

---

# logiciel ACOUBAT

## Utilisation

**Ce document comprend 14 pages.**

**Bastien Francony**

**08/10/13**

## Table des matières

<b>1 VERSION.....</b>	<b>3</b>
<b>2 OBJET.....</b>	<b>3</b>
<b>3 RÉFÉRENCES.....</b>	<b>3</b>
<b>4 CONVENTIONS.....</b>	<b>4</b>
<b>5 ISOLEMENT AU BRUITS AÉRIENS.....</b>	<b>5</b>
<b>5.1 Calcul de l'isolement standardisé.....</b>	<b>5</b>
<i>5.1.1 Étude de l'isolement standardisé suivant la profondeur de la salle de réception..</i>	<i>6</i>
<i>5.1.2 Étude suivant le décalage de la parois entre les deux salles.....</i>	<i>7</i>
<i>5.1.3 Conclusion.....</i>	<i>7</i>
<b>6 PERFORMANCE DES PAROIS IN-SITU.....</b>	<b>8</b>
<b>6.1 Calcul des indices in-situ.....</b>	<b>8</b>
<b>6.2 Calcul du coefficient Clabo/situ.....</b>	<b>8</b>
<i>6.2.1 Cas des cloisons légères.....</i>	<i>9</i>
<i>6.2.2 Cas des parois homogènes.....</i>	<i>9</i>
<b>6.3 Etude Acoubat.....</b>	<b>10</b>
<i>6.3.1 Conclusion.....</i>	<i>11</i>
<b>7 PERFORMANCE DES ÉLÉMENTS DE CONSTRUCTION.....</b>	<b>11</b>
<b>7.1 Mesurage en laboratoire de l'affaiblissement des bruits aériens par les éléments de construction.....</b>	<b>11</b>
<i>7.1.1 Portes, fenêtres, vitrages et éléments de façade.....</i>	<i>12</i>
<b>8 CAS D'UNE CIRCULATION COMMUNE.....</b>	<b>13</b>
<b>9 CONCLUSION.....</b>	<b>14</b>

## 1 VERSION

Indice	Date	Auteur	Commentaire
A	2013/10/02	BF	Création
B	2014/01/10	CF	Relecture
C	2014/01/16	BF	Ajout convention de nommage et relecture

## 2 OBJET

Ce document a pour objet de commenter l'utilisation du logiciel Acoubat [1]. Plusieurs points sont détaillés : les calculs et les hypothèses inhérentes aux calculs, quelques exemples d'utilisation très simple mais qui révèlent de situations intéressantes.

Ce document fait référence à ACOUBAT V5.0.2 installé sur le PC Calcul Gières (windows 2000).

Comme le logiciel reprend, en grosse partie, les calculs donnés dans les normes [1:7], ce document tentera de définir et comprendre les écarts entre la norme, la réalité ainsi que le calcul.

La dénomination des valeurs est telle que défini dans le logiciel Acoubat.

Acoubat est un logiciel de calcul prévisionnel « normatif » d'isolement au bruit aérien et au bruit de choc.

## 3 RÉFÉRENCES

[1] : ACOUBAT V5.0.2 – Manuel technique

[2] : Norme NF EN 12354-1 – Calcul de la performance des Bâtiments en fonction de la performance des éléments - Partie 1 : isolement acoustique aux bruits aériens entre des locaux,

[3] : Norme NF EN 12354-2 – Calcul de la performance des Bâtiments en fonction de la performance des éléments - Partie 2 : isolement acoustique au bruit de choc entre des locaux,

[4] : Norme NF EN 12354-3 – Calcul de la performance des Bâtiments en fonction de la performance des éléments - Partie 3 : isolement aux bruits aériens venus de l'extérieur

[5] : Norme NF EN 12354-6 – Calcul de la performance des Bâtiments en fonction de la performance des éléments - Partie 6 : Absorption acoustique des pièces et espaces fermés

