GE842
Acoustique

- Suite du Cours

Loi Expérimentale de Masse

1. Principe

Plus une paroi est pesante, plus elle isole des bruits aériens : c'est la loi de masse.

Lorsque les modalités de construction le permettent, "bâtir lourd" est le moyen le plus sûr de s'isoler des bruits aériens.

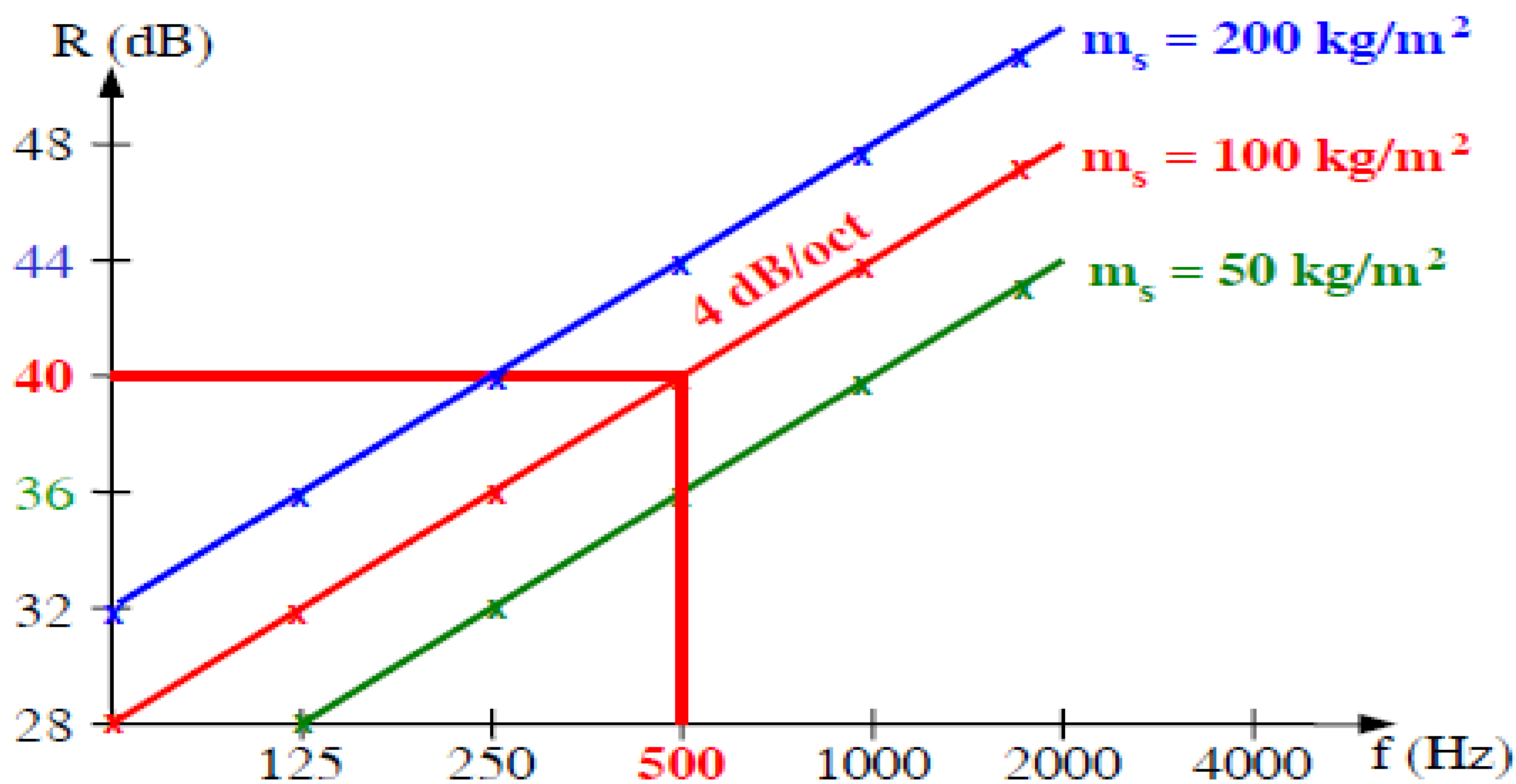
1.1 Valeurs à retenir

Pour des locaux d'habitation normalement meublés et de dimensions usuelle :

-Une paroi simple homogène de masse 100 kg/m² a un isolement acoustique R de 40 dB à 500 Hz.

