

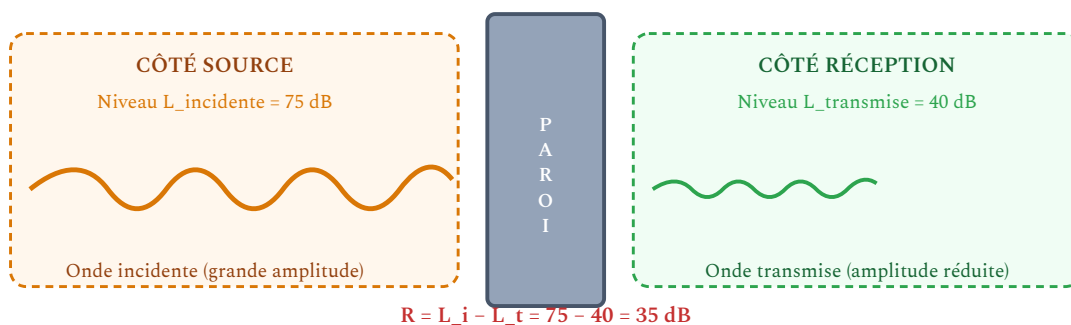
Objectifs du chapitre :

- Comprendre que le coefficient d'atténuation dépend de l'épaisseur et du matériau
- Calculer l'indice d'affaiblissement acoustique R
- Comparer des matériaux selon leur capacité à atténuer le son
- Relier la loi de masse à l'isolation acoustique

1. Introduction – Contexte métier**CONTEXTE CHANTIER**

Réhabilitation d'un immeuble résidentiel : les locataires se plaignent des bruits de voisinage. Le charpentier-menuisier remplace les fenêtres par du double vitrage, le plaquiste monte une cloison phonique en placo-plâtre doublée de laine minérale, et l'entrepreneur général choisit un plancher avec sous-couche acoustique. **Chaque matériau atténue le son d'une certaine quantité, mesurée en décibels (dB) par l'indice d'affaiblissement R.**

Un **son** est une vibration mécanique qui se propage dans l'air. Lorsque ce son rencontre une paroi (mur, vitrage, plancher), une partie de l'énergie sonore est absorbée et réfléchi : le son qui passe de l'autre côté est **atténué**.



L'indice d'affaiblissement R mesure la réduction du niveau sonore à travers une paroi

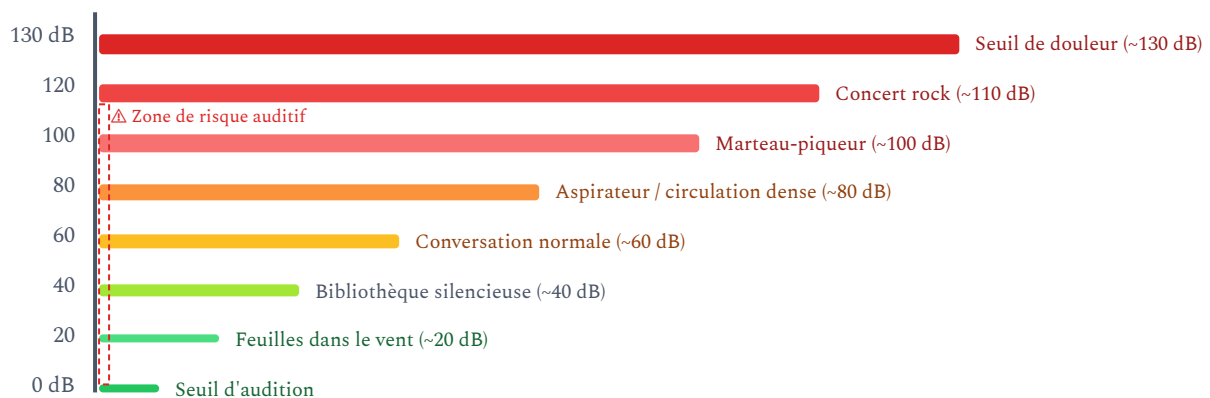
2. Le niveau sonore en décibels (dB)

DÉFINITION

Le **niveau sonore L** (en décibels, dB) mesure l'intensité d'un son par rapport au seuil d'audition humaine :

$$L = 10 \times \log\left(\frac{I}{I_0}\right)$$

avec $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$ (seuil d'audition) et I l'intensité sonore en W/m^2 .