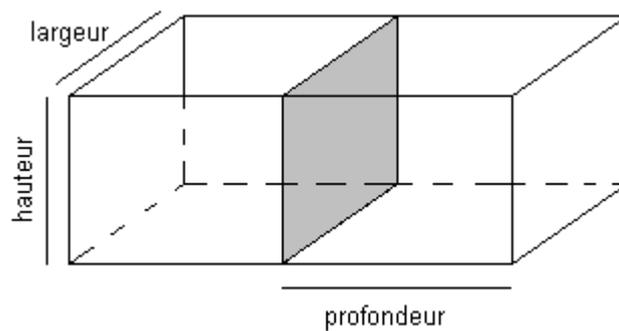
[6] : Norme NF EN ISO 717-1 - Évaluation de l'isolement acoustique des immeubles et des éléments de construction - Partie 1 : isolement aux bruits aériens

[7] : Norme NF EN ISO 717-2 - Évaluation de l'isolement acoustique des immeubles et des éléments de construction - Partie 2 : Protection contre le bruit de choc.

[8] : Norme NF EN ISO 140-3 – Mesurage de l'isolement acoustique des immeubles et des éléments de construction – partie 3 : Mesurage en laboratoire de l'affaiblissement des bruits aériens par les éléments de construction.

#### 4 CONVENTIONS

Voici, sur le schéma ci-dessous, la convention de nommage des distances :



## 5 ISOLEMENT AU BRUITS AÉRIENS

### 5.1 Calcul de l'isolement standardisé

Soit le calcul de l'isolement normalisé suivant :

$$D_n = D - 10 \log_{10} \left( \frac{A}{A_0} \right)$$

avec  $A_0 = 10\text{m}^2$

Et le calcul de l'affaiblissement apparent :

$$R' = D + 10 \log_{10} \left( \frac{S}{A} \right) \quad \text{avec } S \text{ la surface de séparation entre les locaux}$$

Soit le calcul de l'isolement normalisé fonction de l'affaiblissement apparent :

$$D_n = R' - 10 \log_{10} \left( \frac{S}{A_0} \right)$$

L'isolement normalisé  $D_n$  correspond à l'isolement obtenu lorsque le local de réception à une aire d'absorption de  $10\text{m}^2$ .

Soit le calcul d'isolement standardisé suivant :

$$D_{nT} = D + 10 \log_{10} \left( \frac{T}{T_0} \right)$$

Pour l'habitat, l'isolement  $D_{nT}$  correspond à un isolement obtenu lorsque le local de réception à un temps de réverbération  $T_0$  de 0.5s.

Ainsi, suivant les hypothèses données ci-dessus, le facteur de correction  $\frac{T}{T_0}$  devient donc :

$$\frac{T}{T_0} = \frac{0.16 \cdot V}{A \cdot T_0} = \frac{0.16 \cdot V}{10 \cdot 0.5} = 0.032 \cdot V$$

Soit, dans Acoubat, le calcul de d'isolement standardisé suivant :

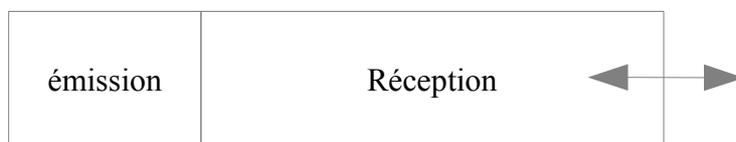
$$D_{nT} = D_n + 10 \log_{10} (0.032 \cdot V)$$

Remarque : Ce calcul peut aussi être transposé dans le cas d'un calcul de bruit de choc.

$$L_{nT} = L_n - 10 \log_{10} (0.032 \cdot V)$$

### 5.1.1 Étude de l'isolement standardisé suivant la profondeur de la salle de réception

Voici un schéma représentant le cas d'étude présenté ci-dessous :



Dans cette étude, les deux salles sont de dimension équivalente. La profondeur de la salle est amenée à varier pour observer la modification de l'isolement standardisé.

