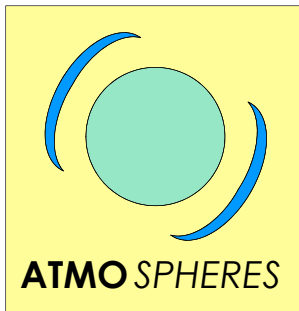


*Thermique, acoustique et ventilation : les vrais faux amis !
Regards croisés entre un acousticien et un thermicien*

L'isolation thermique et acoustique de l'enveloppe (par l'extérieur et par l'intérieur)

Principes et solutions, principaux problèmes rencontrés



Introduction

Les enjeux de l'énergie

- réchauffement climatique
- diminution des ressources fossiles

Place du bâtiment > 40% de la consommation d'énergie primaire en France

Grenelle de l'environnement

En 2020, le parc de bâtiments dans son ensemble devra consommer 38% de moins qu'aujourd'hui

- Bâtiments neufs : évolution des réglementations (RT2005, 2012 ...), apparition de nombreux labels et certifications...
- Rénovation : potentiel très important d'économies d'énergie, RT Existant (RT par éléments ou RT Globale) apparition de labels rénovation

L'isolation thermique et acoustique de l'enveloppe (ITI et ITE)

Principes et solutions, principaux problèmes rencontrés

❖ Différents types d'isolation de façade : **paroi béton / répartie / paroi légère**

⇒ Différentes caractéristiques pratiques, techniques, thermiques...

❖ Valeurs présentées :

- concernent les **parties courantes de façades** (hors menuiseries, incidences des angles, etc.)

- énergie grise et indice de changement climatique :

rapporté au m² de façade (parties courantes)

hors transport (sortie d'usine)

donnés pour une résistance thermique équivalente de 4 m².K/W

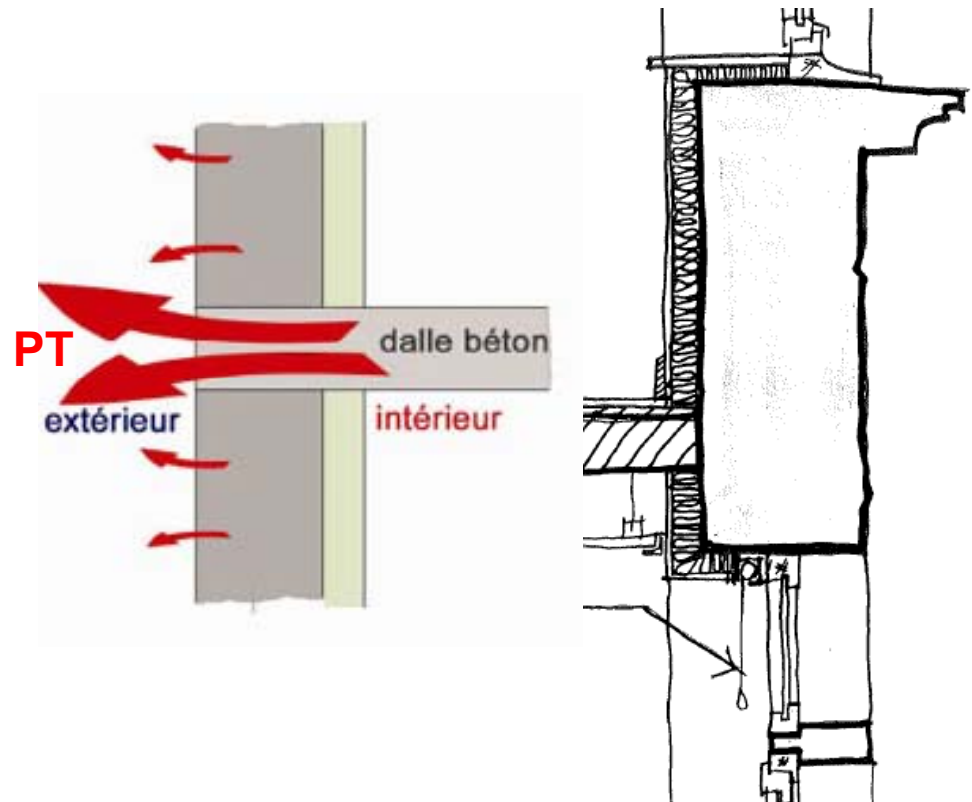
- coûts : ordres de grandeur régionaux fournis en € HT par BATECO

donnés pour une résistance thermique équivalente de 4 m².K/W










Acoustique : Jean-Baptiste Chéné / CSTB

Façade porteuse Isolation par l'intérieur (ITI)

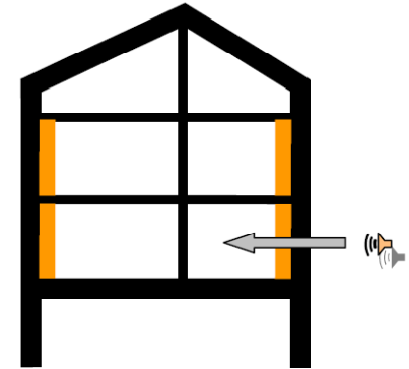
Faisabilité Pratique	Rénovation : - unique possibilité si l'aspect extérieur ne peut être modifié - pas d'échafaudage - intérieur du bâtiment à refaire	😊 😊 😞
Epaisseur mur	$R_{th} = 4 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ => 18 cm béton + 16 cm isolant Courant : 10-12 cm d'isolant Max : 16 cm d'isolant (laine)	😊 😞
PT	- nombreux PT (liaisons mur/plancher, refends ...) - menuiseries au nu intérieur : pas de PT	😞 😊
Confort été	Pas d'inertie des murs	😞
Étanch. air	Assurée par le béton (banché)	😊
Faisabilité technique	- ITI : le plus courant, donc bien maîtrisé - Rupteurs de PT : problèmes structurels	😊 😞
NRJ grise	510 MJ/m ²	😊
Chgt clim.	0.7 kgCO ₂ eq/an/m ²	😞
Coût	170 € HT/m ²	😊