Échelle des niveaux sonores courants – une augmentation de 10 dB correspond à une intensité 10 fois plus grande

PROPRIÉTÉ IMPORTANTE

L'échelle des décibels est **logarithmique** :

- +10 dB = intensité sonore multipliée par **10**
- +20 dB = intensité sonore multipliée par **100**
- +30 dB = intensité sonore multipliée par **1 000**

Donc 80 dB n'est pas "deux fois" 40 dB — c'est **10 000 fois plus intense** !

3. L'indice d'affaiblissement acoustique R

DÉFINITION

L'**indice d'affaiblissement acoustique R** (en dB) mesure la capacité d'une paroi à réduire le niveau sonore lors de la transmission :

$$R = L_{\text{incidente}} - L_{\text{transmise}} \quad (\text{en dB})$$

Plus R est grand, meilleure est l'isolation acoustique.

DÉFINITION - COEFFICIENT T

Le **coefficient d'atténuation τ (tau)** est le rapport des pressions acoustiques transmise et incidente :

$$\tau = \frac{p_{\text{transmise}}}{p_{\text{incidente}}}$$

- $\tau = 1$: aucune atténuation (tout passe)
- $\tau \rightarrow 0$: atténuation maximale (quasi rien ne passe)

La relation entre R et τ est :

$$R = -20 \times \log(\tau)$$

$$R = L_i - L_t \quad (\text{dB}) \quad \text{et} \quad R = -20 \times \log(\tau)$$

L_i = niveau sonore incident (source) | L_t = niveau sonore transmis (après la paroi) | τ = rapport des pressions

MÉTHODE

Calculer l'indice d'affaiblissement R d'une paroi

1. **Repérer les données** : identifier le niveau sonore incident L_i (côté source, en dB) et le niveau sonore transmis L_t (de l'autre côté de la paroi, en dB).
2. **Appliquer la formule** : $R = L_i - L_t$ (en dB).
3. **Vérifier la cohérence** : R doit être positif (le son est toujours atténué en traversant une paroi). Si R est négatif, vérifier que L_i et L_t ne sont pas inversés.
4. **Interpréter le résultat** : comparer R aux valeurs du tableau des matériaux pour identifier le type de paroi, ou vérifier si la norme réglementaire est respectée ($D_{nT,A} \geq 53$ dB entre logements).

APPLICATION

Un plaquiste pose une cloison entre l'atelier et le bureau d'un fabricant de meubles. Le niveau sonore côté atelier est 85 dB, et 47 dB côté bureau. Calculer l'indice d'affaiblissement R de la cloison.

MÉTHODE

Calculer R à partir du coefficient d'atténuation τ

1. **Repérer la donnée** : identifier la valeur de τ (rapport des pressions acoustiques, sans unité, compris entre 0 et 1).
2. **Appliquer la formule** : $R = -20 \times \log(\tau)$.
3. **Calculer le logarithme** : utiliser la touche « log » de la calculatrice (logarithme décimal, base 10).
4. **Attention au signe** : $\log(\tau)$ est négatif car $\tau < 1$, donc $-20 \times \log(\tau)$ donne bien un résultat positif.
5. **Vérifier avec des ordres de grandeur** : $\tau = 0,1 \rightarrow R = 20$ dB ; $\tau = 0,01 \rightarrow R = 40$ dB ; $\tau = 0,001 \rightarrow R = 60$ dB.

EXEMPLE RÉSOLU - ÉTAPE PAR ÉTAPE

Problème : Un mur reçoit un niveau sonore de 72 dB côté source. On mesure 34 dB de l'autre côté du mur. Calculer R, puis vérifier en calculant τ .

1. Calcul de R :

$$R = L_i - L_t = 72 - 34 = 38 \text{ dB}$$

2. Vérification : trouver τ correspondant à R = 38 dB

$$38 = -20 \times \log(\tau) \implies \log(\tau) = -1,9 \implies \tau = 10^{-1,9} \approx 0,013$$

Seulement 1,3 % de la pression acoustique passe à travers le mur.

Conclusion : Ce mur a un indice d'affaiblissement de 38 dB. Il correspond à une cloison placo-plâtre standard.

