

8 octobre 2013

Maison des travaux publics
3, rue de Berri
75008 Paris



Impact de la réglementation thermique sur les performances acoustiques

Quelques exemples

- **Règlementation thermique : diminution des dépenses énergétiques,**

Mais avec comme finalité le confort et l'acceptation de l'habitant, usager

- **Quelques exemples de systèmes acoustiques et thermiques**

Doublage collé par plots

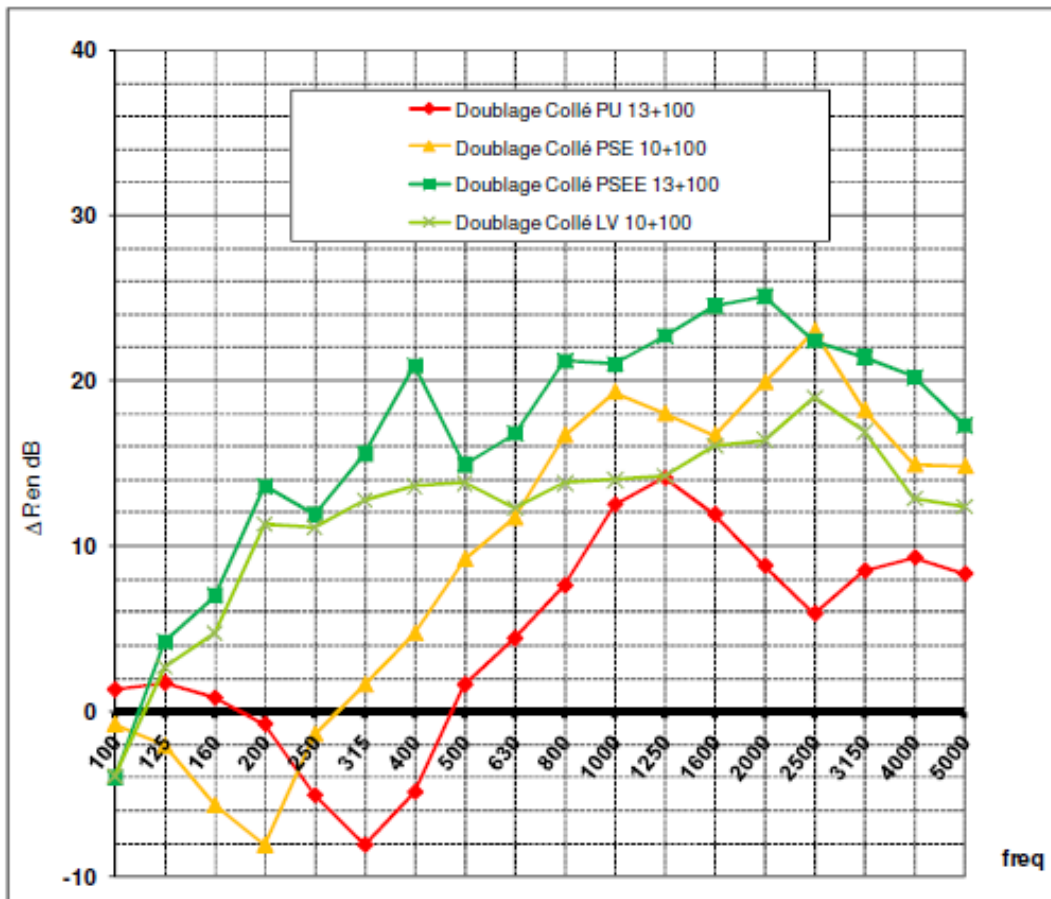
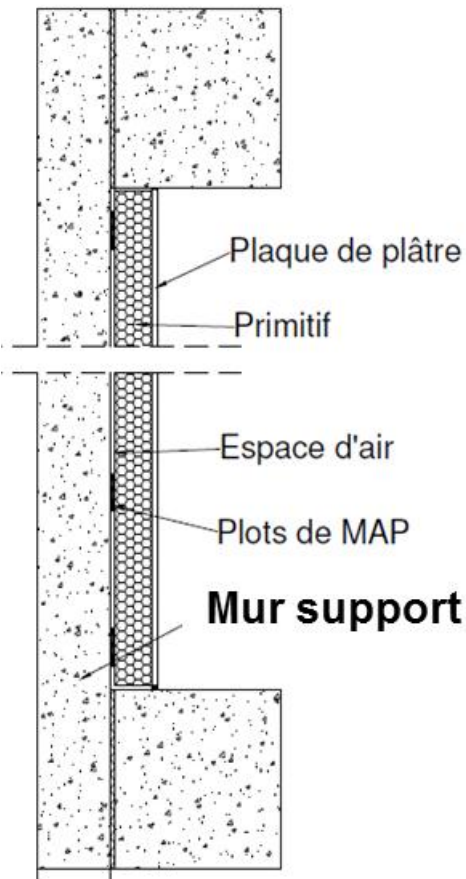
Rupteur de pont thermique

Double fenêtre

Paroi avec ossature métallique thermique

Exemple 1

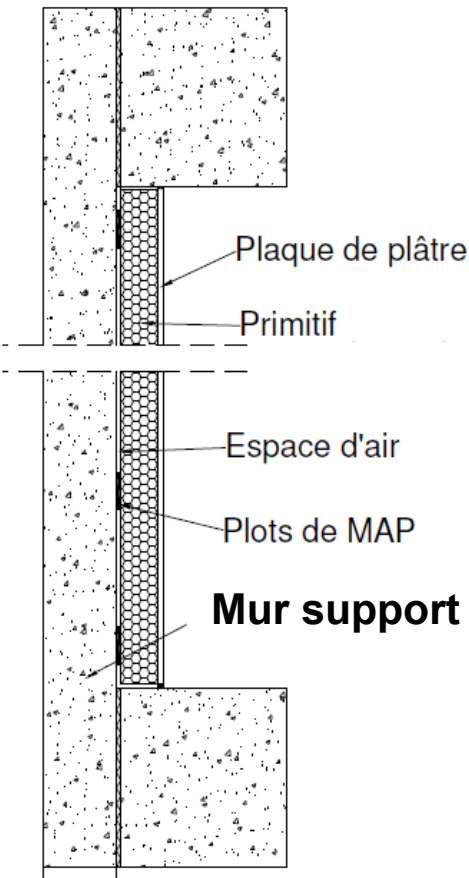
Doublage collé par plots



$\Delta(R_w+C)_{\text{mur lourd}}$
 $\Delta(R_w+C_{\text{tr}})_{\text{mur lourd}}$

-3 - -4 - 10 - 8 dB
-4 - -5 - 4 - 2 dB

- **Systeme multicouche → approche TMM (Acousys)**
- **Quelle approche pour la simulation de l'amélioration $\Delta R = R_{\text{systeme}} - R_{\text{support}}$**
- **Influence des plots de colles en fonction**
 - **du primitif ?**
 - **de la lame d'air ?**
- **Raideur dynamique pour caractériser le primitif**