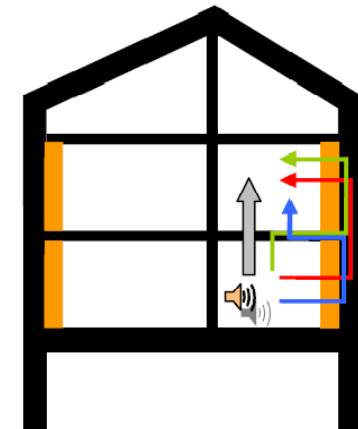
Performance thermique limitée (PT élevés)
=> Isolation par l'extérieur ?

Amélioration de l'affaiblissement acoustique (ΔR)	<ul style="list-style-type: none"> - Doublage thermo-acoustique (épaisseur du primitif $\geq 60\text{mm}$), à base de laine minérale ou de PSE élastifié, il aura un ΔR positif - Doublage thermique à base de mousse rigide (PSE, XPS, PU,...), il aura un ΔR négatif 	 
Isolement acoustique de façade	<ul style="list-style-type: none"> - Zone calme : L'ITI a peu d'impact - Zone bruyante : Si l'ITI est Thermique uniquement il pourra avoir un impact négatif - Zone bruyante : Si l'ITI est thermo-acoustique il n'aura pas d'impact 	  
Isolement acoustique intérieur	<p>Neuf :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Les ITI thermo-acoustiques permettent de rendre négligeables les transmissions latérales de façade - Les ITI thermiques renforcent les transmissions latérales de façade et rendront certaines solutions non réglementaires 	 
Isolement acoustique intérieur	<p>Rénovation :</p> <ul style="list-style-type: none"> - La pose d'un ITI thermique peut dégrader la situation existante - La pose d'un ITI thermo acoustique peut améliorer la situation existante 	 

Façade porteuse
Isolation par l'intérieur (ITI) :
Impact acoustique



Isolement Acoustique de façade

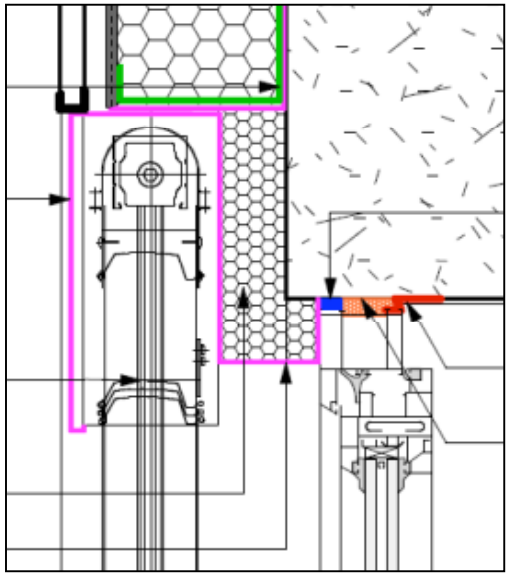
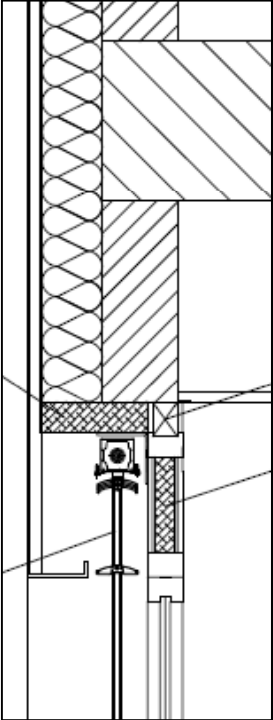
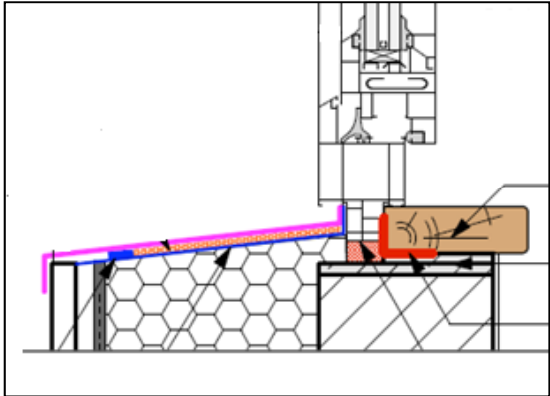


Isolement Acoustique intérieur

L'usage d'une ITI thermo acoustique permet d'éviter des contre performances en neuf comme en rénovation

Faisabilité Pratique	Rénovation : - modification façade possible ? - espace intérieur non perturbé - échafaudage nécessaire - finition : vêtue (chère), enduit pas toujours esthétique	😊 😊 😞
Épaisseur mur	$R_{th} = 4 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W} \Rightarrow$ 18 cm béton + 16 cm isolant Courant : 12 cm d'isolant Max : 16-30cm d'isolant (polyst)	😊 😊
PT	- Traite la plupart des PT - si fenêtres au nu intérieur : prévoir retour d'isolant - PT d'accroche de l'isolant (rails / chevilles)	😊 😞 😞
Confort été	Conserve l'inertie du mur	😊
Étanch. air	Assurée par le béton (banché)	😊
Faisabilité technique	- ATEX jusqu'à 30 cm (polyst.) (mais fragile) - Réservations dans béton pour passage câbles	😊 😞
NRJ grise	560 MJ/m ²	😊
Chgt clim.	0.7 kgCO ₂ eq/an/m ²	😞
Coût	Avec RME/RPE : 200-220 €/m ² Avec bardage : 280-300 €/m ²	😊 😞