EXEMPLE - CALCULER R À PARTIR DE T

Une vitre a $\tau = 0,05$. Calculer R.

$$R = -20 \times \log(0,05) = -20 \times (-1,301) = 26 \text{ dB}$$

Ce résultat correspond bien à un simple vitrage 4 mm ($R \approx 25\text{-}26 \text{ dB}$).

APPLICATION

Un châssis de fenêtre a un coefficient d'atténuation $\tau = 0,02$. Calculer l'indice d'affaiblissement R.

4. La loi de masse

LOI DE MASSE (RÈGLE EMPIRIQUE)

Plus une paroi est lourde (masse surfacique élevée en kg/m^2), meilleure est son isolation acoustique.

En doublant la masse surfacique, on gagne environ **+6 dB** sur R.

$$m_s \nearrow \implies R \nearrow$$

La masse surfacique dépend de la densité du matériau et de son épaisseur.

Matériau / paroi	Épaisseur	Masse surfacique	R moyen (dB)	Remarque
Vitrage simple 4 mm	4 mm	$\sim 10 \text{ kg/m}^2$	$\sim 25 \text{ dB}$	Peu isolant
Double vitrage 4/16/4	24 mm	$\sim 20 \text{ kg/m}^2$	$\sim 32 \text{ dB}$	Standard résidentiel
Cloison placo 72 mm	72 mm	$\sim 25 \text{ kg/m}^2$	$\sim 38 \text{ dB}$	Cloison séparative
Brique creuse 10 cm	10 cm	$\sim 70 \text{ kg/m}^2$	$\sim 40 \text{ dB}$	Maçonnerie légère
Béton 15 cm	15 cm	$\sim 360 \text{ kg/m}^2$	$\sim 52 \text{ dB}$	Mur porteur
Béton 20 cm	20 cm	$\sim 480 \text{ kg/m}^2$	$\sim 57 \text{ dB}$	Mur porteur épais

APPLICATION

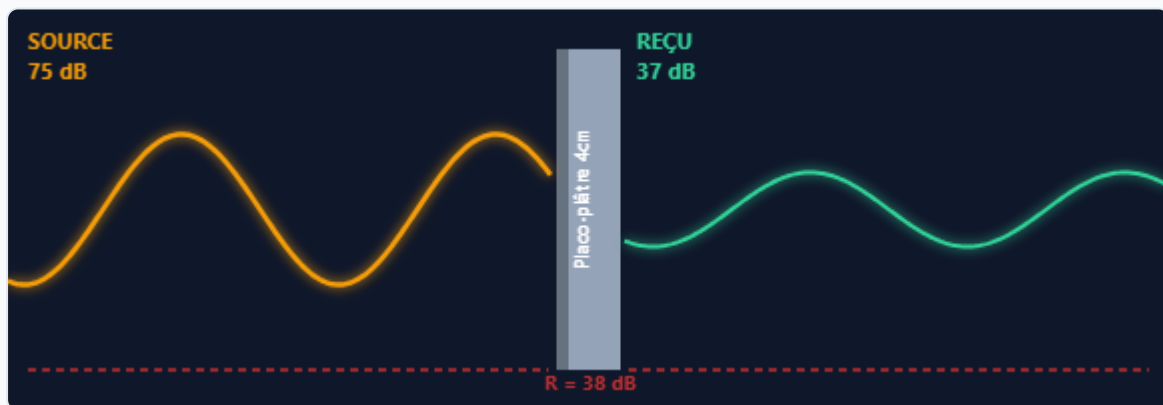
Un menuisier agenceur choisit entre deux cloisons pour séparer deux bureaux. La cloison A a une masse surfacique de 30 kg/m^2 ($R = 38 \text{ dB}$). La cloison B a une masse surfacique de 60 kg/m^2 . Estimer l'indice R de la cloison B.

ATTENTION AUX ERREURS FRÉQUENTES

- R **dépend aussi de la fréquence** : un matériau isole mieux les sons aigus (hautes fréquences) que les sons graves (basses fréquences). Le R moyen donné dans les tableaux est une valeur pondérée (R_w).
- Ne pas confondre **isolation acoustique** (bloquer le son) et **isolation thermique** (bloquer la chaleur). La laine de verre est bonne en thermique mais moins efficace seule en acoustique.
- L'isolation acoustique globale d'un mur est limitée par le maillon le plus faible : une seule fente ou une porte mal isolée ruine tout l'effort !
- τ est un rapport de **pressions** (pas d'intensités). C'est pourquoi la formule est $-20 \times \log(\tau)$ et non $-10 \times \log(\tau)$.