Soit la loi de variation de l'indice  $D_{nTA}$  en fonction de la profondeur  $P$  de la pièce de réception :

$$D_{nTA, P} = D_{nTA, P_0} + 10 \log_{10} \left( \frac{P}{P_0} \right)$$

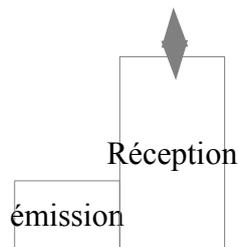
Voici un exemple de l'influence du facteur  $10 \log_{10} \left( \frac{P}{P_0} \right)$  dans le cas d'une salle de réception de différentes profondeurs :

dimension salle						correction	
L	P	h	V	Rapport P	TR,sab	C (dB)	DC
3	3	2,5	22,5	1	0,36	-1,43	0,00
3	6	2,5	45	2	0,72	1,58	3,01
3	9	2,5	67,5	3	1,08	3,34	4,77
3	12	2,5	90	4	1,44	4,59	6,02
3	15	2,5	112,5	5	1,8	5,56	6,99
3	18	2,5	135	6	2,16	6,35	7,78
3	21	2,5	157,5	7	2,52	7,02	8,45
3	24	2,5	180	8	2,88	7,60	9,03

Sur le tableau ci-dessus, la profondeur  $P$  de la salle varie. La colonne « Rapport P » correspond au rapport de la profondeur sur la profondeur initiale. La colonne « TR,sab » correspond au calcul de la durée de réverbération du local de réception dans le calcul des hypothèses ACOUBAT. La colonne « C(dB) » montre le facteur de correction  $10 \log_{10} \left( \frac{P}{P_0} \right)$ . La colonne « DC » montre la différence entre le terme de correction effectif et le terme de correction initiale.

**Ainsi, si la profondeur de la salle de réception triple en profondeur sans changement de parois ni de surface de la paroi séparative, l'isolement standardisé augmentera d'environ 4dB. Dans le cas où les dimensions de la salle d'émission varient, aucune modification de l'isolement standardisé n'est visible.**

## 5.1.2 Étude suivant le décalage de la parois entre les deux salles



Dans cette étude, les dimensions des salles d'émission et de réception sont identiques à l'état initial. La largeur de la salle de réception varie en faisant varier le décalage de la jonction entre la salle d'émission et de réception.

Voici les résultats de simulation pour différent décalage :

désignation	Cas 1	Cas 2	Cas 3	unité
largeur	3	3	3	3 m
décalage	0	5	10	m
longueur	3,1	3,1	3,1	m
hauteur	2,52	2,52	2,52	m
volume	23,4	62,5	101,6	m <sup>3</sup>
DnTA	36	40	42	dB
différence DnTA	0	4	6	dB
Facteur F	-1,2	3,0	5,1	dB
différence F	0	4,3	6,4	dB

Les résultats de simulation donnés dans le tableau ci-dessous montre que le fait d'augmenter la largeur de la salle de réception sans modifier la largeur du mur de séparation a une influence sur l'isolement standardisé.

Cependant, la modification de l'isolement DnTA est fonction du facteur F ( $10 \log_{10}(0.032 \cdot V)$ ) donc uniquement fonction du volume de la salle de réception. Par contre, l'indice  $D_{n,w}$ , quand à lui, ne varie pas car la surface de séparation est identique dans tous les cas présenté ci-dessus.