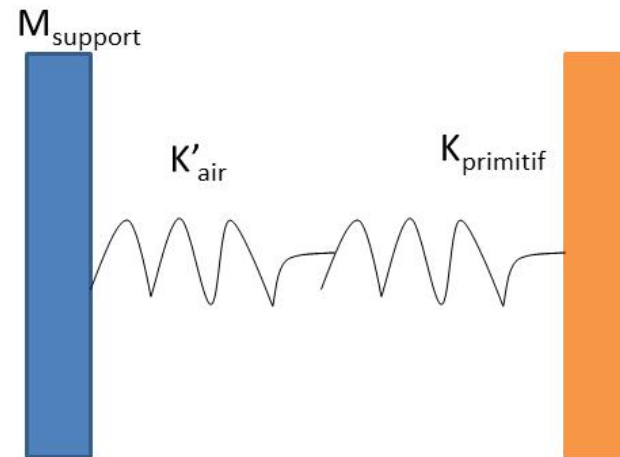
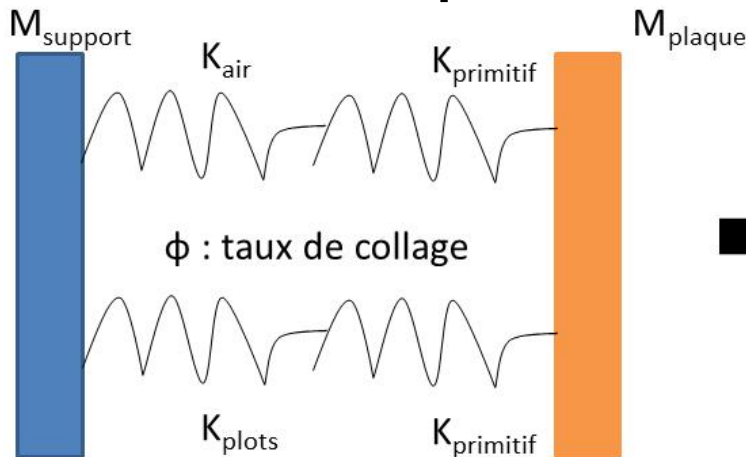
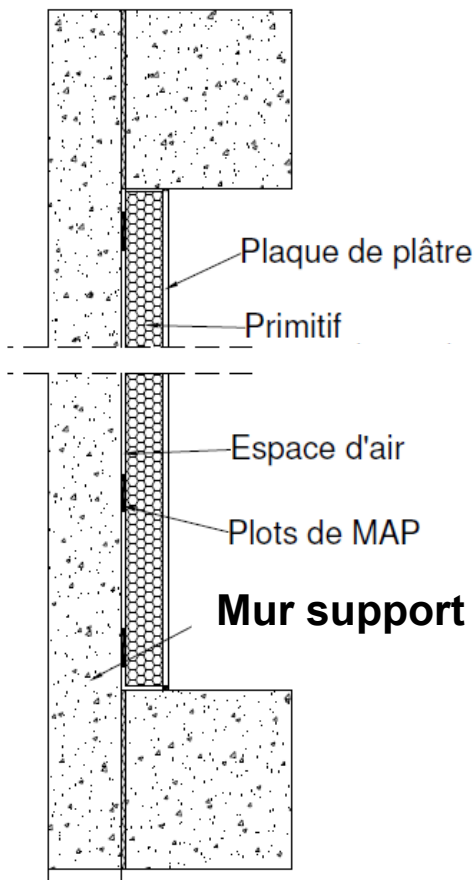


Exemple 1

Doublage collé par plots

Modèle de ressort équivalent

Lame d'air fictive

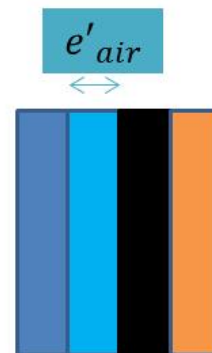


$$K_{eq} = K_{primitif} \phi + \frac{K_{air} K_{primitif}}{K_{air} + K_{primitif}} (1 - \phi)$$



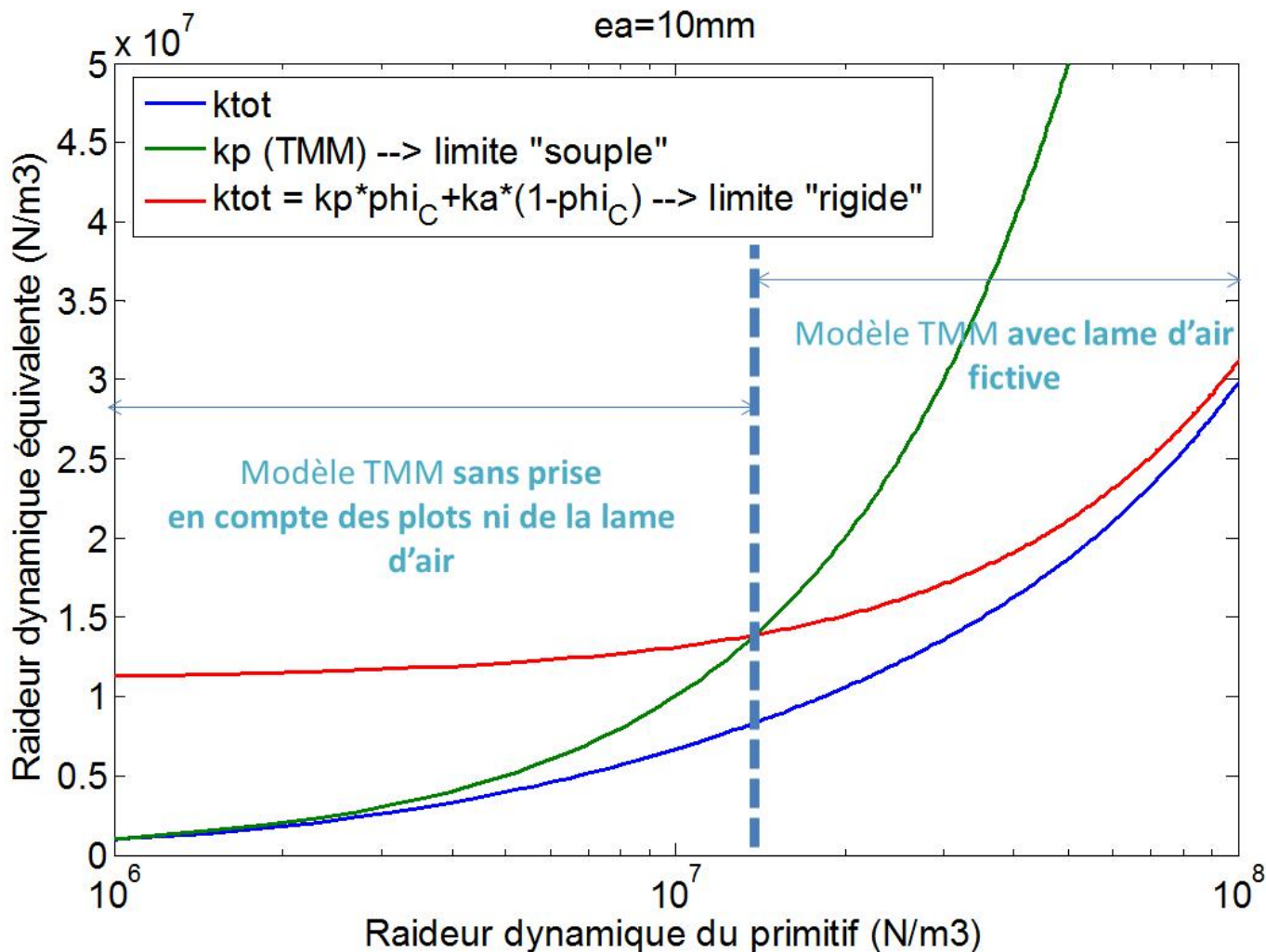
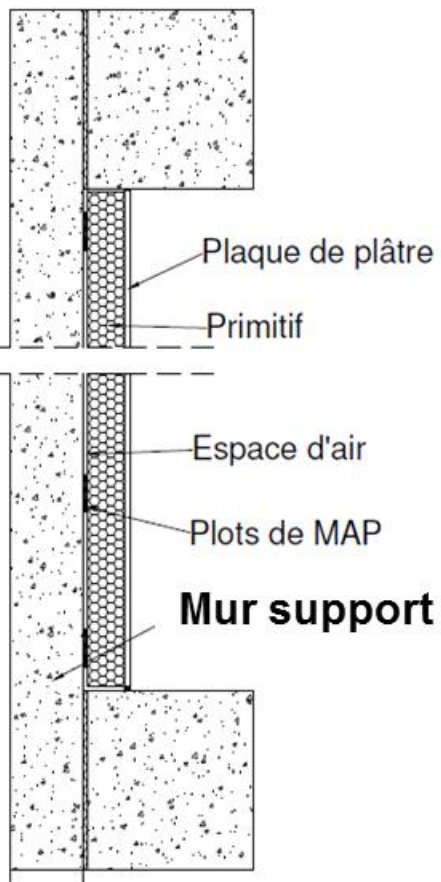
$$K_{eq} = \frac{K'_{air} K_{primitif}}{K'_{air} + K_{primitif}}$$