5. Animation – Atténuation selon l'épaisseur de paroi

Déplacez le curseur pour modifier l'épaisseur (et donc R) de la paroi.



Niveau incident

75 dB

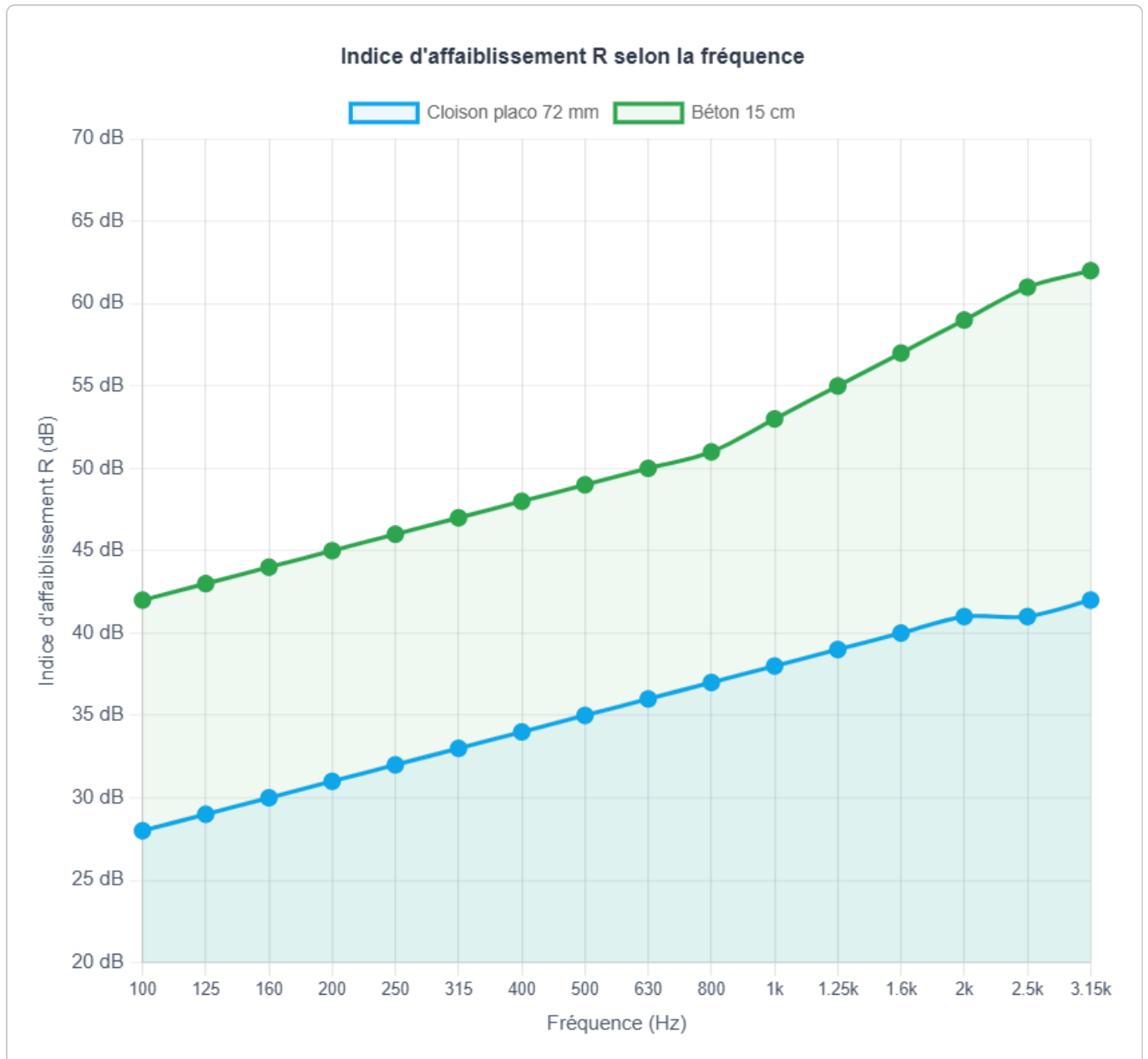
Indice R

38 dB

Niveau transmis

37 dB

6. R en fonction de la fréquence - Graphique



On observe que R augmente avec la fréquence : les sons graves (basses fréquences) sont plus difficiles à bloquer que les sons aigus.