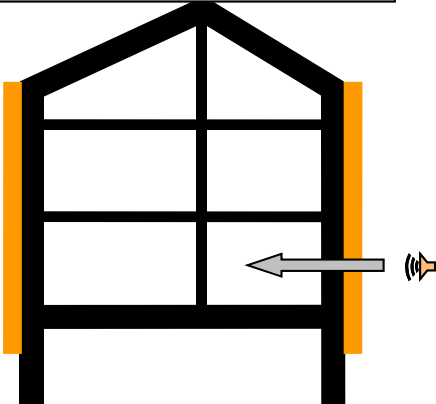
Façade porteuse Isolation par l'extérieur (ITE)



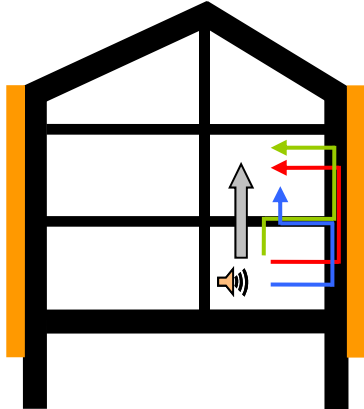
Grande épaisseur
d'isolant : complexe
=> Isolation intérieure +
extérieure

**Façade porteuse
Isolation par l'extérieur (ITE) :
Impact acoustique**

Amélioration de l'affaiblissement acoustique ΔR	- Peu de données en France - Négatif pour une partie d'entre eux (notamment ceux à base de mousse rigide)	☹️
Isolement acoustique de façade	Idem ITI	
Isolement acoustique intérieur	Neuf : (53 dB) - Solution tout béton (façade, plancher et refend) permet d'atteindre l'objectif	😊
	- Autre : il faut faire attention car nombre de configurations ne permettent pas de respecter la réglementation	☹️
	- Les isolements supérieurs (55 ou 58 dB) nécessitent généralement un traitement intérieur	☹️
Isolement acoustique intérieur	Rénovation : Cette solution ne permet pas d'améliorer la situation existante, mais ne la dégrade pas non plus	😐



Isolement Acoustique de façade

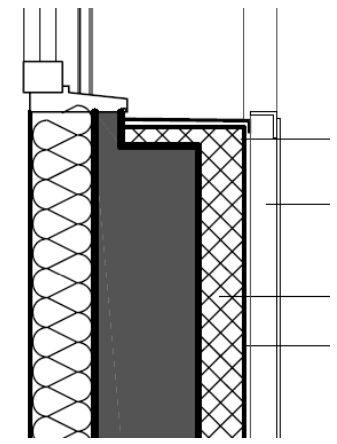
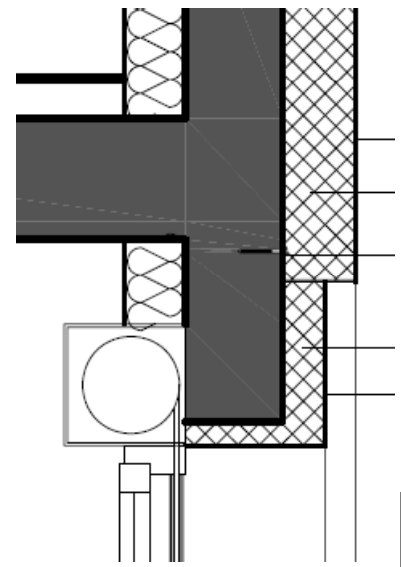
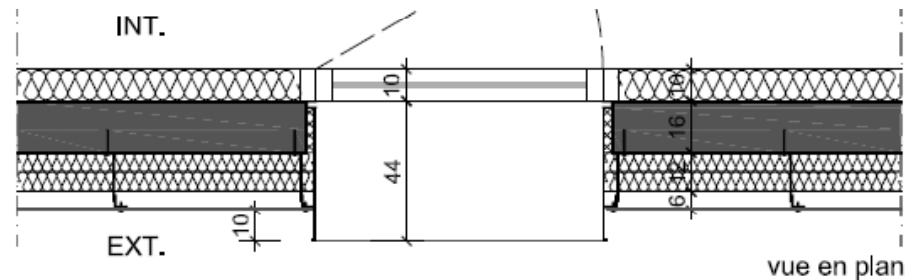


Isolement Acoustique intérieur

Le non traitement des transmissions latérales de façade limite l'utilisation du procédé => traitement complémentaire par un ITI thermo acoustique?