$$\rightarrow e'_{air} = \frac{\rho_{air} c^2}{(1 - \phi) K_{air} + \phi (K_{air} + K_{primitif})} (1 - \phi)$$



Exemple 1

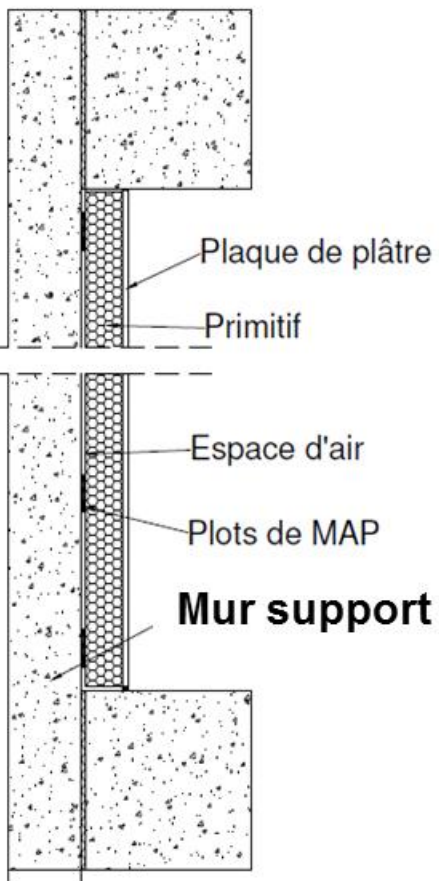
Doublage collé par plots



Exemple 1

Doublage collé par plots

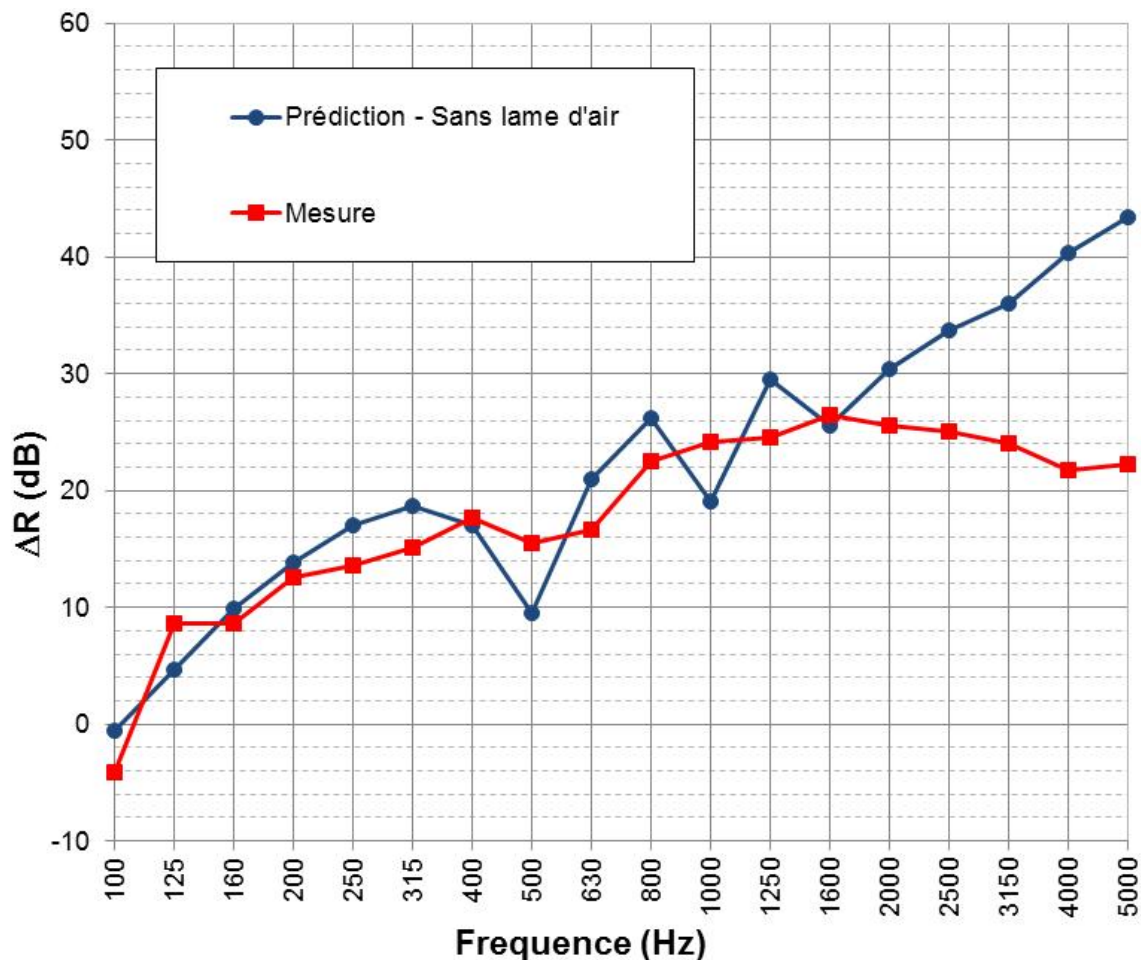
Doublage PU 13+100 : $K_{\text{primitif}} = 1.8\text{MN/m}^3$ (mesuré) → TMM simple



$\Delta(R_w + C)_{\text{mur lourd}}$
 $\Delta(R_w + C_{\text{tr}})_{\text{mur lourd}}$