7. Applications concrètes aux métiers du bâtiment

APPLICATION MENUISERIE / BÂTIMENT

Remplacement des fenêtres pour améliorer l'isolation phonique :

Un simple vitrage 4 mm offre $R \approx 25$ dB. En passant au double vitrage 4/16/4, on atteint $R \approx 32$ dB, soit 7 dB de gain. Pour des logements très exposés (bord de voie ferrée), on utilise des vitrages acoustiques feuilletés : 6/12/6 avec intercalaire PVB ($R \approx 38$ dB). Le menuisier choisit et pose ces fenêtres, l'étanchéité de la pose est cruciale (aucun pont phonique).

APPLICATION PLAQUISTE / ISOLATION

Cloison phonique en placo-plâtre :

Une simple cloison 72 mm (plaque BA13 + ossature + laine minérale 45 mm + plaque BA13) atteint $R \approx 38$ dB. Pour les mitoyens entre logements (seuil réglementaire : $D_{nT,A} \geq 53$ dB), on doit doubler la cloison avec désolidarisation. Le plaquiste doit veiller à l'étanchéité en périphérie : les joints sont traités avec un mastic acoustique.

APPLICATION RÉGLEMENTATION

Réglementation acoustique des bâtiments :

La réglementation acoustique (NF EN ISO 140, NF EN ISO 717) impose des isolements minimaux :

- Logements entre eux : $D_{nT,A} \geq 53$ dB
- Vis-à-vis de l'extérieur : $D_{nT,A,tr} \geq 30$ dB (zone calme) à 45 dB (zone très bruyante)
- Bruits d'impact (bruit de pas) : $L'_{nT,w} \leq 58$ dB

MÉTHODE DE CALCUL R

Démarche pour calculer l'indice d'affaiblissement :

1. Identifier $L_{\text{incidente}}$ (niveau côté source, en dB)
2. Identifier $L_{\text{transmise}}$ (niveau côté réception, en dB)
3. Calculer : $R = L_i - L_t$
4. Si on connaît τ : $R = -20 \times \log(\tau)$
5. Comparer R au seuil réglementaire ou aux valeurs du tableau

8. Mini exercices

Exercice 1. Une cloison légère reçoit un niveau sonore de 75 dB côté source et transmet 40 dB de l'autre côté. Calculer l'indice d'affaiblissement acoustique R.

Exercice 2. Pour remplacer les fenêtres d'un appartement situé le long d'une avenue passante, un menuisier hésite entre un simple vitrage ($R = 25$ dB) et un double vitrage ($R = 32$ dB). Lequel isole le mieux ? Quel est le gain en dB ?

Exercice 3. Qu'est-ce que la "loi de masse" en acoustique du bâtiment ? Donner un exemple concret.

Exercice 4. Une cloison a un coefficient d'atténuation $\tau = 0,01$. Calculer son indice d'affaiblissement acoustique R.

À retenir – Essentiel du chapitre 8 :

- Le niveau sonore se mesure en **décibels (dB)** avec une échelle logarithmique : $+10 \text{ dB} = \times 10$ en intensité
- L'**indice d'affaiblissement R** (dB) mesure l'efficacité d'une paroi : $R = L_i - L_t$
- Si l'on connaît τ (rapport de pression) : $R = -20 \times \log(\tau)$
- **Plus R est grand, meilleure est l'isolation** (béton > placo > vitrage simple)
- **Loi de masse** : matériau plus lourd = meilleure isolation acoustique
- R dépend aussi de la **fréquence** : les basses fréquences sont plus difficiles à bloquer
- Réglementation : $D_{nT,A} \geq 53 \text{ dB}$ entre logements (NF EN ISO 717)

Erreurs fréquentes

✗ Croire que $80 \text{ dB} = 2 \times 40 \text{ dB}$

L'échelle en décibels est logarithmique, pas linéaire. 80 dB correspond à une intensité 10 000 fois plus élevée que 40 dB. Doubler le niveau en dB ne double pas le son — il le multiplie par 100.