Faisabilité Pratique	2 interventions (intérieur + extérieur)	☹️
Épaisseur mur	- $R_{th} = 4 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W} \Rightarrow$ 8 cm isolant intérieur + 18 cm béton + 8 cm isolant extérieur - Épaisseur isolant int. et ext. peut être augmentée	😊 😊
PT	- traite les PT de nez de dalle et de refends - simplifie l'isolation au niveau des menuiseries : rarement besoin de retour (isolant des 2 côtés)	😊 😊
Confort été	Perte de l'inertie du mur	☹️
Étanch. air	Assurée par le béton (banché)	😊
Faisabilité technique	- ITE : épaisseur + faible \Rightarrow mise en œuvre + facile ; utilisation possible d'autres types d'isolants que polyst. - ITI : meilleur rapport shon / shab ; pas de réservations à faire dans béton (câbles)	😊 😊
NRJ grise	530 MJ/m ²	☹️
Chgt clim.	0.7 kgCO ₂ eq/an/m ²	☹️
Coût	225 € HT /m ²	☹️

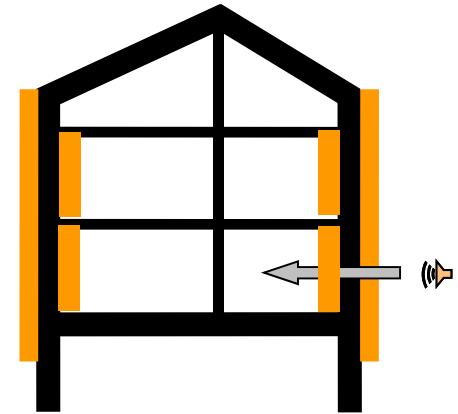
Façade porteuse ITI + ITE



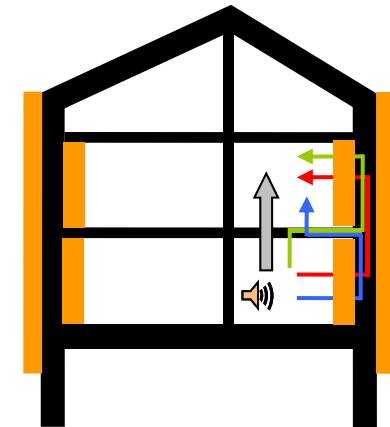
Autre possibilité que le béton
 \Rightarrow Isolation thermique répartie
(structure + isolation)

Façade porteuse
ITE+ITI : Impact acoustique

Amélioration de l'affaiblissement acoustique	Attention il faudra ici disposer des deux ΔR (intérieur et extérieur) par rapport au mur support : - Peu de données en France sur ITE - Probablement très négatif si ITE et ITI thermique uniquement	☹️
Isolement acoustique de façade	- Zone calme : L'ITI+ITE ont peu d'impact - Zone bruyante : Si les ΔR de l'ITE et de l'ITI sont négatifs il pourra y avoir un impact négatif	☺️ ☹️
Isolement acoustique intérieur	Neuf et rénovation : Idem ITI	



Isolement Acoustique de façade

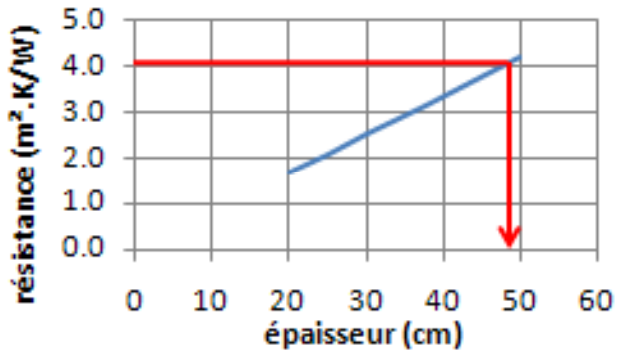
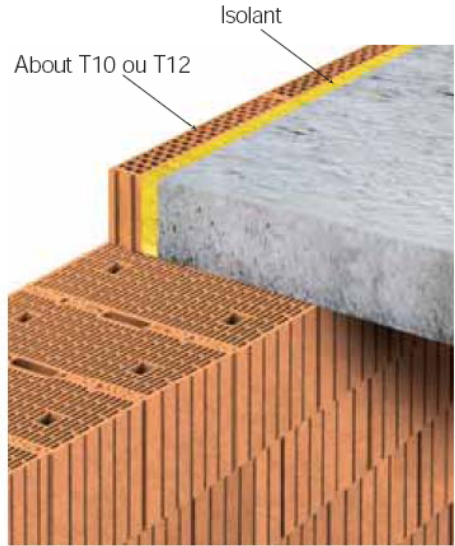
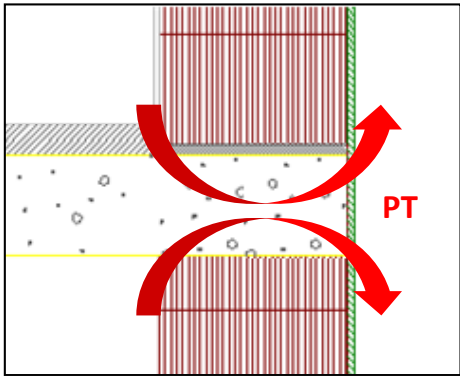


Isolement Acoustique intérieur

Bon compromis thermique et acoustique si l'ITI est thermo-acoustique

Façade porteuse ITR

Faisabilité Pratique	- Uniquement pour le neuf	😊
	- Pratique, tout en 1	😊
	- Nécessite un RME	😞
	- Calepinage très rigoureux	😞
	- Dimensions fonction fabricant	😞
- Peu d'entreprises	😞	
Épaisseur mur	$R_{th} = 4 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W} \Rightarrow 50 \text{ cm}$ de monomur (= épaisseur maxi)	😞
PT	- Nombreux PT (mur/plancher...)	😞
	- Possibilité de les traiter en partie (isolant en nez de dalle)	😊
Confort été	Confort d'été : déphasage important (8h pour 50 cm)	😊
Étanch. air	Variable selon qualité mise en œuvre (défauts à la pose)	😊
Faisabilité technique	- R+3 maxi (structure)	😞
	- sismique : ajout poteaux béton	😞
	- 50 cm : pénibilité de mise en œuvre, temps de pose...	😞
	- bon degré coupe feu	😊
NRJ grise	Béton cellulaire : 690 MJ/m ²	😊
	Brique alvéolaire : 1250 MJ/m ²	😞
Chgt clim.	Béton cell. : 0.8 kgCO ₂ /an/m ²	😞
	Brique alv. : 0.7 kgCO ₂ /an/m ²	😞
Coût	150 € HT /m ² + surcoût fenêtres	😊