8 - 7 dB

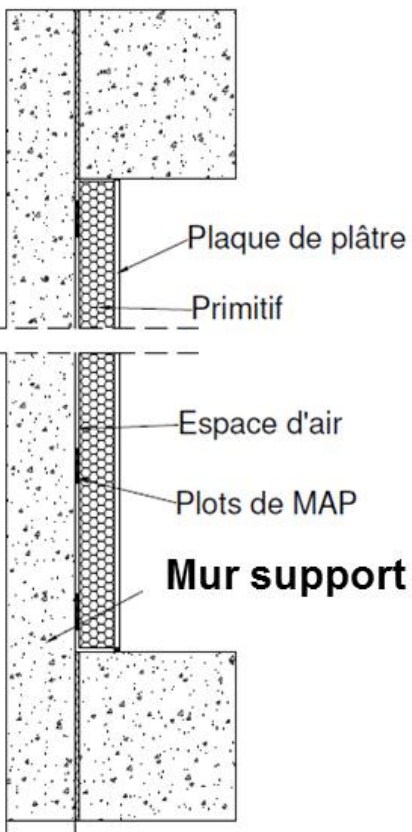
5 - 4 dB



Exemple 1

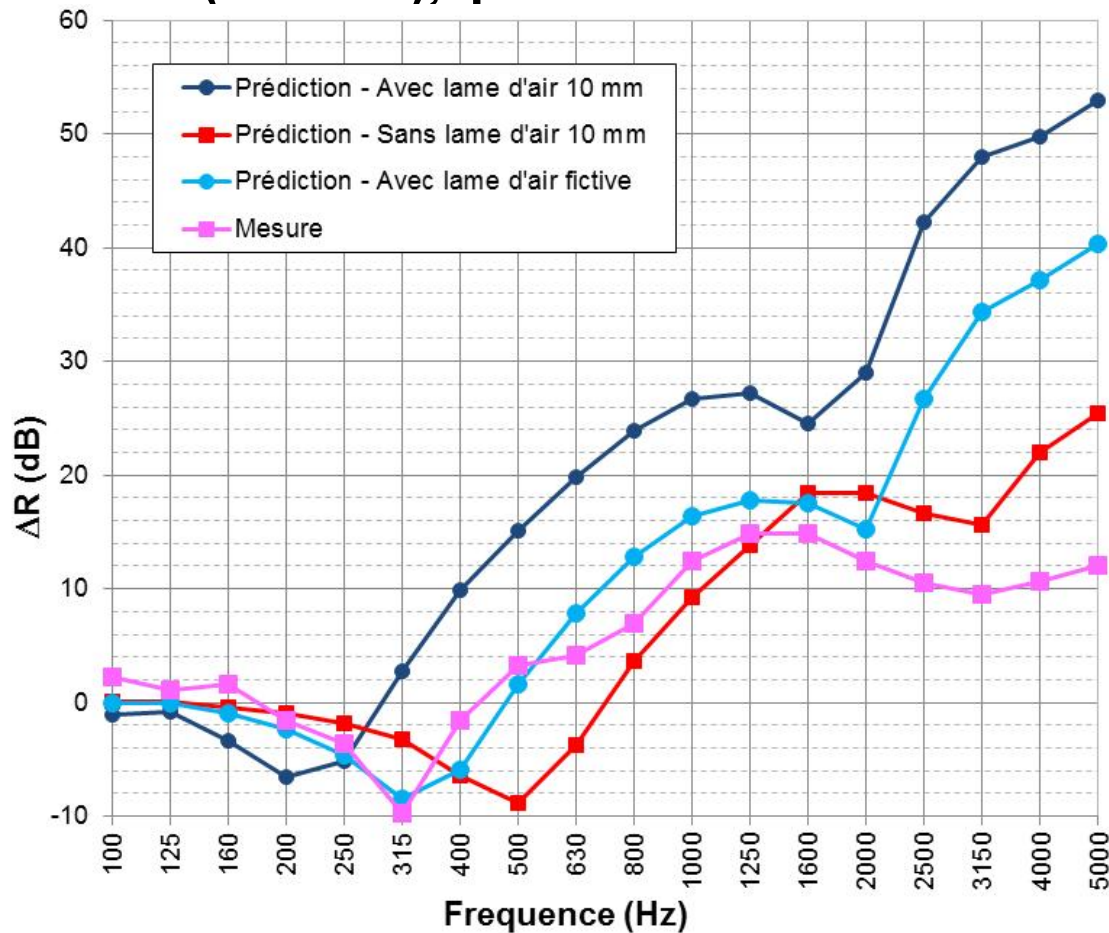
Doublage collé par plots

Doublage PU 13+80 : $K_{\text{primitif}} = 100\text{MN/m}^3$ (mesuré), $\phi=30\%$ → *e' ↓ air*



$\Delta(R_w+C)_{\text{mur lourd}}$
 $\Delta(R_w+C_{\text{tr}})_{\text{mur lourd}}$

10 - 1 - 4 - 4 dB
5 - -1 - 1 - 2 dB



Exemple 1 : Doublage collé par plots

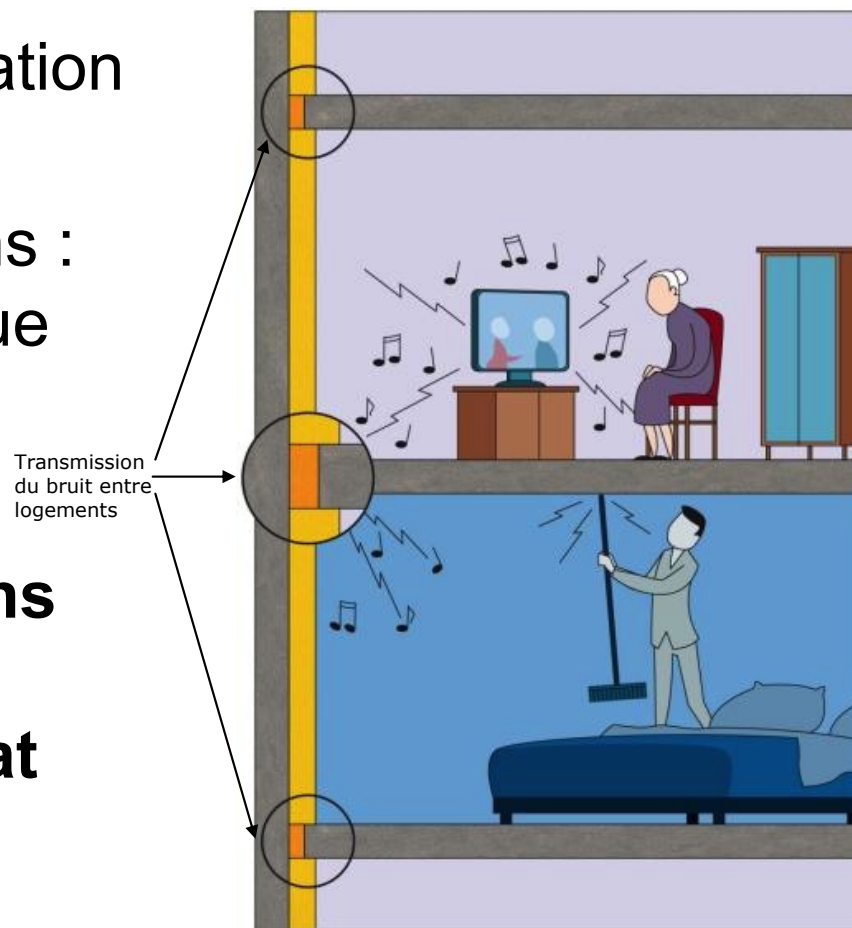
Performance du bâtiment

- **Méthode de prédiction des doublages collés par plots : simple et robuste, intégrée à l'approche TMM**
- **Composant pouvant avoir un effet non-négligeable sur les transmissions latérales notamment pour les pièces en pignon et pour les basses fréquences**
- **Suivi de la raideur dynamique du composant « thermique » pour évaluer la performance acoustique**

