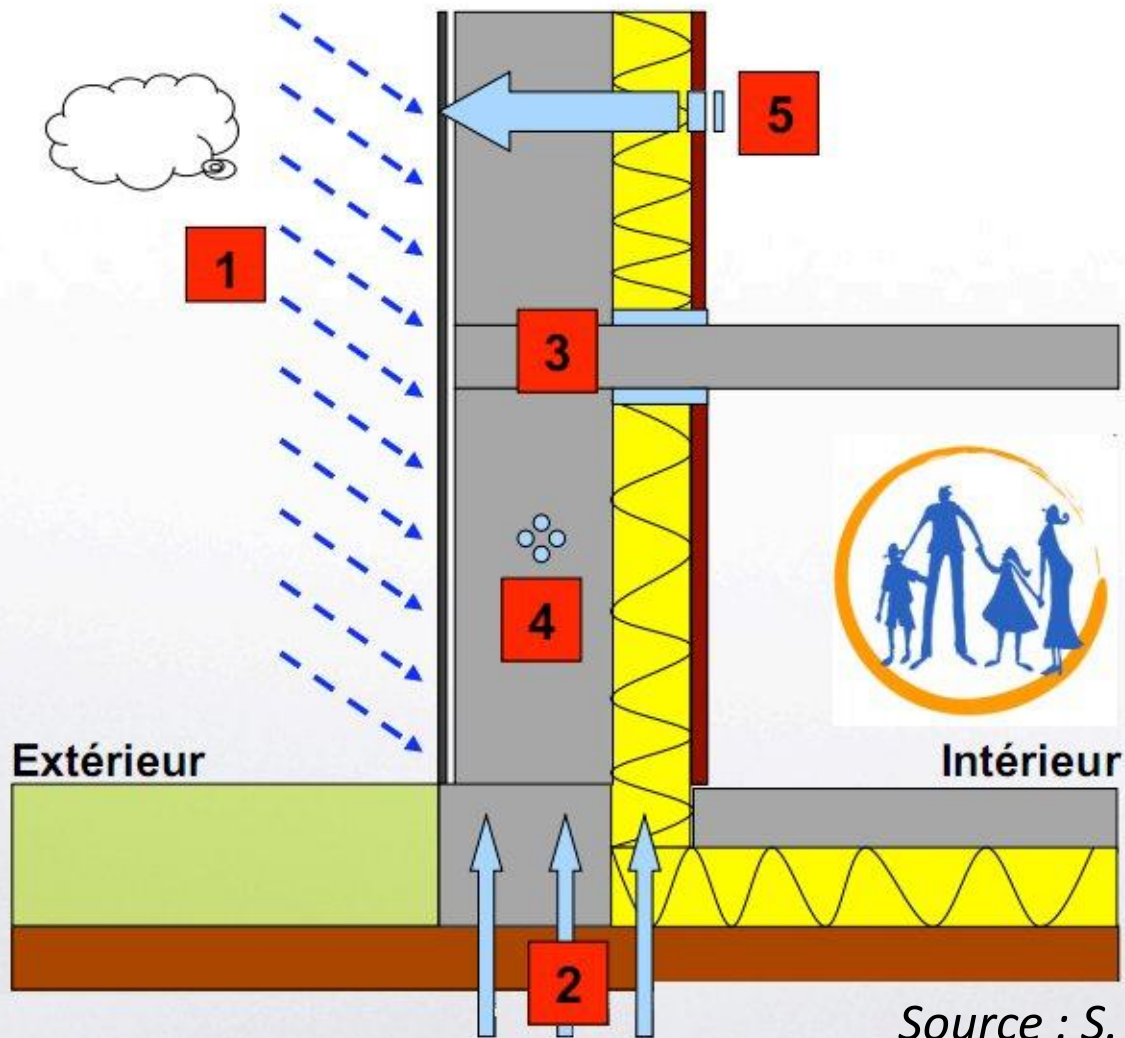
On en est où ?