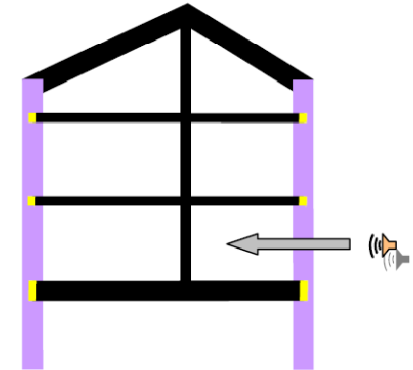


Épaisseur du mur trop importante pour arriver à une performance thermique élevée
=> Ajouter de l'isolant intérieur ?

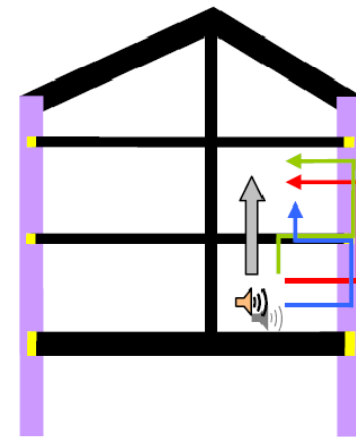
Façade porteuse
Isolation répartie (ITR) : Impact
acoustique

Indice d'affaiblissement acoustique	Rw+Ctr généralement compris entre 38 et 45 dB	☹️
Isolement acoustique de façade	- Zone calme : L'ITR a peu d'impact - Zone bruyante : le R_w+Ctr de l'ITR pourra avoir un impact	☹️ ☹️
Isolement acoustique intérieur	Neuf : - Il existe quelques solutions pour l'isolement de 53 dB en respectant des mises en œuvres spécifiques (attention il n'y a pas de solutions validées actuellement pour des épaisseurs de 50cm) - Pour les isollements supérieurs il y a nécessité d'un traitement complémentaire intérieur.	😊 ☹️

L'indice d'affaiblissement « limité » des ITR couplés a des isolement latéraux défavorables complique l'utilisation de ces procédés en collectif => Utilisation d'un traitement complémentaire par un ITI thermo acoustique?



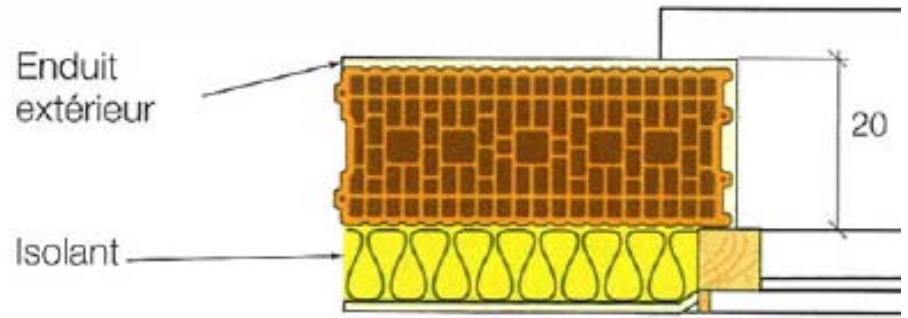
Isolement Acoustique de façade



Isolement Acoustique intérieur

Faisabilité Pratique	<ul style="list-style-type: none"> - Uniquement pour le neuf - Perd l'aspect « tout en 1 » - Nécessite un RME - Possibilité de couper briques, mise en œuvre simple 	<p>☹</p> <p>☹</p> <p>☺</p>
Épaisseur mur	$R_{th} = 4 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W} \Rightarrow$ brique monomur de 20 cm + 10 cm d'isolant int. (laine)	☺
PT	Même pb que monomur seul : <ul style="list-style-type: none"> - Nombreux PT (liaisons mur / plancher, refends...); - Possibilité de les traiter en partie (isolant en nez de dalle) 	<p>☹</p> <p>☹</p>
Confort été	Pas d'inertie des murs	☹
Étanch. air	Variable selon qualité mise en œuvre (défauts à la pose)	☹
Faisabilité technique	<ul style="list-style-type: none"> - R+3 maxi (structure) - sismique : ajout poteaux béton - bon degré coupe feu 	<p>☹</p> <p>☹</p> <p>☺</p>
NRJ grise	Béton cellulaire : 460 MJ/m ² Brique alvéolaire : 660MJ/m ²	<p>☹</p> <p>☹</p>
Chgt clim.	Béton cell. : 0.5 kgCO ₂ /an/m ² Brique alv. : 0.4 kgCO ₂ /an/m ²	<p>☹</p> <p>☹</p>
Coût	100-120 € HT /m ²	☺