Remarque

- En doublant la masse d'une paroi, l'Isolement R augmente en moyenne de **4 *dB*.**
- En diminuant la masse de moitié, l'Isolement R baisse en moyenne de **4 *dB***.



La masse surfacique en kg/m² d'une paroi est donnée par le produit : ρ. E

E: épaisseur en m

ρ :masse volumique kg/m^3

N.B

Les indication donnée par la loi de masse est souvent inférieure au résultats réel pour :

les parois de masse < 200kg/m²

$$Masse.surfacique = \rho . E \text{ en kg/m}^2$$

Le tableau ci-dessous donne quelques valeurs de la masse

Volumique des matériaux de bâtiment

Matériaux	Kg/m^3	Matériaux	Kg/m^3
Pierres lourdes	2700	Bois lourds	750
Grés	2200	Bois légers	450
Béton plein	2300	Contre-plaqué	450
Béton léger	1500	Verre	2500
Mortiers	1900	Acier	7780
Briques pleines	1700	Alu	2700
Plâtre	1300	Plomb	11340
Chaux	800	Zinc	7130

Exemples de calcul

Quel est l'isolement acoustique moyen R aux bruits aériens d'une cloison construite en briques pleines de 15cm d'épaisseur ?

Solution

Masse surfacique de la cloison = $\rho . E$

=1700 x 0.15 =255 *kg/ m²*

Or nous savons qu'une paroi de 100 kg/m² isole 40 *dB*

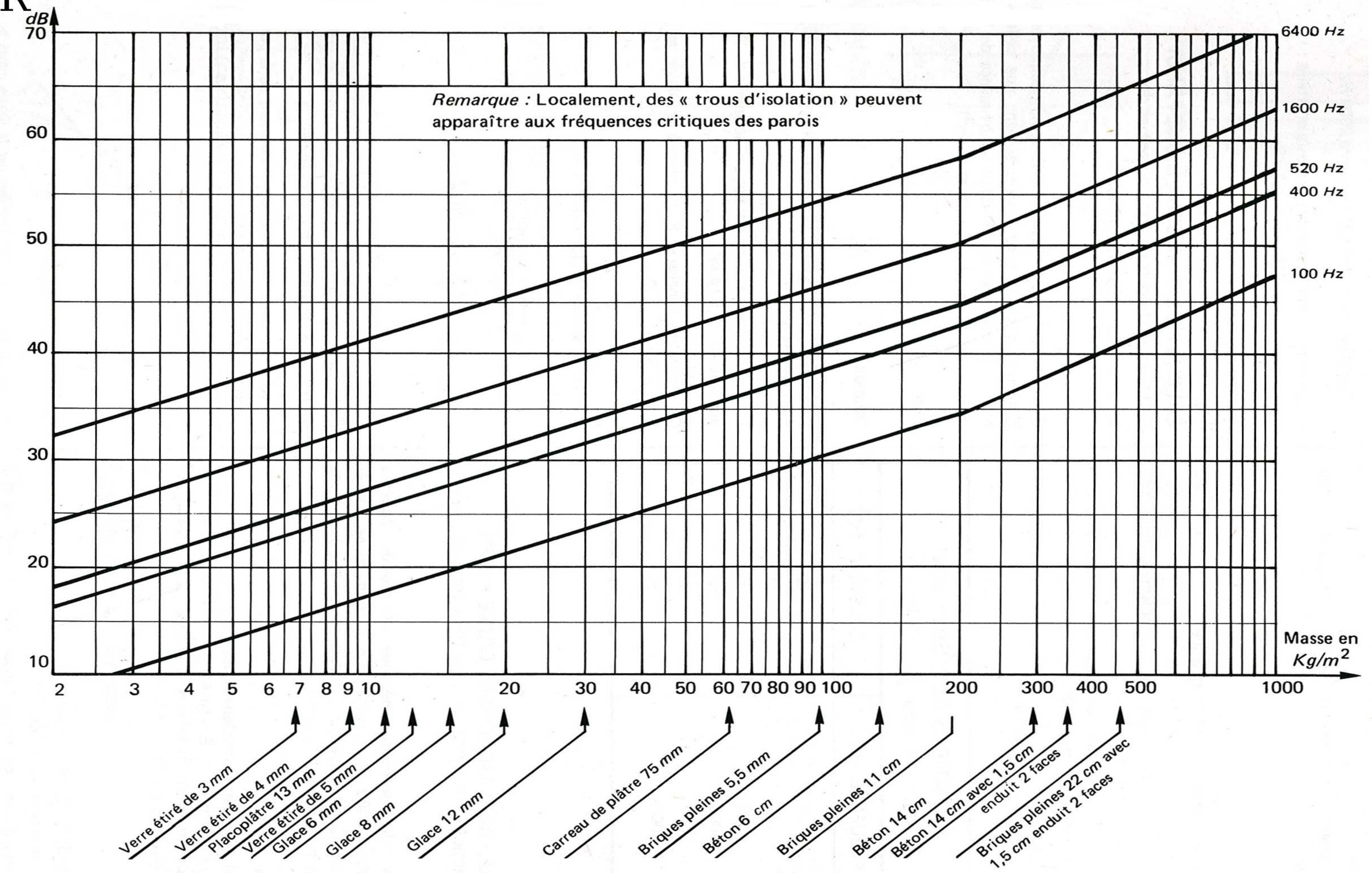
nous savons qu'une paroi de 200 kg/m² isole 44 *dB*