- Introduction
- Procédés ITE
- Fixations des systèmes d'ITE
- Agréments, certifications
- Réglementations
- Principes de mise en œuvre
- Ponts thermiques ITE
- **Transferts d'humidité dans les parois**
- Pathologies ITE
- Matériaux ITE



Transfert humidité dans les parois

- Origine de l'humidité



1- Pluie

2- Remontées capillaires

3- Fuites d'air
et points froids

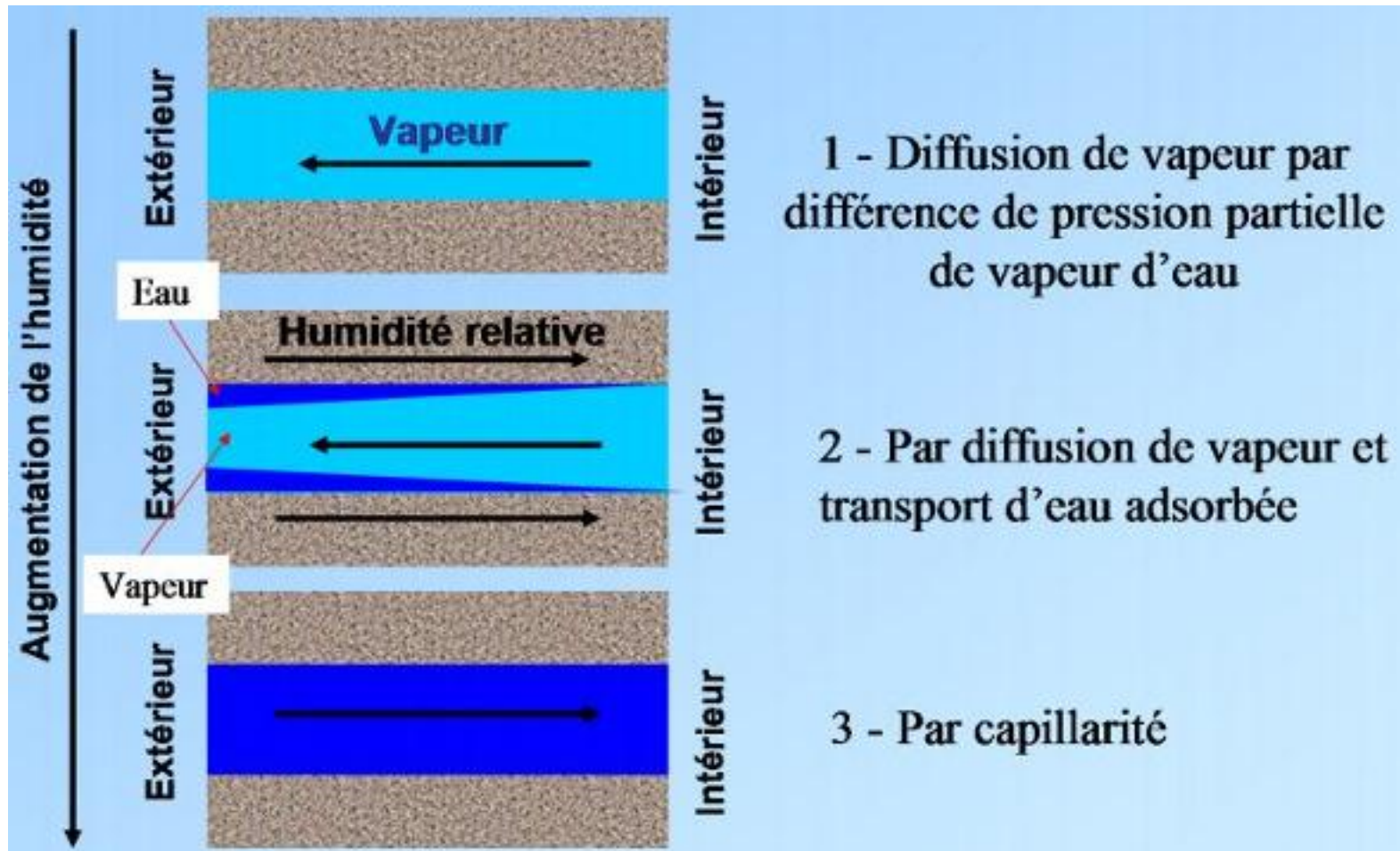
4- Eau contenue
dans les matériaux

5- Vapeur d'eau

Source : S. Courgey – parois et humidité

Transfert humidité dans les parois

- Phénomènes en jeu



Source : Enertech – transfert d'humidité avril 2011

Transfert humidité dans les parois

- **Préconisations : ITE neuf**