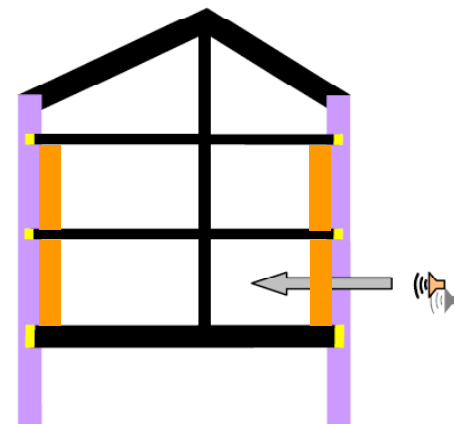
Façade porteuse ITR + ITI



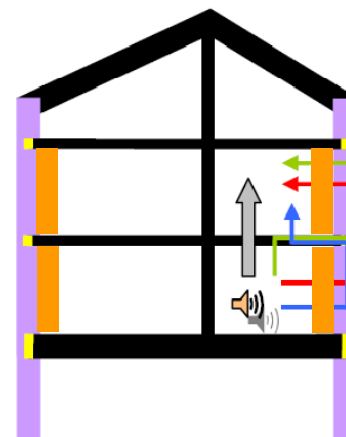
Problème récurrent d'épaisseur globale du mur
=> Façade légère

Façade porteuse
ITR + ITI : Impact acoustique

Indice d'affaiblissement acoustique	$R_w + C_{tr}$ généralement compris entre 38 et 45dB, performance qui pourra être améliorée ou dégradée par un ITI thermique ou thermo-acoustique.	☹️
Isolement acoustique de façade	- Zone calme : L'ITR+ITI a peu d'impact - Zone bruyante : le $R_w + C_{tr}$ de l'ITR + ITI pourra avoir un impact principalement si l'ITI est uniquement thermique	☹️
Isolement acoustique intérieur	Neuf : - Avec un ITI thermo acoustique, de nombreuses configurations seront de nouveau viables (/ITR seul) - Avec un ITI Thermique il y aura encore moins de solutions réglementaires (/ITR seul)	☹️



Isolement Acoustique de façade

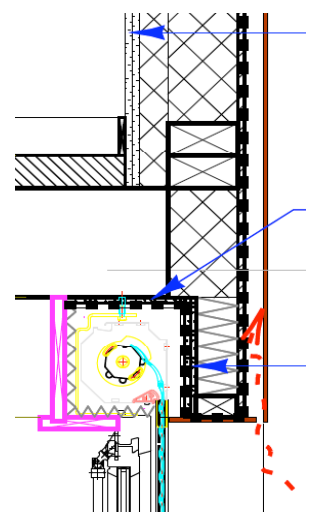
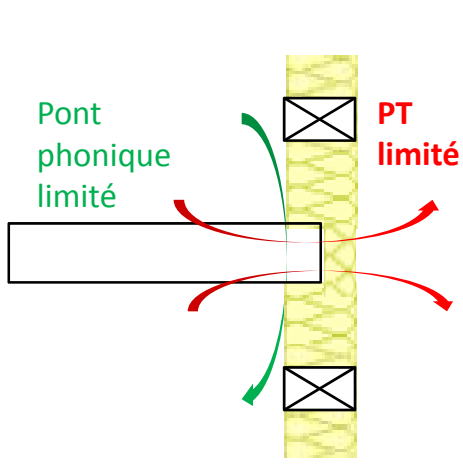
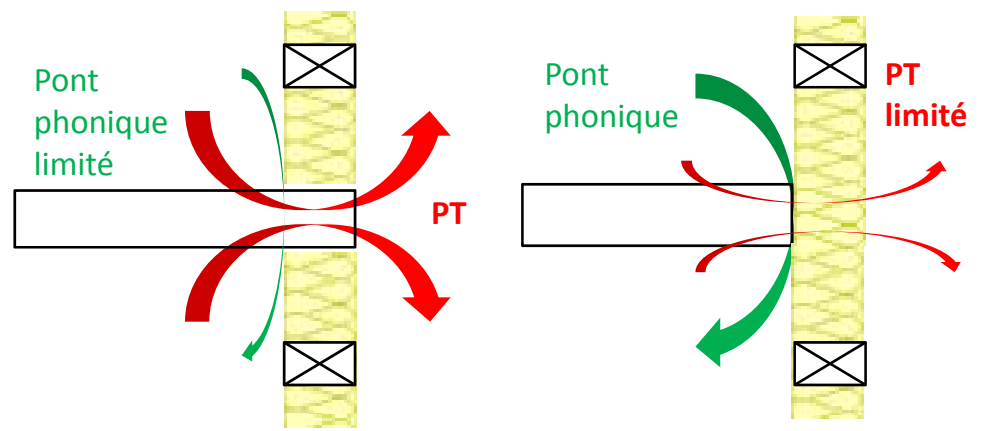


Isolement Acoustique intérieur

Bon compromis thermique et acoustique si l'ITI est thermo-acoustique

Faisabilité Pratique	<ul style="list-style-type: none"> - Liberté architecturale (disposition des fenêtres...) - Mise en œuvre plus facile (préfabrication, filière sèche) - Façade + fine => gain SU 	
Epaisseur mur	<ul style="list-style-type: none"> - $R_{th} = 4 \text{ m}^2.K/W \Rightarrow$ 16 cm d'isolant (laine) Courant : 12 cm Max : jusqu'à 16 voire 20 cm 	
PT	<ul style="list-style-type: none"> - PT structurels (lattage) (liés au mode constructif) - PT plancher / refends (problématique acoustique / thermique ; cf. schémas) 	
Confort été	pas d'inertie dans les murs => Recours à des isolants plus denses (laine, ouate => coût)	
Étanch. air	Mise en œuvre : gaines / prises => pare vapeur percé	
Faisabilité technique	Rapidité de pose, délais limités	
NRJ grise	140 MJ/m ²	
Chgt clim.	0.2 kgCO2eq/an/m ²	
Coût	250 € HT /m ²	