Voici, pour une augmentation du volume de  $V_0$  à  $V$ , la loi permettant de déterminer le nouveau DnTA dans ce cas d'usage :

$$D_{nTA, V} = D_{nTA, V_0} + 10 \log_{10} \left( \frac{V}{V_0} \right)$$

Si l'augmentation de volume est réalisée par une augmentation de la largeur  $L$  de la salle de réception :

$$D_{nTA, L} = D_{nTA, L_0} + 10 \log_{10} \left( \frac{L}{L_0} \right)$$

## 5.1.3 Conclusion

**Dans les simulations présentés ci-dessus, il est vu que l'isolement standardisé est fonction d'un facteur dépendant du volume de la pièce de réception. Par contre, l'isolement normalisé, quand à lui est fonction de la surface de séparation entre les locaux.**

## 6 PERFORMANCE DES PAROIS IN-SITU

**Les performances des parois in-situ, peuvent être, dans certains cas, différentes des performances en laboratoire et des corrections doivent être apportées.**

Données utilisées sans corrections

- Les éléments légers comprenant les cloisons alvéolaires, les cloisons et parois sèches et les cloisons maçonnées de masse surfacique  $< 200 \text{ kg/m}^2$  pour lesquelles le comportement in situ est considéré comme identique à celui en labo; les données labo sont alors utilisées sans corrections;
- Les refends et dalles béton qui ont un comportement différent in situ ou en labo mais pour lesquels des données in situ sont disponibles (à savoir les indices d'affaiblissement R et les niveaux de bruit d'impact  $L_n$ ) ; ces données sont alors utilisées directement dans les calculs;

Données corrigées pour l'utilisation in-situ :

- Les parois maçonnées (béton et briques) de plus de  $200 \text{ kg/m}^2$  et les planchers préfabriqués qui ont un comportement différent in situ ou en labo mais pour lesquels seules des données labo sont disponibles pour l'instant ; les indices R et niveaux  $L_n$  sont alors corrigés par le facteur  $C_{labo/situ}$  présenté dans le prochain paragraphe.

### 6.1 Calcul des indices in-situ

$$R_{situ} = R_{labo} + C_{labo/situ} \quad , \quad L_{n,situ} = L_{n,labo} - C_{labo/situ}$$

$$C_{labo/situ} = -10 \log_{10} \left( \frac{T_{s,situ}}{T_{s,labo}} \right)$$

Avec  $T_{s,situ}$  et  $T_{s,labo}$  les durées de réverbération structurales des parois en labo et in-situ

### 6.2 Calcul du coefficient $C_{labo/situ}$

Pour chacun des cas suivants, une différence avec la norme est visible. Les hypothèses de calcul du coefficient  $C_{labo/situ}$  dans Acoubat sont soit simplifiées pour permettre d'implémenter facilement ce facteur dans les calculs prévisionnels soit défini directement par le CSTB avec l'expérience.

### 6.2.1 Cas des cloisons légères

Soit le calcul pour les cloisons légères, simples et doubles :

$$T_{s,labo} = T_{s,situ} = \frac{2.2 \cdot \pi^2}{C_0} \left( \frac{f_0}{f} \right)^{1/2}$$

Pour  $f_0=1000$  et  $c_0=340\text{m/s}$ ,  $T_{s,labo} = T_{s,situ} = 2.01 \cdot f^{-1/2}$

Origine : la norme 12354 : dans ce cas, les longueurs d'absorption sont égales aux surfaces des éléments

Soit le facteur correctif suivant :  $C_{labo/situ} = 0\text{dB}$

### 6.2.2 Cas des parois homogènes

Soit le calcul pour des parois homogènes (béton, maçonnerie, brique plâtrière...) in situ :

Selon le CSTB :  $T_{s,situ} = \frac{2.2}{\eta \cdot f}$  avec  $10 \log_{10}(\eta) = -12 - 3.3 \cdot \log_{10}\left(\frac{f}{100}\right)$