Conseil : retenir que $+10 \text{ dB} \rightarrow \text{intensité} \times 10$, $+20 \text{ dB} \rightarrow \times 100$, $+30 \text{ dB} \rightarrow \times 1\,000$.

✗ Inverser L_i et L_t dans le calcul de R

$R = L_i - L_t$ (incident minus transmis). Si on inverse, on obtient un R négatif, ce qui n'a pas de sens physique (le son ne peut pas s'amplifier en traversant une paroi passive).

Conseil : L_i est toujours le plus grand (côté source) ; L_t est toujours le plus petit (côté réception).

✗ Confondre isolation acoustique et absorption acoustique

L'isolation (indice R) empêche le son de passer à travers une paroi. L'absorption réduit la réverbération à l'intérieur d'une pièce (mousse, moquette). Ce sont deux phénomènes distincts.

Conseil : la mousse acoustique absorbe l'écho dans une pièce, mais n'empêche pas le son de traverser les murs.

✗ Croire qu'une paroi plus épaisse isole toujours mieux

L'épaisseur seule ne suffit pas : c'est la masse surfacique (densité $\times$ épaisseur) qui compte. Un panneau en béton léger peut isoler moins bien qu'un mur plus mince mais plus dense.

Conseil : comparer les masses surfaciques en kg/m^2 , pas les épaisseurs en cm.

Chapitre 8 – Physique | Bac Pro ERA-MA Terminale | Groupement 3

Simulation interactive

[Signal sonore](#)

[Atténuation sonore à travers une cloison](#)

Atténuer une onde sonore par transmission

Exercices – Terminale Bac Pro ERA-MA (Grpt 3) | Physique-Chimie

Socle

Standard

Approfondissement

Tout voir



Objectifs du chapitre

[cliquer pour développer](#)

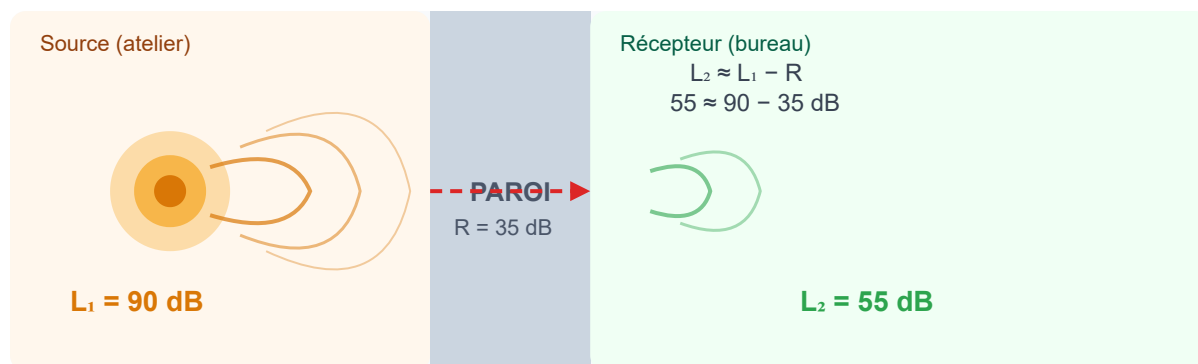
Rappels du cours :

- **Niveau sonore** : $L = 10 \cdot \log\left(\frac{I}{I_0}\right)$ en dB, avec $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$ (seuil d'audibilité).
- **Addition de sources identiques** : n sources à niveau L donnent $L_{\text{total}} = L + 10 \cdot \log(n)$.
- **Indice d'affaiblissement acoustique** : R (en dB) – caractérise la capacité d'une paroi à isoler acoustiquement. Formule simplifiée : $L_2 \approx L_1 - R$.
- **Loi de masse** : R augmente d'environ 6 dB si la masse surfacique de la paroi double.
- **Valeurs réglementaires** : bureau < 65 dB, atelier < 85 dB. Le seuil de danger est fixé à 85 dB (exposition prolongée).