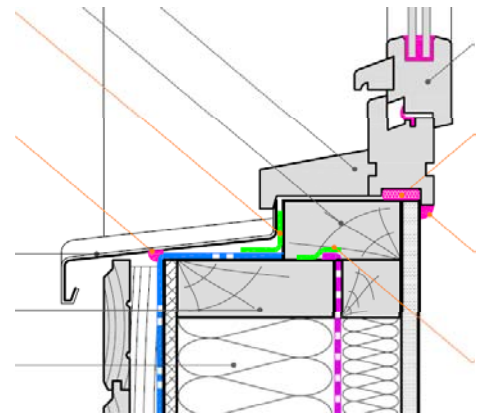
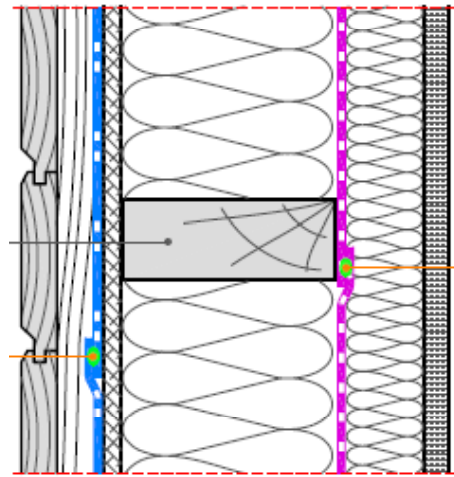
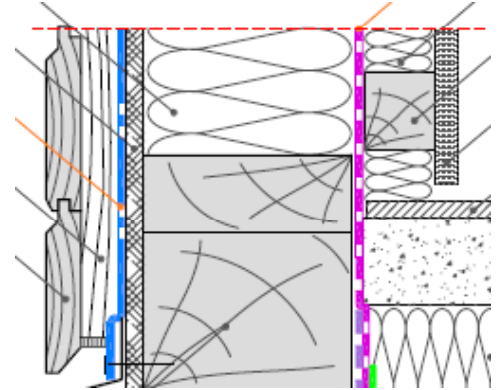
Façade légère Simple ossature



PT au niveau des ossatures => double ossature ?

Faisabilité Pratique	- Mise en œuvre plus facile (préfabrication, filière sèche) - Montants à reconcevoir en fonction de l'épaisseur d'isolant	😊
Epaisseur mur	- $R_{th} = 4 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W} \Rightarrow$ 12 + 4 cm d'isolant - jusqu'à 30 cm d'isolant - jusqu'à 3 couches	😊 😊 😊
PT	- Traite en partie les PT structurels (lattage)	😊
Confort été	pas d'inertie dans les murs \Rightarrow Recours à des isolants plus denses (laine, ouate \Rightarrow coût)	😞
Étanch. air	Plus facile de ne pas percer pare vapeur que simple ossature	😞
Faisabilité technique	- Rapidité de pose, délais limités	😊
NRJ grise	140 MJ/m ²	😊
Chgt clim.	0.2 kgCO ₂ eq/an/m ²	😊
Coût	300-380 € HT /m ²	😞

Façade légère Double ossature



Façade légère
Simple et double ossature :
Impact acoustique

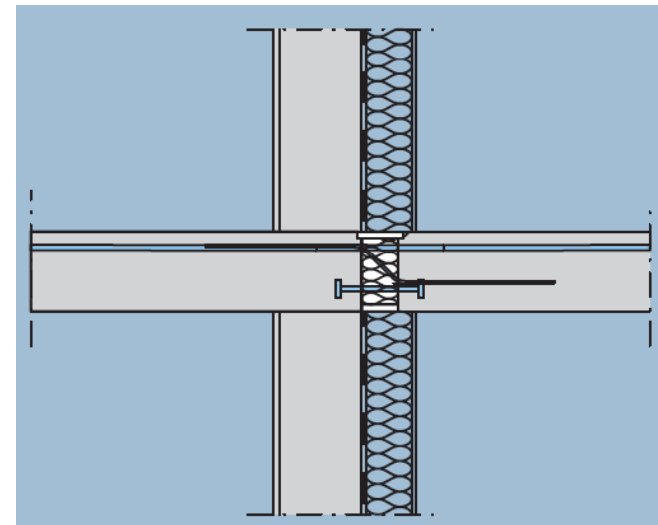
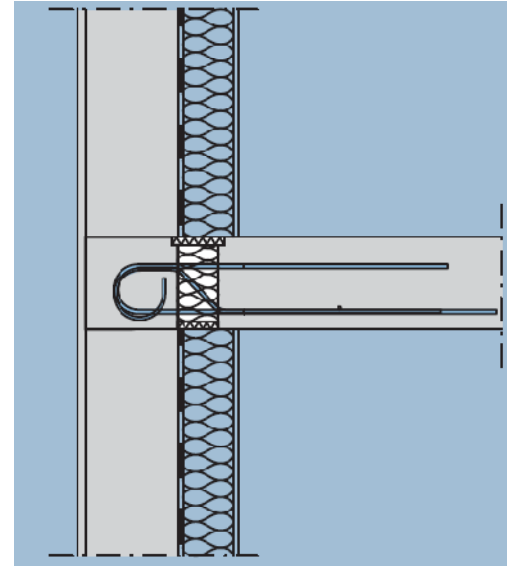
Nous disposons de peu d'éléments sur ces principes constructifs ($R_w(C;Ctr)$ et $D_{n,f,w}(C;Ctr)$), voici cependant deux principes :

- L'utilisation d'isolants à cellules fermées (mousses,...) aura un effet négatif pour le comportement acoustique de la façade, privilégier des isolants poreux.
- L'utilisation d'une double ossature (la plus indépendante possible) avec un isolant poreux permettra la meilleure performance acoustique à la fois pour l'isolement de façade, mais aussi pour l'isolement latéral façade/façade.