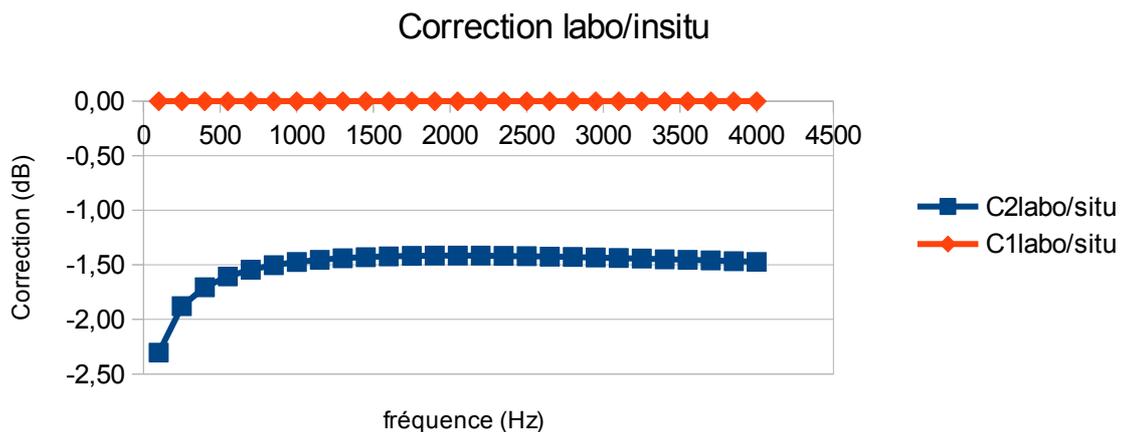
Selon la documentation technique d'Acoubat (norme 12354-1 annexe C) :

$$T_{s,labo} = \frac{2.2}{\eta \cdot f} \quad \text{avec} \quad \eta = 0.011 \left( 1 + 0.25 \frac{m}{f^{1/2}} \right)$$

avec  $m$ , la masse surfacique ( $\text{kg/m}^2$ )

Voici un exemple de facteur de correction en fonction du type de parois d'après Acoubat :

- $C1_{labo/situ}$  correspond au cas de cloison légère avec la fréquence  $f_0 = 1000$  et  $c_0 = 340\text{m/s}$
- $C2_{labo/situ}$  correspond au cas de cloisons homogènes avec  $m = 350\text{kg/m}^2$ .



### 6.3 Etude Acoubat

Ce paragraphe reprend un calcul d'isolement aérien réalisé avec Acoubat. Cette simulation a pour objet de déterminer la façon dont est pris en compte les indices d'affaiblissements des matériaux.

Voici les paramètres de la simulation :

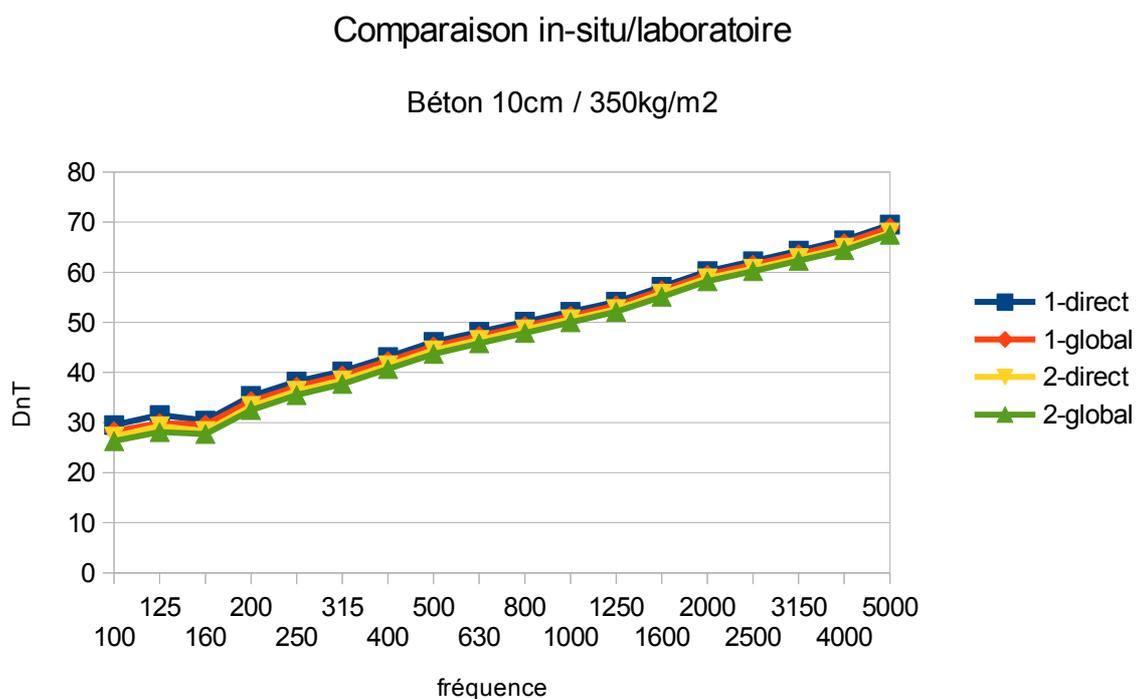
- Deux locaux adjacents avec 4 façades
- Les façades sont de type : Béton 20cm
- Les planchers sont de type : Béton 20cm
- Le refend est le mur objet de la simulation (décrit ci-dessous)
- Aucun doublage n'est simulé