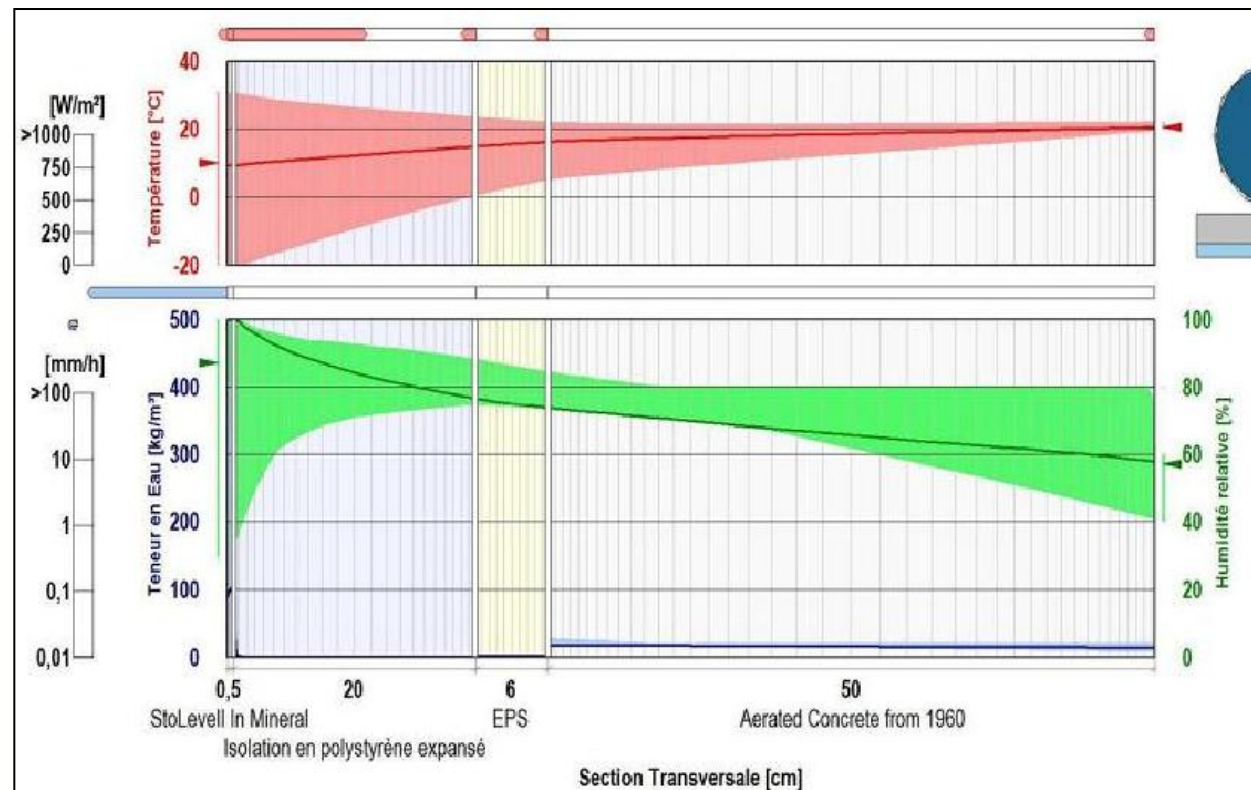
- Choix de matériaux séparant l'isolant de l'air extérieur très **ouverts à la vapeur d'eau**. De plus, particulièrement dans le cas d'un enduit, on vérifiera qu'il soit **capillaire**.
- **Attention à l'utilisation d'adjuvants** (notamment hydrofuges...) qui peuvent réduire fortement, voir arrêter l'aspect capillaire d'un enduit.
- Paroi présentant des **risques de reprise d'humidité**, particulièrement si le parement intérieur est peu capillaire et/ou fermé à la diffusion de vapeur d'eau : → **isolant ouvert à la vapeur d'eau**.
- **Matériaux putrescibles** ou **terre crue** gardant un rôle structurel : → **continuité capillaire** entre intérieur et extérieur.