Exemple 2

Rupteurs de pont thermique

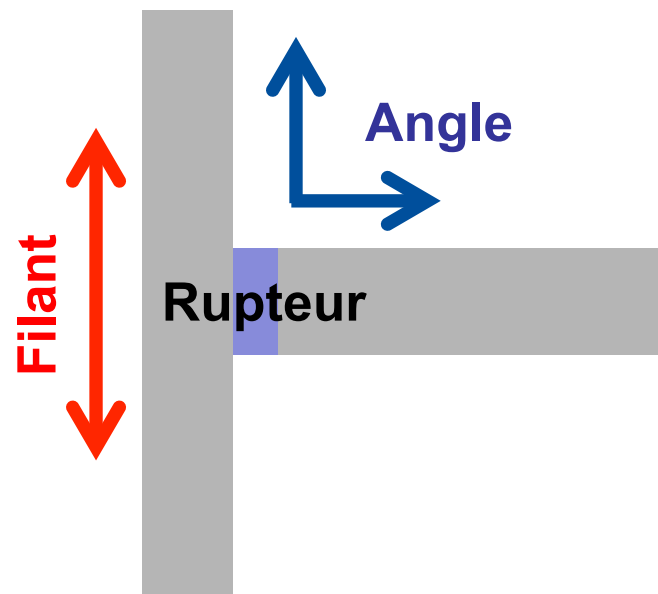
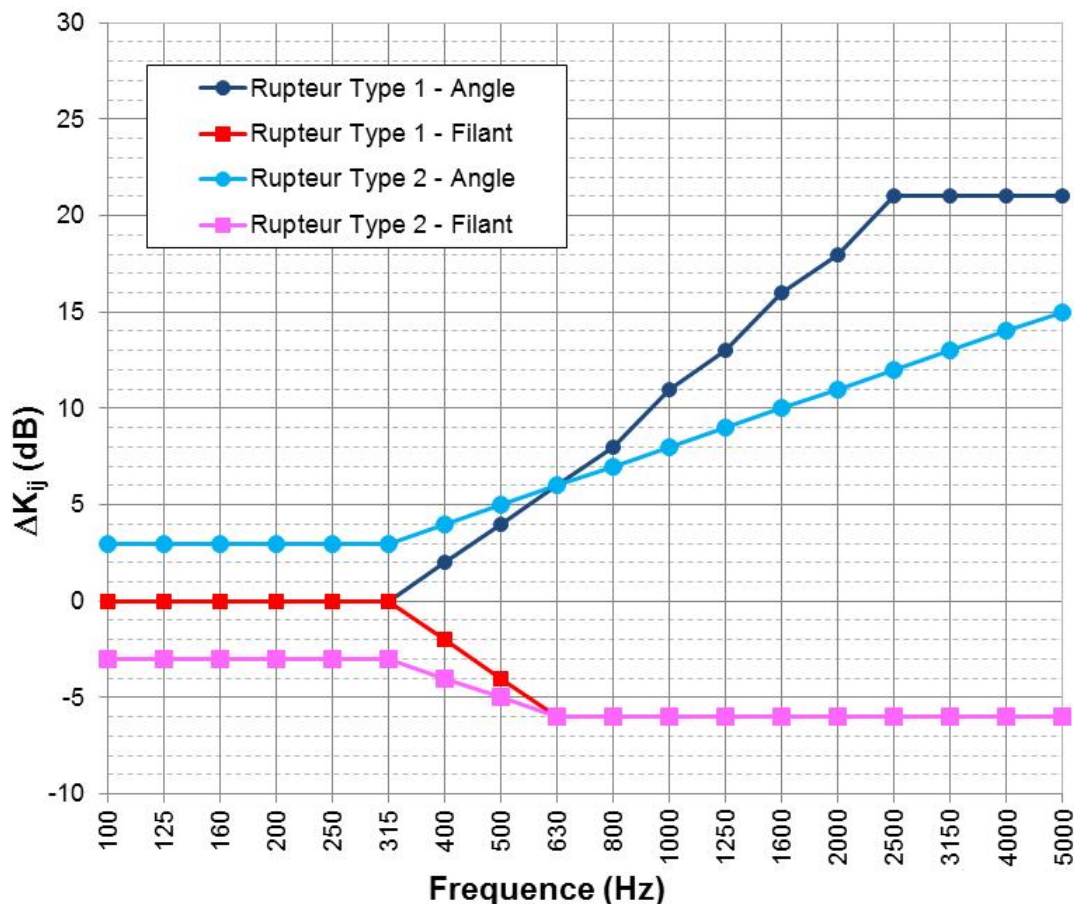
- Modification des transmissions vibratoires aux jonctions → Modification des transmissions latérales
- Faiblesse vis-à-vis des bruits aériens : doublage intérieur thermo-acoustique recouvrant complètement le rupteur
- **Prise en compte des rupteurs dans l'évaluation de la performance acoustique du bâtiment - Acoubat**



Exemple 2 : Rupteurs

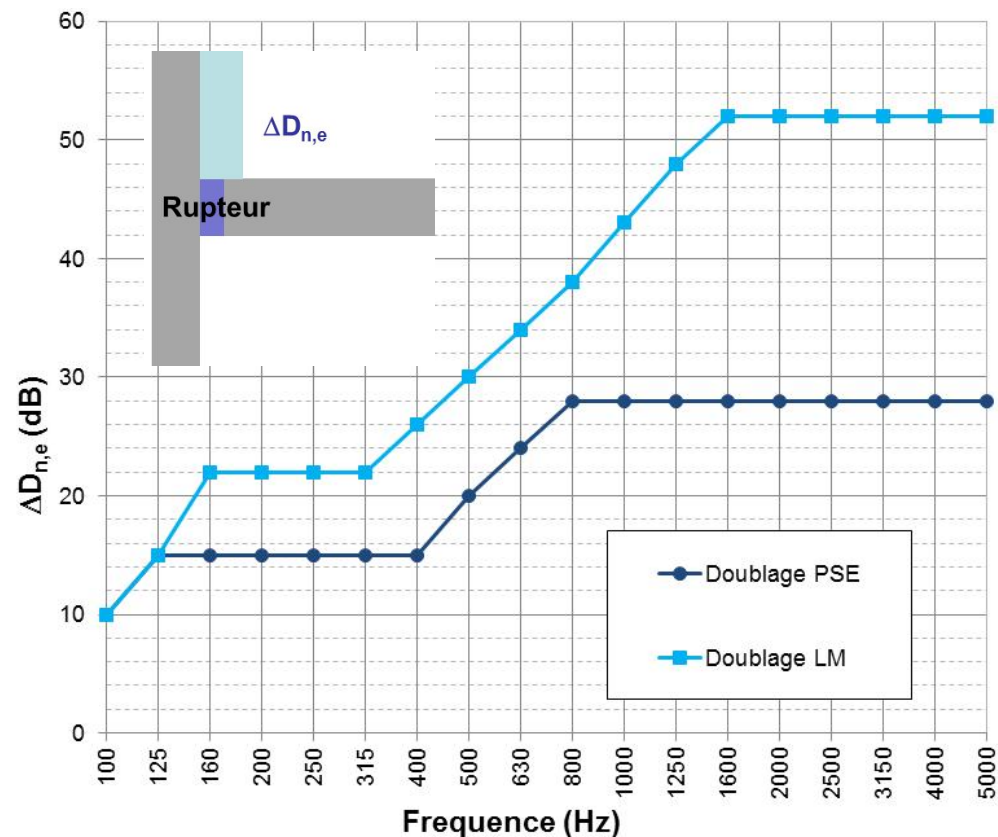
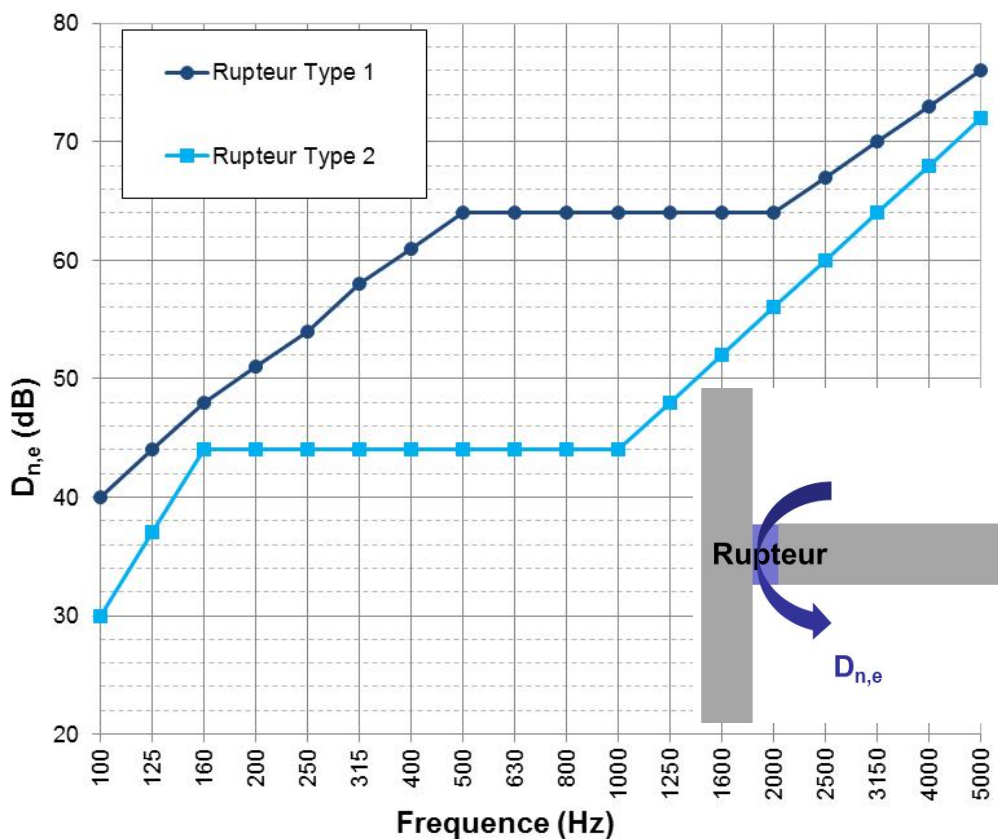
Indice d'affaiblissement vibratoire