Dans cette étude, le refend sera de type :

1. Béton 10cm (masse surfacique : 350kg/m<sup>2</sup>) avec la case mesures in-situ cochée.
2. Béton 10cm (masse surfacique : 350kg/m<sup>2</sup>) avec la case mesures en laboratoire cochée.

Remarque : Ces cases sont cochées dans le menu « modifier les performances d'un produit ».

Voici, ci-dessous, un graphique montrant les transmissions directes et isolements globaux pour un refend de type 1 et de type 2.



Soit les isolements standardisés suivants pour les différents cas :

Refend	Type 1	Type 1	Type 2	Type 2
Transmission	Direct	Global	Direct	Global
$D_{nTA}$ (dBA)	47	46	45	44

### 6.3.1 Conclusion

**Dans l'étude présentée ci-dessus, Acoubat réalise les calculs d'isolement aérien horizontal, en prenant en compte les indices d'affaiblissements « in-situ » des matériaux. Ces indices sont soit calculés par Acoubat si la case mesure en laboratoire est cochée soit utilisés directement si la case mesure in-situ est cochée.**

## 7 PERFORMANCE DES ÉLÉMENTS DE CONSTRUCTION

La performance acoustique des éléments de construction est mesurée en laboratoire suivant la norme ISO 140 [8]. Cette norme stipule, en autres, les dimensions de la cellule d'essai et les caractéristiques des éléments devant être inscrit dans le rapport d'essai.

Pour les éléments de construction ayant fait l'objet d'un rapport acoustique en laboratoire, les indices acoustiques sont déterminés relativement à leurs dimensions, formes et position dans la cellule d'essai du laboratoire d'essai.

Si l'élément inséré dans la simulation ne correspond pas exactement aux caractéristiques et condition de mesurage données dans son rapport d'essai, Acoubat ne simulera pas ces modifications. Ainsi, une différence entre les mesures et la simulation sera visible pour les éléments simulés dans Acoubat dont les caractéristiques simulées ne correspondent pas aux rapports acoustiques.

### 7.1 Mesurage en laboratoire de l'affaiblissement des bruits aériens par les éléments de construction

La présente partie de l'ISO 140 prescrit une méthode de laboratoire pour le mesurage de l'isolement acoustique aux bruits aériens des éléments de constructions tels que murs, planchers, portes, fenêtre, éléments de façade et façade, à l'exception des éléments classés comme éléments de construction de petite dimension (ISO 140-10). l'ISO 140-10 s'applique à tout éléments de construction de surface inférieure à  $1\text{m}^2$  à l'exclusion des portes et fenêtres existant dans un certain nombre de tailles, avec des dimensions latérales bien définies, et transmettant le son entre deux pièces adjacentes, ou entre une pièce et l'environnement extérieur, indépendamment des éléments de de construction contigus.