Transfert humidité dans les parois

- Outils de simulation

- ▶ Statique : méthode de glaser

- ▶ Dynamique : Wufi



ITE et étanchéité à l'air

- La pose d'une ITE augmente l'étanchéité à l'air du bâtiment rénové, en diminuant les infiltrations d'air.

Le renouvellement d'air ne se fait plus comme dans le passé, ce qui a pour conséquence d'augmenter l'humidité de l'air ambiant et l'apparition de nouveaux risques :

- Risque d'intoxication par le monoxyde de carbone dus aux appareils de chauffage et de cuisson.
 - Risques d'inconfort et sanitaire pour l'habitant.
 - Risques de dégradations du bâtiment.
- Le phénomène est accru en cas de remplacement des menuiseries.
 - L'installation d'une ventilation efficace devient nécessaire.

On en est où ?

- Introduction
- Procédés ITE
- Fixations des systèmes d'ITE
- Agréments, certifications
- Réglementations
- Principes de mise en œuvre
- Ponts thermiques ITE
- Transferts d'humidité dans les parois
- **Pathologies ITE**
- Matériaux ITE



Pathologies ITE

- **Défauts d'aspects : Salissures, coulures**

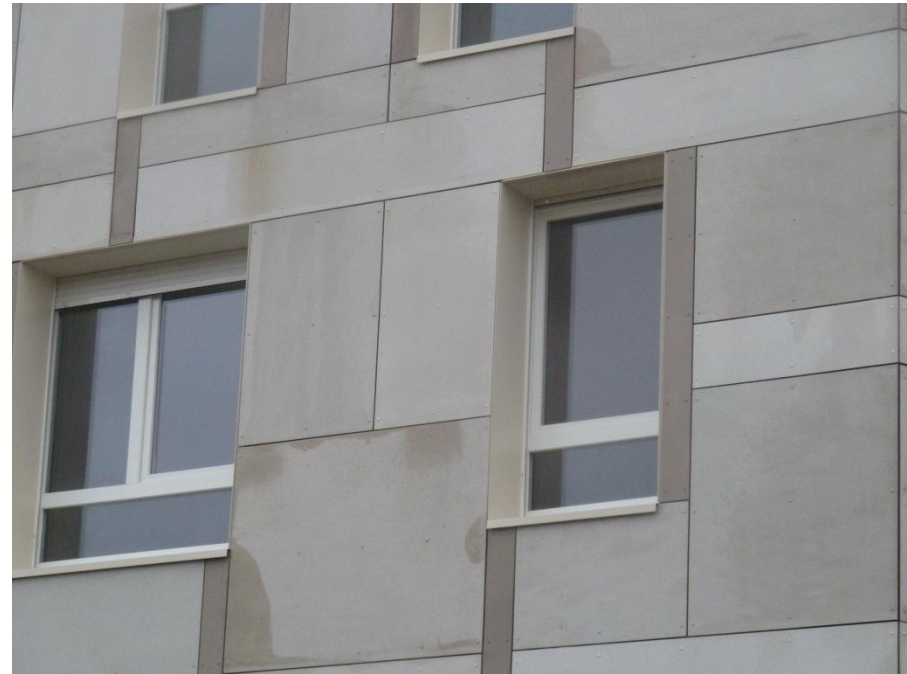


Causes : Infiltrations d'eau



Solutions :

- Prise en compte du cheminement de l'eau en façade en évitant les points de stagnation, choix architecturaux.
- Réalisation de goutte d'eau en partie basse
- Etanchéité des joints sur chevrons, couverture
- Bavettes avec oreilles et nez suffisants.
- Bavettes et remontées latérales d'une seule pièce.