- Rupteur Type 1 : armature « continue » ($\leq 30\text{cm}$)
- Rupteur Type 2 : points d'ancrage espacés



Exemple 2 : Rupteurs Fuite aux bruits aériens

- Rupteur Type 1 : armature continue ($\leq 30\text{cm}$)
- Rupteur Type 2 : points d'ancrage espacés



Exemple 2 : Rupteurs Performance du bâtiment

- **Modification des transmissions vibratoires aux jonctions et donc des transmission latérales**
- **Méthode de prise en compte de 2 types de rupteurs thermiques pour évaluer la performance acoustique du bâtiment**
- **Utilisation d'un doublage approprié recouvrant complètement le rupteur permet d'avoir des solutions acoustiques réglementaires**

- **Réhabilitation thermique en conservant le caractère de la façade extérieure (pose intérieure)**
- **Amélioration de la performance thermique**
- **Risque de condensation sur le vitrage intérieur de la fenêtre extérieure : besoin d'une circulation d'air entre les 2 fenêtres**

RAGE Guide pour la prescription et la mise en œuvre des doubles fenêtres en rénovation des logements



Vue extérieure



Vue intérieure (fenêtre fermée & ouverte)



Façade avant

Exemple 3 : Double fenêtre

Performance acoustique

- Solution technique permettant de dépasser facilement un indice d'affaiblissement acoustique $R_{A,tr}$ de la double fenêtre de 40 dB
- Performance acoustique de la fenêtre simple vitrage originelle
 - $R_{A,tr} \approx 21$ dB sans réfection des joints (état initial)
 - $R_{A,tr} \approx 27$ dB avec réfection des joints (état restauré)
- Campagne de mesure pour évaluer les performances acoustiques en fonction de la réfection ou non de la fenêtre originale, du type de la deuxième fenêtre, de l'espacement, de la présence d'une entrée d'air → **méthode simplifiée de dimensionnement**

Exemple 3 : Double fenêtre

Performance acoustique

Performance de la fenêtre existante	≈21 dB(1) sans réfection des joints (état initial)		≈27 dB(2) avec réfection des joints (état restauré)		
	Type de la nouvelle fenêtre	Simple vitrage sans ou avec entrée d'air	Double vitrage sans ou avec entrée d'air	Double vitrage	
Simple vitrage sans ou avec entrée d'air				sans entrée d'air	avec entrée d'air
Performance de la nouvelle fenêtre ($R_{A,tr}$ Nouvelle Fenêtre)	entre 23 et 30 dB	entre 25 et 36 dB	entre 23 et 30 dB	entre 27 et 36 dB	entre 25 et 34 dB
Performance résultante de la double fenêtre ($R_{A,tr}$ Double Fenêtre) avec un écartement entre les deux fenêtre de 100 mm	$R_{A,tr}$ Nouvelle Fenêtre + 4 dB <u>Soit entre 27 et 34 dB</u>	$R_{A,tr}$ Nouvelle Fenêtre + 6 dB <u>Soit entre 31 et 42 dB</u>	$R_{A,tr}$ Nouvelle Fenêtre + 12dB <u>Soit entre 34 et 42 dB</u>	$R_{A,tr}$ Nouvelle Fenêtre + 13 dB <u>Soit entre 40 et 49 dB</u>	$R_{A,tr}$ Nouvelle Fenêtre + 14 dB <u>Soit entre 39 et 48 dB</u>
Augmentation de la performance suivant l'écartement entre les deux fenêtres	+ 2dB par pas de 50mm				