nous savons qu'une paroi de 400 kg/m² isole 48 *dB*

*Donc l'isolement de cette paroi de 255 kg/m² sera de **45 dB** environ*

Le graphe ci-dessous donne l’isolement en *dB* pour des locaux d’habitation de dimension usuelles et normalement meublés

R



VALEURS APPROXIMATIVES (en *dB*) POUR PAROIS SIMPLES

L’indice d’affaiblissement varie avec la fréquence (loi de fréquence).

Loi de fréquence.

• **Lorsque la fréquence du son double, l’isolement acoustique de la paroi augmente en moyen de 4 *dB.***

- Lorsque la fréquence du son baisse de moitié, l’isolement acoustique de la paroi diminue en moyen de 4 *dB.*

Fréquences:*f*	Isolement R*(dB)*
125	32
250	36
500	40
1000	44
2000	48
4000	52

Variation de l’Isolement pour une paroi de 100kg/m²

Exemples de calcul

Quel isolement acoustique aux sons de fréquence

100, 500 et 2000 Hz apporte un mur construit en briques pleines de 22 cm d'épaisseur, enduit sur chaque face d'une épaisseur de 1.5 cm de plâtre ?

Solution

Masse surfacique des briques = 1700 x 0.22 = 374 kg/m²

Masse surfacique de l'enduit (2 faces) = 1300 x 0.015 x 2 =39 kg/m²

Masse surfacique total du mur = 413 kg/m²

Calcul de l'isolement :

Aux fréquence 100, 500 et 2000 Hz.

A la fréquence 100Hz très proche de 125 Hz l'isolement est environ 39 *dB*

A la fréquence 500Hz l'isolement est *48 dB*

A la fréquence 2000Hz l'isolement est *56 dB*

Calcul de l'épaisseur d'une Paroi en fct de la fréquence

Déterminer l'épaisseur du verre à employer dans la construction d'une paroi vitrée, sachant que celle-ci doit offrire un isolement de 28 dB à la fréquence de 500 Hz.

On donne : Masse volumique du verre 2500 kg/m³.

Solution:

Sachant q'une paroi de 100 kg/m² donne un isolement de 40dB pour f=500Hz.

Donc une paroi de 50kg/m² donne un isolement de 36dB

une paroi de 25kg/m² donne un isolement de 32dB

une paroi de 12.5kg/m² donne un isolement de 28dB.

Alors E=Masse surfacique/masse volumique

E=12.5/2500 = 0.005 m

Fréquence critique f_c

• **La fréquence critique d'une paroi simple dépend de sa masse et de sa rigidité**

Chaque paroi possède une fréquence critique fc pour laquelle l'isolement acoustique R chute.