Pathologies ITE

- **Défauts d'aspects** : Spectre entre panneaux ou points de fixations



Causes :

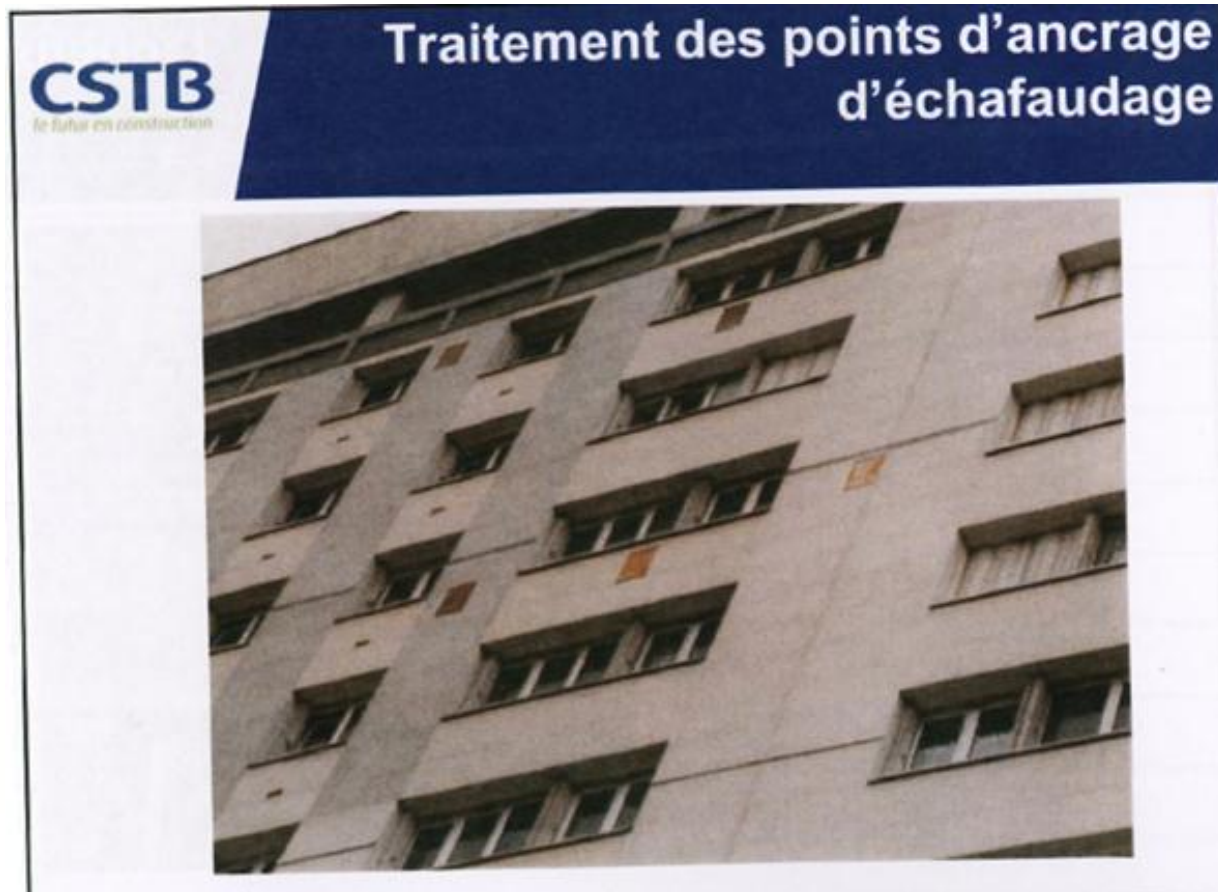
- Migration préférentielle de vapeur d'eau intérieure
- Défaut d'enduit