La façade légère à double ossature (si possible indépendante) avec un remplissage en matériaux poreux est un bon compromis Acoustique et Thermique

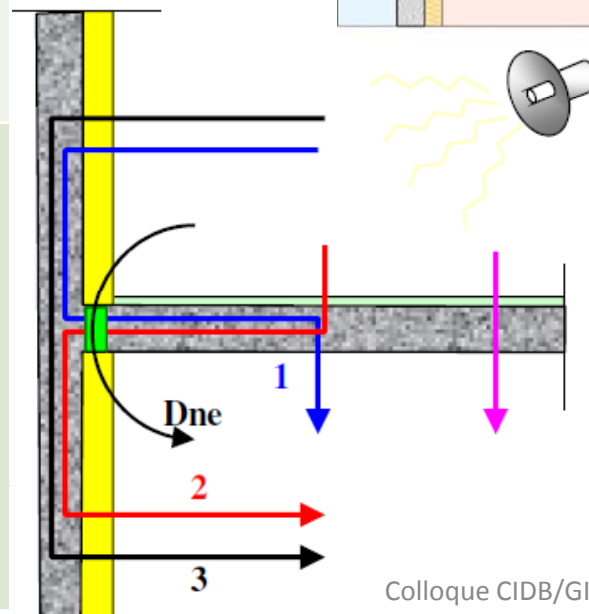
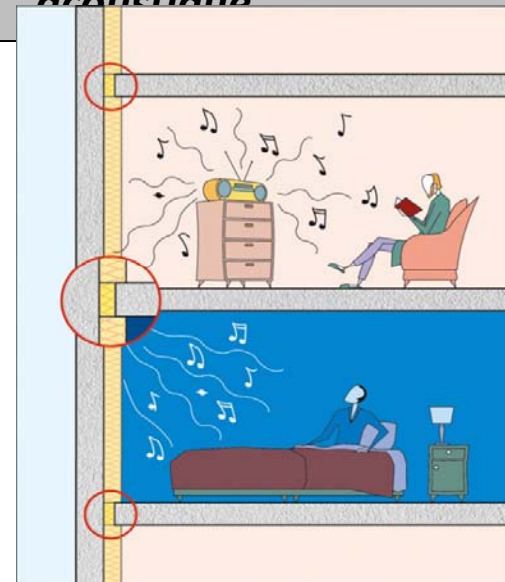
Faisabilité Pratique	- Mise en œuvre délicate	☹️
Performance Thermique Sur ITI	Plancher – Mur maçonné : ψ diminué de 70 à 80%	☺️
	Plancher – Mur béton : ψ diminué de 70 à 85%	☺️
	Refend – Mur maçonné : ψ diminué de 80%	☺️
	Plancher – Balcon Mur maçonné ψ diminué de 50 à 70%	☺️
	Plancher – Balcon Mur béton ψ diminué de 55 à 73%	☺️
Performance Thermique Sur ITE	Plancher – Balcon Mur maçonné ψ diminué de 40 à 75 %	☺️
	Plancher – Balcon Mur béton ψ diminué de 49 à 80 %	☺️
Performance Thermique Sur Isolation Répartie	Plancher – Balcon ψ diminué de 21 à 59 %	☺️
Coût	75-120 € HT /ml	☹️

Rupteur de pont thermique



Rupteur de pont thermique : Impact acoustique

<p>Performance du produit</p>	<p>Comportement vibratoire de la jonction (K_{ij}) : renforcement de la transmission façade / façade</p> <p>Isolement normalisé du rupteur ($D_{n,e,w}+C$) : Nécessité d'un doublage thermo acoustique masquant le rupteur</p>	<p>☹️</p>
<p>Isolement acoustique de façade</p>	<p>Neutre</p>	<p>☹️</p>
<p>Isolement acoustique intérieur</p>	<p>- Avec un ITI thermo acoustique, certains produits seront viables (Chaque comportement de rupteur sera validé sur le plan acoustique dans son Avis Technique)</p> <p>- Avec un ITI Thermique très peu de configurations seront viables</p>	<p>☺️</p> <p>☹️</p>



Conclusions

	ITI	ITE	ITI + ITE	ITR		ITR + ITI		Légère simple ossature	Légère double ossature
				Béton cellulaire	Brique alvéolaire	Béton cellulaire	Brique alvéolaire		
Épaisseur mur tel que $R_{th} = 4 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W (cm)}$	34	34	34	50		30		16	16
Énergie grise (MJ/m ²)	510	560	530	690	1250	460	660	140	140
Chgt clim. (kgCO ₂ /an/m ²)	0.7	0.7	0.7	0.8	0.7	0.5	0.4	0.2	0.2
Capacité à évoluer (performances thermiques)	Non	Oui	Oui	Non		Oui		Non	Oui
	-	jusqu'à 20- 30 cm d'isolant	↗ épaisseur d'isolant int + ext	-		↗ épaisseur d'isolant intérieur		-	jusqu'à 30 cm d'isolant voire plus