Exemple 3 : Double fenêtre

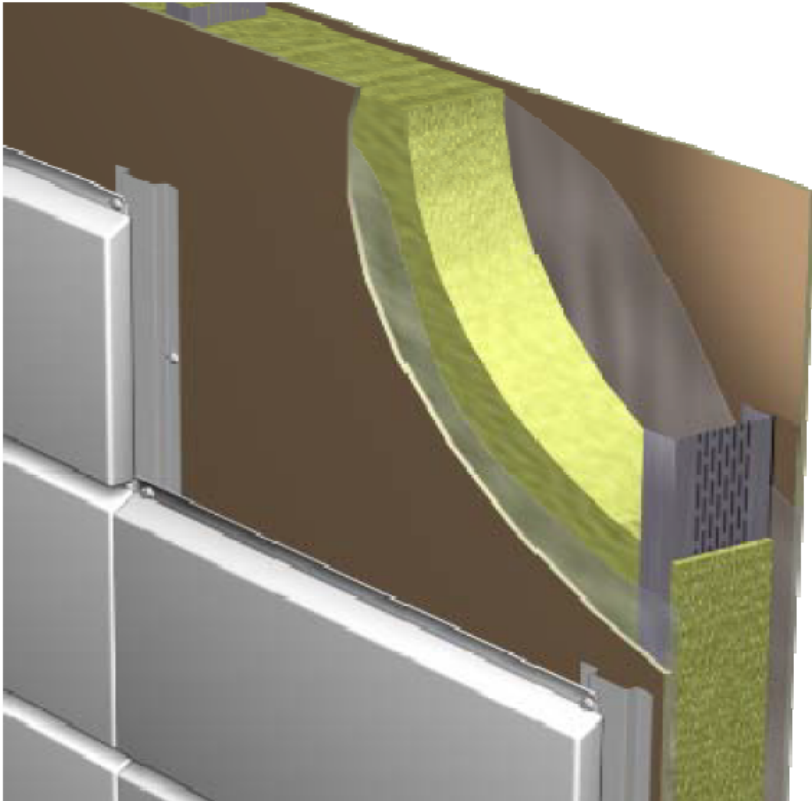
Performance acoustique

- L'augmentation de l'écartement entre les deux fenêtres améliore la performance acoustique de la double fenêtre
- Pour une ancienne fenêtre avec réfection des joints, pas de solution pour avoir une double fenêtre de performance limitée
 $R_{A,tr} < 33$ dB
- Vigilance vis-à-vis du confort intérieur (émergence des bruits intérieurs)
 - Limiter l'écartement entre les 2 fenêtres
 - Limiter la performance acoustique de la nouvelle fenêtre par le choix du vitrage et la présence d'une entrée d'air
 - Ancienne fenêtre sans réfection des joints sinon entrée d'air

Exemple 4

Ossature métallique thermique

- **Façade légère sur ossature métallique à haute performance thermique : ossature métallique perforée**



épaisseur ≈ 175 mm

**Vers une ossature acoustique,
thermo-acoustique ?**

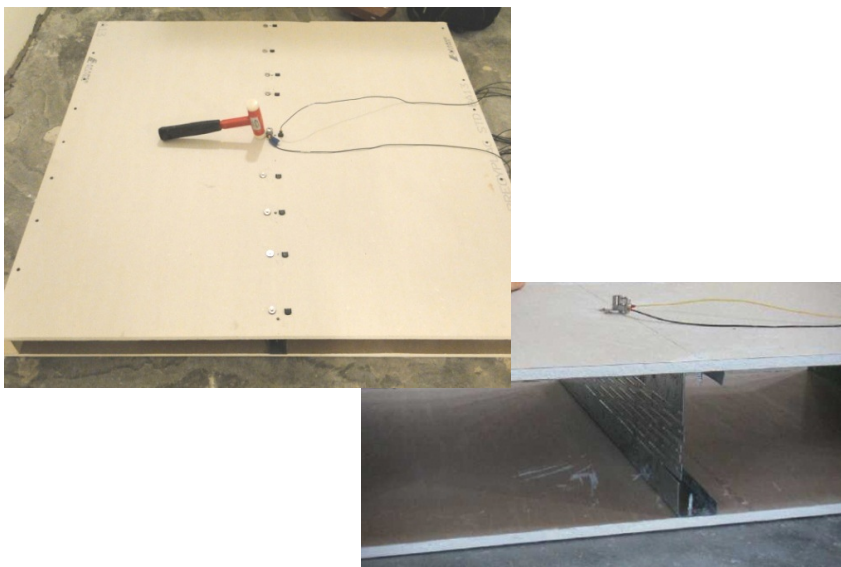
Exemple 4 : Ossature métallique

Modélisation de la paroi

- Approche mixte pour l'évaluation de la performance acoustique
- **Basses fréquences** – connexions linéiques : approche par onde avec des ressorts linéiques localisés à la position des montants couplant les panneaux de part et d'autre d'une cavité
- **Moyennes et hautes fréquences** – connexions par point : approche énergétique SEA avec des ressorts ponctuels à la position des vis sur l'ossature
- Transition entre les deux approches : demi longueur de flexion des panneaux = distance entre les vis
- Différentiation entre l'ossature périphérique et non périphérique

Exemple 4 : Ossature métallique

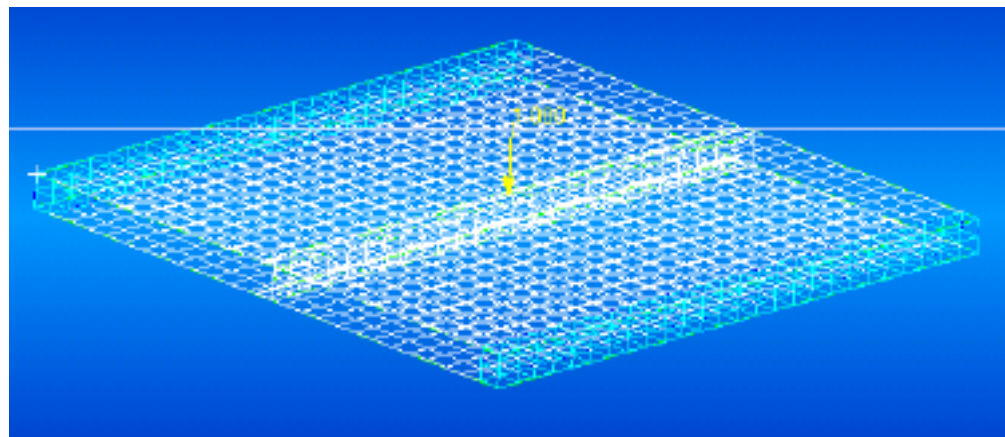
Caractérisation Ossature



- **Caractérisation expérimentale : mesure d'une fonction de transfert pour obtenir une raideur équivalente ponctuelle**

$$K=F/d \text{ in N/m}$$

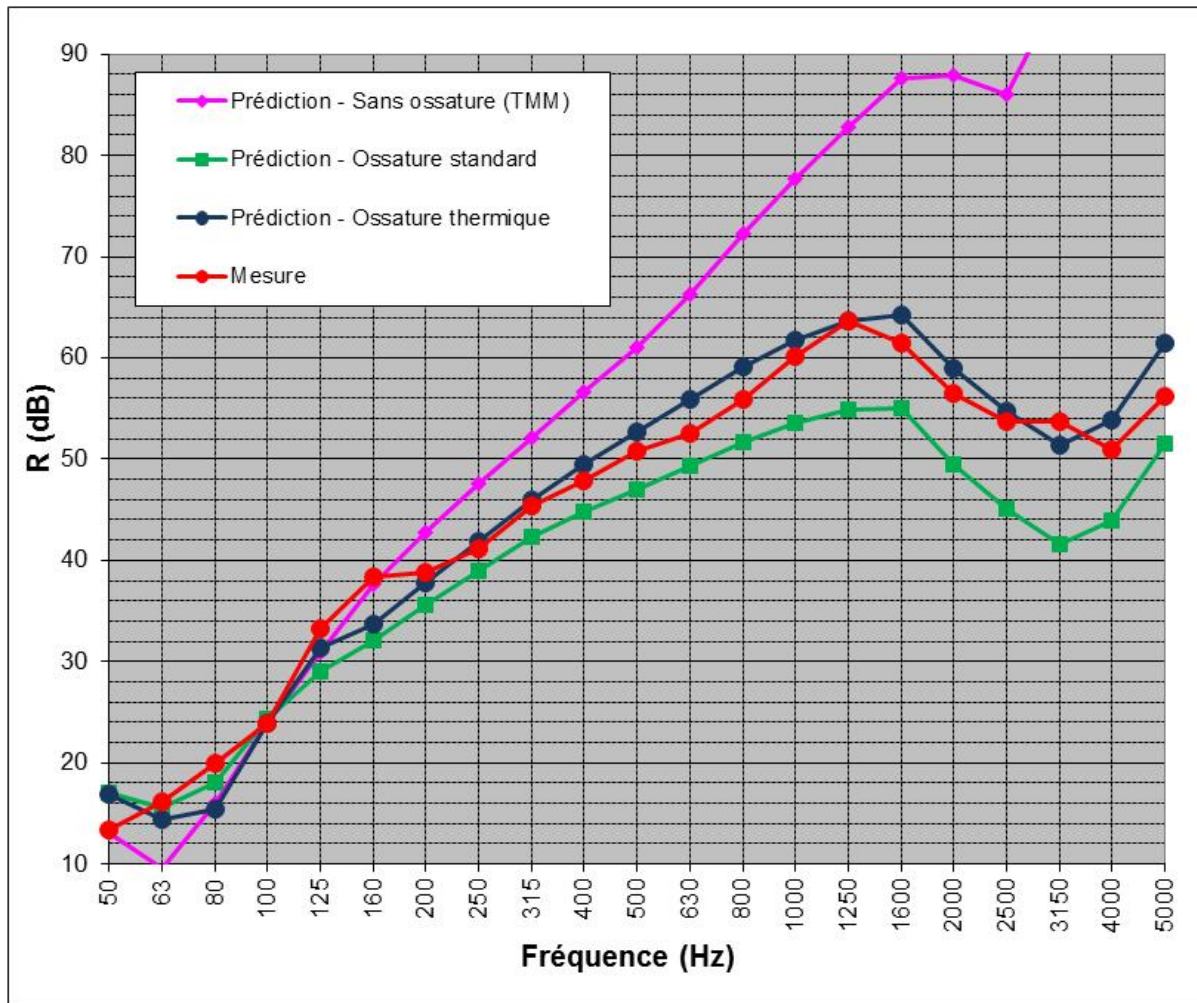
- **Modélisation par éléments finis pour investiguer de nouvelles formes**