Source : FEMA

Pathologies ITE

- Défauts d'aspects



Pathologies ITE

• Fissures



Cause : Joints d'étanchéité mal dimensionnés, mauvaise jonction des matériaux



Source : FEMA

- Décapage et nettoyage anciens **supports**
- **Pose** de plaques isolant bord à bord (reboucher PSE les joints ouverts entre plaques), pose en quinconce, ponçage désaffleures. Décalage des jonctions (panneaux, béton, rails...). Découpe isolant en L aux angles de baies. Réserve 5mm dans l'isolant aux points durs et désolidarisation.
- Respect joints de **dilatation**. Espacement rails de 3mm.
- Double **entoilage** ou sous enduit armé pour réduire le risque, renfort d'armature dans l'enduit à la jonction de 2 matériaux support différents, mouchoirs en angles fenêtres et saillies, renfort aux arêtes et jonctions des rails de départ.
- Qualité et respect épaisseurs d'**enduit**, attention aux chocs thermiques sur enduits foncés.
- **Météo** lors de la pause

Pathologies ITE

- **Bombements, tuilages**

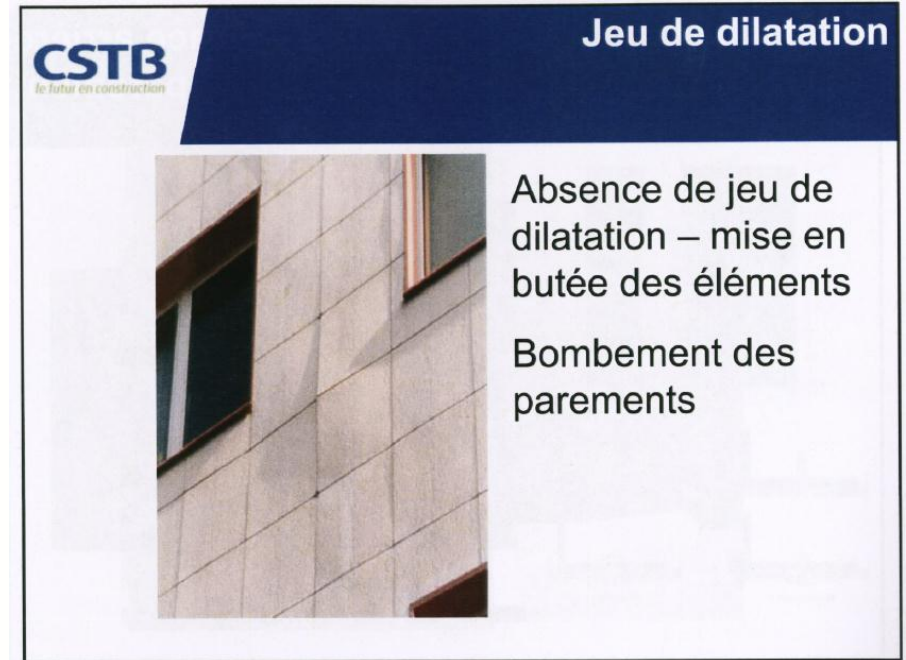


Causes : variations dimensionnelles des panneaux dues à une insuffisance d'épaisseur du sous-enduit, un défaut de positionnement de l'armature, ou une mauvaise utilisation de la colle.



Solutions :

- Protection PSE gris pour éviter bombement au soleil,
- Respect des jeux de dilatation,
- Un enfoncement trop important des chevilles sur panneaux semi-rigides provoque le relèvement des bords libres du panneau



Pathologies ITE

- Décollement + salissures



Causes : Humidité et développement de micro organismes



Solutions :

- Respect hauteur profil bas
- matériaux

Pathologies ITE

- **Décollement, Arrachement, dommages liés à des chocs**



Causes: absence de la couche d'impression assurant la parfaite adhérence sur le sous-enduit armé, infiltrations d'eau à l'arrière du revêtement



Solutions :

- EMI non préconisé en rez-de-chaussée.
- Double entoilage : marouflage 2^{ème} armature normale après séchage de la 1^{ère}.
- Sous enduit armé (sur hauteur > 2m) : marouflage d'une armature métallique supplémentaire après séchage. Les renforts d'angles sont posés sur l'armature renforcée.
- Changement de la nature du parement. Un vêtage ou bardage sera plus résistant.
- En cas de malveillance, préférer la réalisation d'un contre-mur.