$$f_c = \frac{f_1}{e_{(cm)}}$$

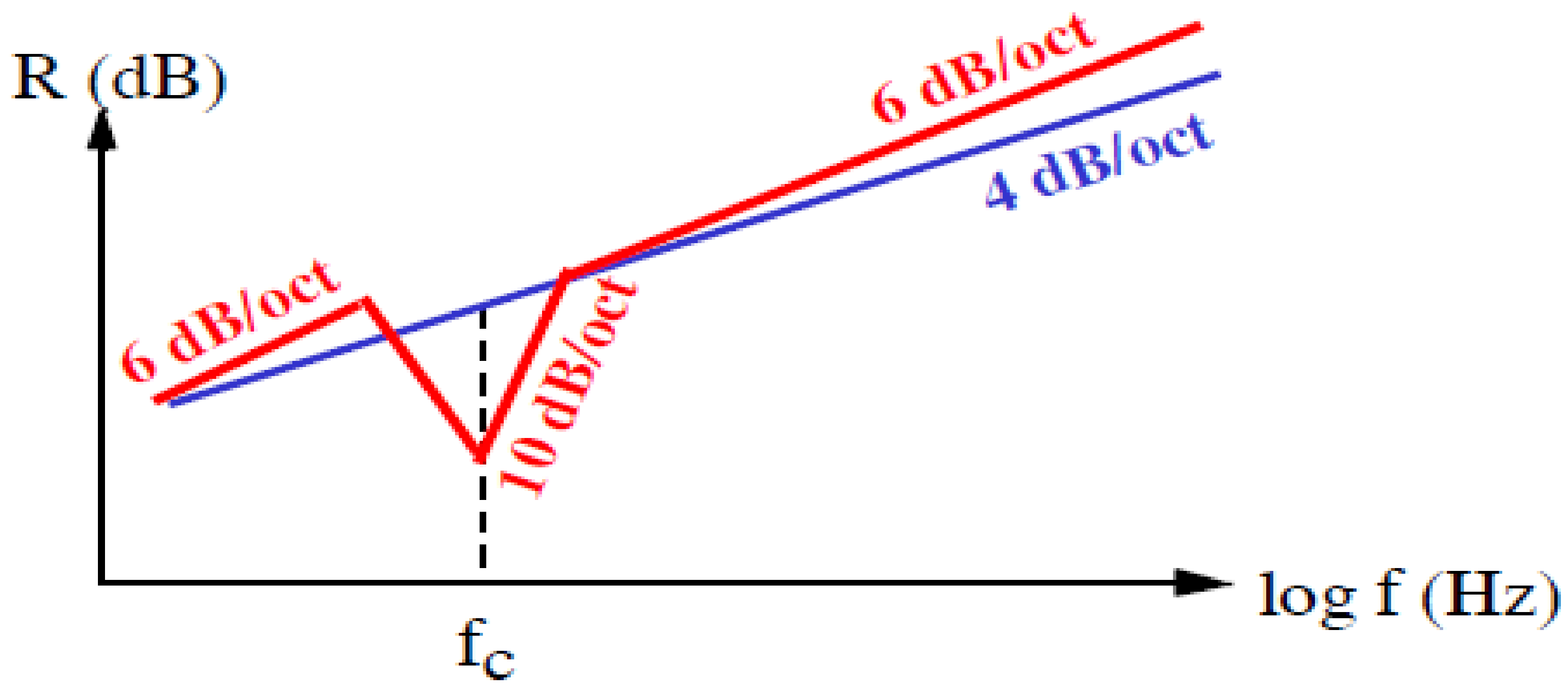
f_1 = fréquence critique correspondant à une paroi d'épaisseur 1cm

Pour repousser f_c dans les fréquences mal perçues par l'oreille ($f < 100$ Hz ou $f > 4000$ Hz), il faut utiliser :

- des parois lourdes (en accord avec la loi de masse) de forte rigidité (e grand) afin que f_c soit la plus basse possible.
- des parois légères (en désaccord avec la loi de masse) de faible rigidité (e petit) afin que f_c soit la plus élevée possible,

Chute de R à la fréquence critique f_c :

- 3 à - 4 dB	(caoutchouc, liège, plomb, ...),
- 6 à - 8 dB	(polystyrène, béton, plâtre, bois, ...),
- 10 dB	(verre, acier, aluminium, ..).