Exemple 4 : Ossature métallique

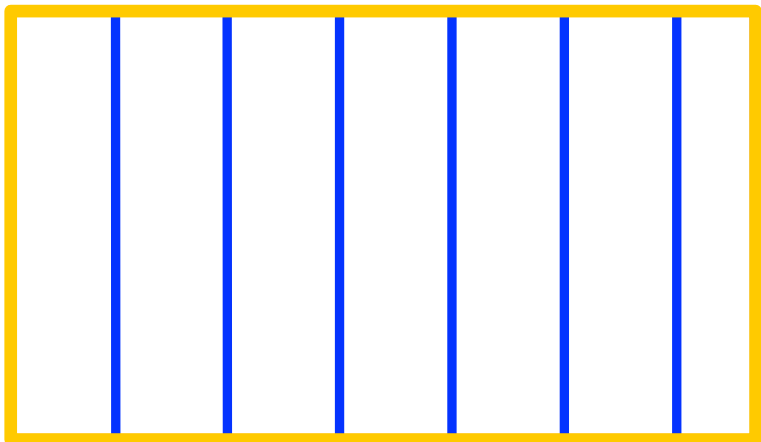
Prédiction de la performance

	$R_w(C;C_{tr})$ en dB
Prédiction sans ossature	55 (-4;-12)
Prédiction avec ossature standard	47 (-2;-6)
Prédiction avec ossature thermique	51 (-3;-9)
Mesure avec ossature thermique	52 (-3;-10)



Exemple 4 : Ossature métallique

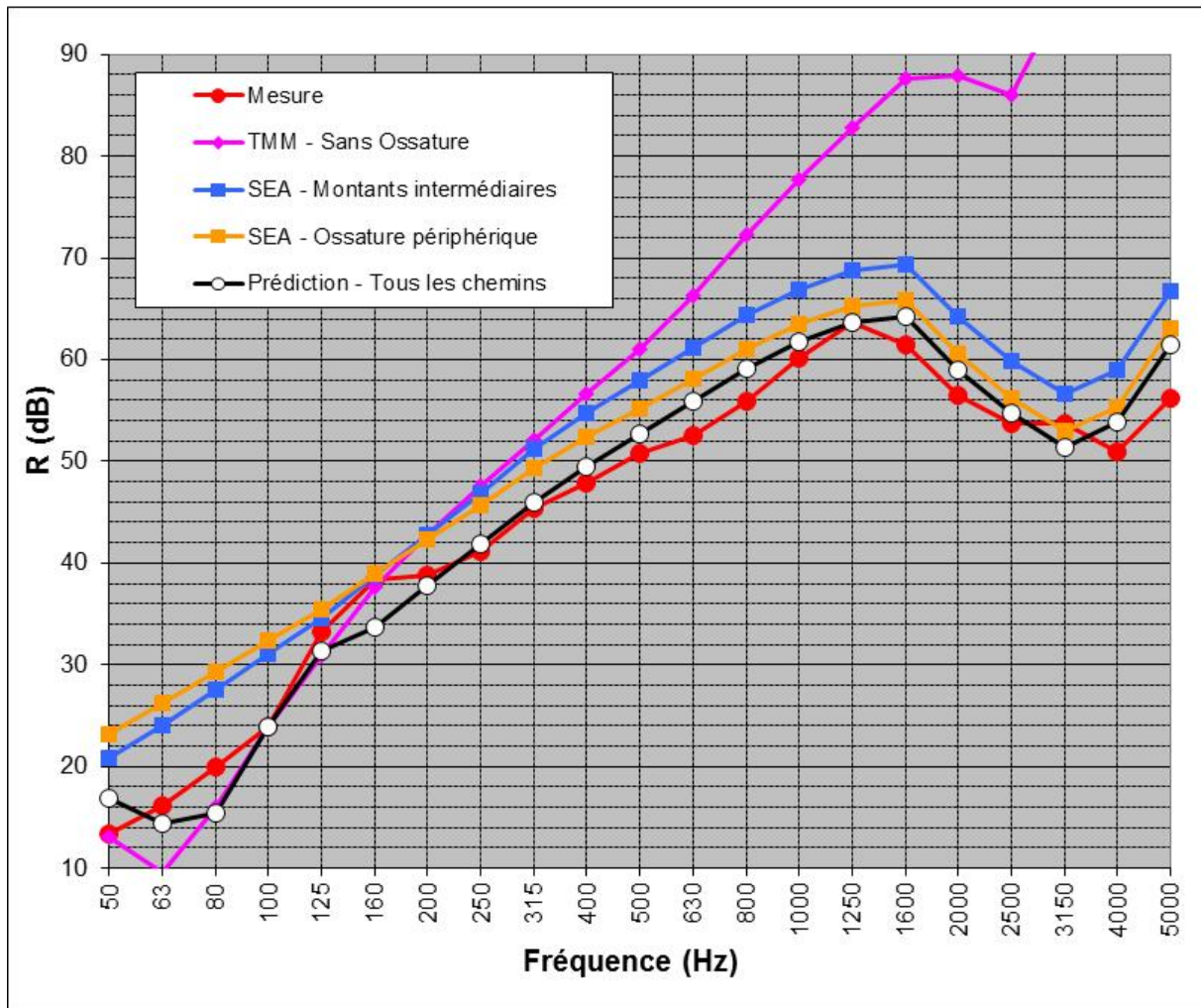
Prédiction de la performance



Montants intermédiaires
Ossature périphérique

Chemin par les montants intermédiaires optimisé

Amélioration de l'ossature périphérique à considérer



- **Besoin d'adapter, de coupler différents outils pour prédire la performance acoustique des composants**
- **Caractériser les différents éléments constitutifs**
- **Pour le composant dans l'ouvrage, nécessité d'une approche multicritère et globale avec des outils adaptés... pour limiter les possibles dégradations et des choix éclairés**