Pathologies ITE

- **Décollement enduit, cloquage, pelage**



Causes : Absence couche d'impression assurant la parfaite adhérence sur le sous - enduit armé, infiltrations d'eau à l'arrière du revêtement



Solutions :

- Soins d'application de l'enduit
- Choix d'un enduit sans ciment si rénovation
- Protection contre les entrées d'eau en partie haute et appui de baies

Pathologies ITE

- **Décollement Isolant du mur**



Causes :

- Mauvais décapage support, présence de poussières au moment du collage, saponification (colle + ciment)

Pathologies ITE

- Arrachement du revêtement



Causes : non-prise en compte des pressions/dépressions exercées par les vents sur les façades, non réalisation de tests d'arrachement avant pose



Solutions :


- Augmenter la densité des fixations aux points singuliers et pour des éléments découpés

On en est où ?

- Introduction
- Procédés ITE
- Fixations des systèmes d'ITE
- Agréments, certifications
- Réglementations
- Principes de mise en œuvre
- Ponts thermiques ITE
- Transferts d'humidité dans les parois
- Pathologies ITE
- **Matériaux ITE**



Matériaux ITE

Isolant	Prix du complexe isolant + finition	Lambda (2) (4)	Densité (kg/m3) (1) (4)	Confort été. (5)	Enduit possible	Energie grise. CO2. (3 et 2) (1)	Comportement au feu matériau seul (1)	Capillarité permet le transit de l'eau liquide) (2)	hygroscopie (laisse passer la vapeur d'eau) (2) (4)	Putrescibilité et altérabilité (2)	Remarques / Reconnaissance technique en France (2)
 PSE (polystyrène expansé)	😊	😊 0.035	10-30	😞	😊	☹️ 😞 CO2: 😞	😞	Non capillaire	Etanche à la vapeur d'eau $\mu=20-100$ $S_d = \mu * e$	😊 Non putrescible non altérable	Le plus utilisé. <u>Nbx</u> produits sous avis techniques et certification ACERMI
PSX (polystyrène extrudé) Utilisé pour sols et toitures plates le plus souvent	😊 😐	😊 0.035	25-45	😞	😊	😞 😞 CO2: 😞	😞	Non capillaire	Etanche à la vapeur d'eau $\mu=80-100$	😊 Non putrescible non altérable	<u>Nbx</u> produits sous avis techniques et certification ACERMI
PUR polyuréthane	😐	😊 0.03		😐	😊	😞 ? CO2: 😞	😞 ?	Non capillaire	Etanche à la vapeur d'eau $\mu=30-100$	😊 Non putrescible non altérable	<u>Nbx</u> produits sous avis techniques et certification ACERMI
PIV Isolants sous vide	😞	😊 0.005	?	?	?	? 😞 CO2: 😞	?	Non capillaire	Etanche à la vapeur d'eau $\mu=+\infty$	😊 Non putrescible. Fragilité	Pas encore de reconnaissance en France

Sources : (1) « la maison écologique 2012 n°67, (2) formation S. Courgey « Parois et humidité » - Arcanne., (3) base de données [Baubook \(Voralberg/IBO - Autriche\)](#), (4) internet et fournisseur, (5) habitat naturel n°10 – printemps 2011, (6) multiples.

Matériaux ITE

Isolant	Prix du complexe isolant + finition	Lambda (2) (4)	Densité (kg/m3) (1) (4)	Confort été. (5)	Enduit possible	Energie grise. CO2 (3 et 2) (1)	Comportement au feu matériau seul (1)	Capillarité permet le transit de l'eau liquide) (2)	hygroscopie (laisse passer la vapeur d'eau) (2) (4)	Putrescibilité et altérabilité (2)	Remarques / Reconnaissance technique en France (2)
Laine de roche	😊	😊 0.04	40-150 panneaux	😞 😊 fonction densité	😊 panneaux	😊 😞 CO2 : 😊 😞	😊	Non capillaire	Perméable à la vapeur d'eau mu=1 à 2	😊 Non putrescible mais altérable	Nbx produits sous avis techniques et certification ACERMI
Laine de verre	😊	😊 0.04	40-100 panneaux	😞	😞	😊 😞 CO2 : 😊 😞	😊	Non capillaire	Perméable à la vapeur d'eau mu=1 à 2	😊 Non putrescible mais altérable	Nbx produits sous avis techniques et certification ACERMI
Fibre de bois panneaux	😊	😊 0.05	140-280 panneaux rigides	😊	😊	😊 😞 CO2 : 😊	😞	Capillaire	Perméable à la vapeur d'eau mu=1 à 10 augmente avec densité	😊 Difficilement putrescible (traité)	Quelques produits sous ATec et/ou certifiés ACERMI
Ouate Cellulose en panneaux	😊	😊 0.04	40-70	😊	😞	😊 😞 CO2 : 😊	😊 😞	Capillaire	Perméable à la vapeur d'eau mu=1 à 2	😊 Difficilement putrescible (traité)	Quelques produits sous ATec