Les mesurages sont exécutés dans des installation d'essai en laboratoire dans lesquelles les transmissions latérales sont supprimées. Les résultats des mesurages réalisés conformément à la présente partie de l'ISO 140 ne doivent donc pas être appliqués directement in-situ, sans prendre en compte d'autres facteurs qui influencent l'isolement acoustique notamment la transmission latérale et le facteur de pertes.

Quelques remarques relatives à la norme :

- installation d'essai en laboratoire doivent être conformes aux spécifications de l'ISO 140-1.
- Dimension des parois d'essai sont déterminées par celles de l'ouverture d'essai entre les salles d'essai qui sont définies dans l'ISO 140-1. Ces dimensions sont de 10m<sup>2</sup> environ pour les murs et sont comprises entre 10m<sup>2</sup> et 20m<sup>2</sup> pour les planchers. La longueur du côté le plus court pour les murs et les planchers étant de 2,3m au moins.
- Si l'éprouvette à une surface qui est notablement plus absorbante que l'autre, la surface dont l'absorption est la plus élevée doit être disposée du côté de la source d'émission.
- S'assurer que le son transmis par toute voie indirecte est négligeable comparé au son transmis par l'éprouvette.
  - Si la valeur de R mesurée pour une éprouvette est inférieure ou égale à ( $R'_{\max} - 15\text{dB}$ ), on peut considérer le son transmis par voie indirecte comme négligeable. Le résultat étant alors appelé R.

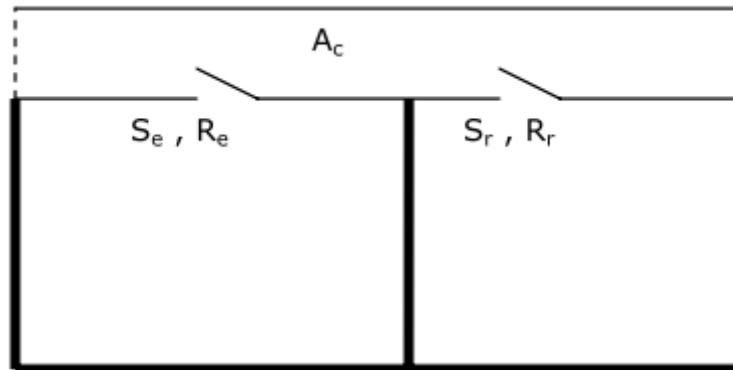
### 7.1.1 Portes, fenêtres, vitrages et éléments de façade

L'éprouvette doit être essayée de la même manière à une paroi.

- Si l'éprouvette est de dimensions inférieures à celles de l'ouverture, une paroi spéciale dotée d'une isolation acoustique suffisamment élevée doit être construite dans cette dernière. L'éprouvette doit être construite dans cette dernière, l'éprouvette étant placée dans la paroi en question. Le son transmis à travers cette paroi, et par toute autre voie indirecte, devrait être négligeable par rapport au son transmis à travers l'éprouvette. Dans le cas contraire, les résultats doivent être corrigés.
- Pour les vitrages, fenêtres, portes, etc., la surface S est celle de l'ouverture requise pour recevoir l'éprouvette et dans laquelle l'élément est monté.
- Comme l'isolement acoustique des fenêtre, des portes et des petits éléments de façade dépend de leurs dimensions, l'isolement acoustique pourrait, en pratique, différer notablement si l'élément avait une surface autre que celle essayée en laboratoire.
- Il est peu probable que des éprouvettes, en particuliers des vitrages, dont les surfaces sont dans un rapport allant jusqu'à 2:1, montrent des différences dans l'isolement acoustique supérieures à 3dB pour les indices d'évaluation. Une surface supérieure à celle qui a été essayée donnera généralement un isolement acoustique inférieur. Des valeurs exactes et fiables ne peuvent être obtenues qu'en mesurant une éprouvette de dimensions appropriées.
- Les mesurages sur des éprouvettes carrées peuvent donnée un isolement acoustique inférieur à celui obtenu sur des éprouvette rectangulaires de même surface.