R = 35 dB(A) : on entend tout

R = 40 dB(A) : difficile de comprendre ce qui se dit

R = 45 dB(A) : conversations à voix forte peu compréhensibles

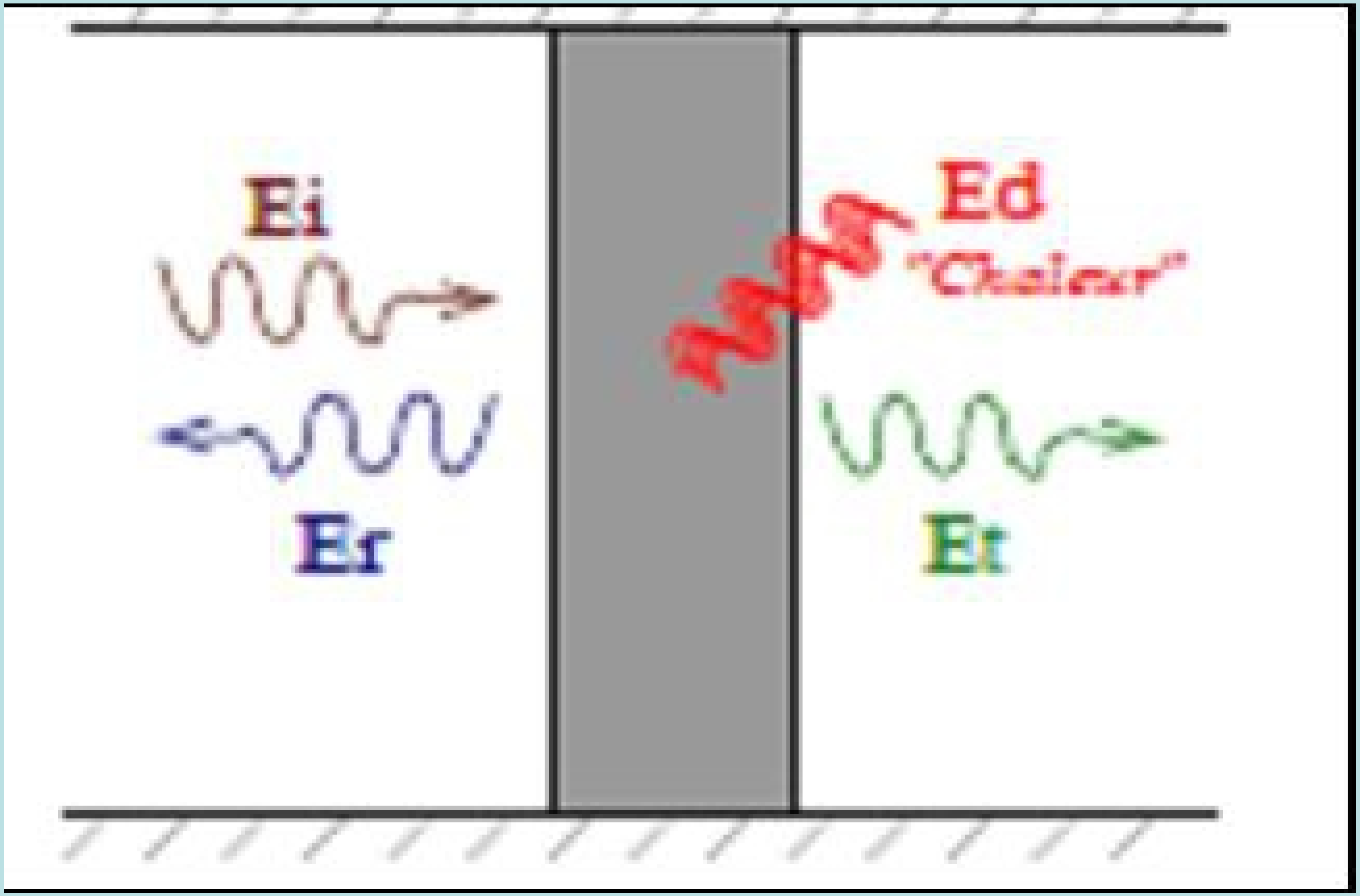
R = 50 dB(A) : conversation inaudible

Absorption acoustique

- 1 Coefficient d’absorption
- 2 Systèmes et matériaux absorbants
- 3 Notion d’absorption

Coefficient d’absorption

Pour un son réverbère dans une salle, l’absorption acoustique correspond `a une perte d’énergie.
Il est impératif de définir le ”système” *i.e.* la salle.



Bilan d’énergie

Ei = Ed + Er + Et

Ei : Énergie incidente de l’onde

Ed : Énergie dissipée (chaleur).

Er : Energie restituee a la salle.

Et : Énergie transmise par la paroi.

L’energie absorbee correspond a : **Ea = Ed + Et**

Le Cœfficient d’absorption se définit comme :

α = Énergie absorbée / Énergie incidente

Si $\alpha = 0 \quad \Rightarrow$ la paroi est totalement réfléchissante.

Si $\alpha = 1 \quad \Rightarrow$ la paroi est totalement absorbante.

α dépend de la fréquence et de l'angle d'incidence.

On considère que le champ réverbéré est isotrope, on définit α en moyenne sur tous les angles

Exemple

f (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
Draperie	0,05	0,15	0,35	0,45	0,40	0,35
Laine de verre	0,11	0,19	0,41	0,54	0,60	0,75
Contreplaqué 5 mm à 25 mm du mur	0,07	0,12	0,28	0,11	0,08	0,08
Béton	0,32	0,25	0,22	0,20	0,19	0,2