Sources : (1) « la maison écologique 2012 n°67, (2) formation S. Courgey « Parois et humidité » - Arcanne., (3) base de données Baubook (Voralberg/IBO – Autriche), (4) internet et fournisseur, (5) habitat naturel n°10 – printemps 2011, (6) multiples.

Matériaux ITE

Isolant	Prix du complexe isolant + finition	Lambda (2) (4)	Densité (kg/m3) (1) (4)	Confort été. (1) (4) (5)	Enduit possible	Energie grise / CO2. (3 et 2) (1)	Comportement au feu matériau seul (1)	Capillarité permet le transit de l'eau liquide) (2)	hygroscopie (laisse passer la vapeur d'eau) (2) (4)	Putrescibilité et altérabilité (2)	Remarques / Reconnaissance technique en France (2)
Verre cellulaire	☹️ ☹️	😊 0.04	100-120	☹️	😊	(4) (6) ? ☹️ CO2 : ☹️ ☹️	😊	Non capillaire	Étanche à la vapeur d'eau	😊	Verre recyclé. Convient aussi pour l'isolation de murs enterrés. Stabilité dimensionnelle. 2 ATE avec enduits à la chaux (Foamglas).
Blocs de chanvre	😊	☹️ 0.07	300	😊	😊	😊 ☹️ CO2 : 😊	😊	Capillaire	Perméable à la vapeur d'eau mu=1 à 4	☹️ Difficilement putrescible difficilement altérable	Autoportant ATE (Chanvribloc).
Multipor = Béton cellulaire allégé	😊	😊 0.045	115	😊	😊 ☹️ unique ment enduit mince*	😊 ☹️ CO2 : ☹️	😊	Capillaire	Perméable à la vapeur d'eau mu=3	😊 Non putrescible non altérable	Autoportant. ATE, ATE en cours. *Enduit lourd impossible : risque cisaillement (choc thermique)
Liège expansé panneaux	☹️	😊 0.045	110-150	😊	😊	😊 ☹️ CO2 : 😊	☹️	Non capillaire	Intermédiaire vis-à-vis de la vapeur d'eau mu=5 à 30	😊 Non putrescible non altérable	Quelques produits certifiés ACERMI
paille	😊	☹️ 0.06	90-110	😊	😊	😊 ☹️ CO2 : 😊	☹️ ☹️ selon sources	Capillaire	Perméable à la vapeur d'eau mu=1 à 2	☹️ putrescible	Règle pro (compaillons). ATE en cours

Sources : (1) « la maison écologique 2012 n°67, (2) formation S. Courgey « Parois et humidité » - Arcanne., (3) base de données Baubook (Voralberg/IBO – Autriche), (4) internet et fournisseur, (5) habitat naturel n°10 – printemps 2011, (6) multiples.

Tableau donné à titre informatif, susceptible de modifications

Jeudi de l'ALEC – ITE – 20 septembre 2012

Retours d'expériences

- Campagne d'isolation Mur Mur



Merci pour votre attention !

- ➔ **RDV sur le site internet de l'ALEC pour retrouver les supports : www.alec-grenoble.org**
- ➔ **Prochain Jeudi de l'ALEC le 18 octobre 2012 :**
« Quelle contribution des usagers à la performance énergétique des bâtiments ? »
Apports théoriques et retours d'expériences
14h00 - 17h00 - Grenoble salle Oisans – Stade des Alpes.