Remarque : Dans Acoubat, lors de l'utilisation d'un élément de construction, c'est l'indice d'affaiblissement in-situ qui est utilisé. Cependant, **il n'y a pas de modification de cet indice lorsque la surface de l'élément est différente de la surface de l'élément donné dans le PV** (issus de mesures en laboratoire). Ainsi, si la surface de l'élément à prendre en compte dans la simulation diffère de la surface de l'élément utilisé lors de la réalisation des mesures en laboratoire, il convient de diminuer l'indice d'affaiblissement de l'élément de 3dB si la surface évolue dans un facteur 2:1 au maximum et de ne pas utiliser le PV si la surface évolue dans un facteur plus grand.

## 8 CAS D'UNE CIRCULATION COMMUNE



L'isolement par la circulation commune (local tampon) est la somme de l'isolement  $D_e$  entre le local émission et la circulation et de l'isolement (normalisé)  $D_r$  entre la circulation et le local réception ; de plus, pour être cohérent avec la méthodologie utilisée dans ACOUBAT, chaque isolement  $D_e$  ou  $D_r$  est séparé en 2 chemins : un chemin  $D$  séparatif à travers les parois entre circulation et locaux et un (ou plusieurs) chemin  $D$  ouverture à travers les ouvertures (portes ou fenêtres) ; l'isolement résultant est calculé ainsi :

$$D_{n,circulation} = D_e + D_r = -10 \log_{10} \left( 10^{\frac{-D_{e,sep}}{10}} + 10^{\frac{-D_{e,ouv}}{10}} \right) - 10 \log_{10} \left( 10^{\frac{-D_{r,sep}}{10}} + 10^{\frac{-D_{r,ouv}}{10}} \right)$$

avec  $D_e = R_{emission} + 10 \log_{10} \left( \frac{A_{circulation}}{S_{emission}} \right)$  et  $D_r = R_{reception} + 10 \log_{10} \left( \frac{A_0}{S_{reception}} \right)$

et

$S_{emission}$  : la surface de l'élément considéré (paroi ou ouverture)

$R_{emission}$  : indice d'affaiblissement de l'élément considéré (paroi ou ouverture)

$A_{circulation}$  : aire d'absorption équivalente de la circulation calculé à partir des indices  $\alpha_i$  et des surfaces des parois de la circulation

$S_{reception}$  : la surface de l'élément considéré (paroi ou ouverture)

Comme décrit ci-dessus, l'isolement normalisé par la circulation commune est fonction de l'aire d'absorption équivalente de la circulation. Ainsi, il est important d'estimer au mieux les coefficients d'absorption pour parfaire la simulation.

## 9 CONCLUSION

Ce document présente les calculs d'isolement acoustique réalisés par Acoubat v5.0.2. Il permet, entre autre, d'alerter l'utilisateur d'Acoubat de la modification des indices d'affaiblissements des matériaux lorsque ceux-ci proviennent de mesures réalisées en laboratoire et sont utilisés dans le cas d'une prédiction d'isolement entre locaux.

Ce document ne montre pas tous les cas d'utilisation comme les transmissions par les planchers techniques ou les planchers filants. Mais dans tous les cas d'utilisation, le calcul de l'isolement normalisé est affecté d'un facteur fonction de la différence entre la mesure en laboratoire et le cas d'utilisation. Par exemple, ce facteur sera, dans le cas d'une paroi homogène, fonction du rapport entre la durée de réverbération structurale du matériau en laboratoire sur la durée de réverbération structurale estimée in-situ.