Tableau de référence des niveaux sonores

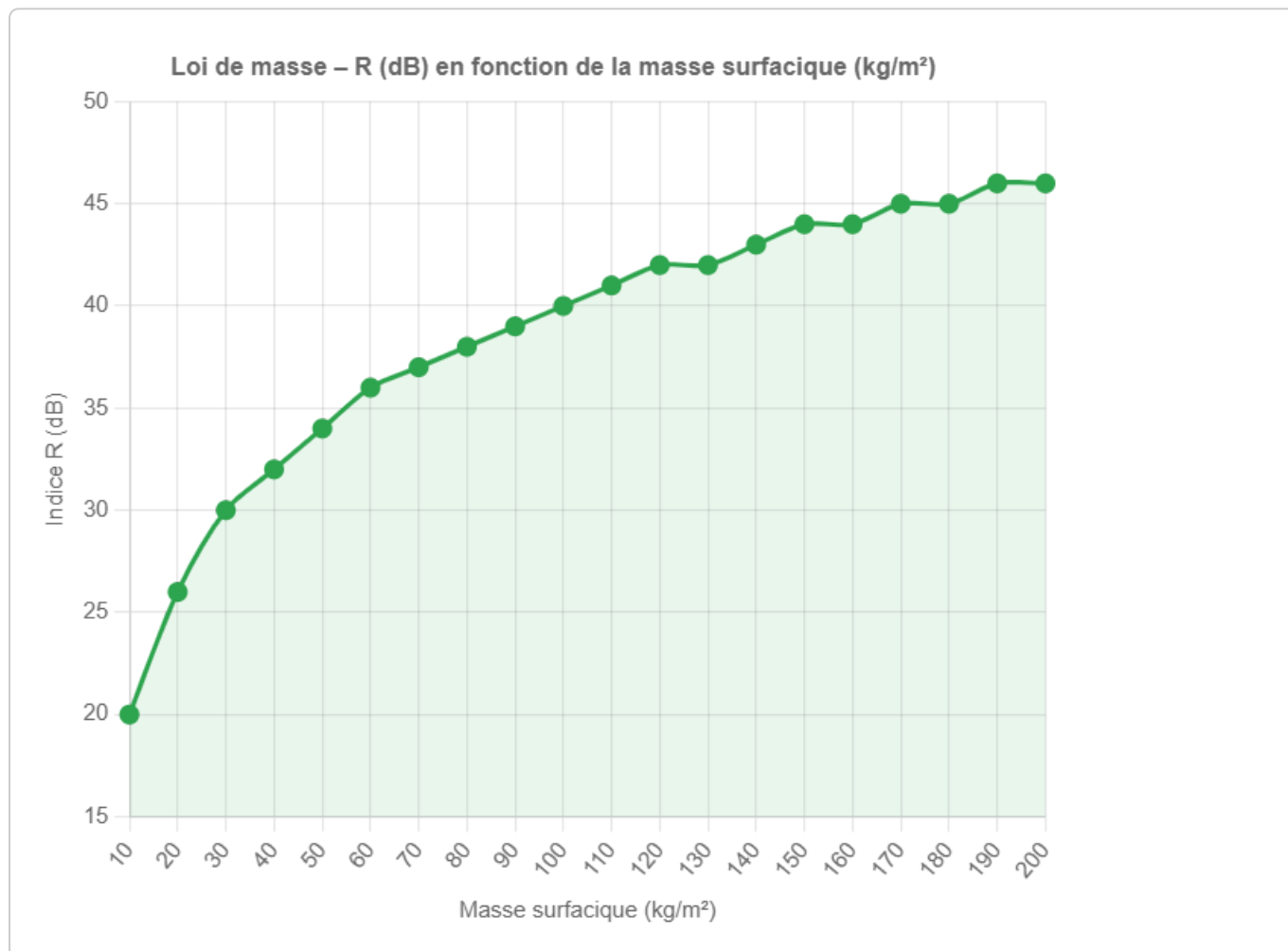
Situation	Niveau sonore (dB)	Commentaire
Seuil d'audibilité	0 dB	Limite inférieure de l'audition
Conversation normale	60 dB	Distance 1 m
Bureau ouvert	65 dB	Seuil réglementaire bureau
Atelier standard	75 – 85 dB	Zone de vigilance
Seuil de danger	85 dB	EPI obligatoires au-delà (Code du travail)
Machine industrielle	90 – 105 dB	Presse, scie, compresseur...
Seuil de douleur	120 dB	Risque de lésions immédiates

Schéma - Affaiblissement acoustique d'une paroi



Une paroi d'indice R réduit le niveau sonore reçu. Ici : $L_2 = L_1 - R = 90 - 35 = 55 \text{ dB}$.

Loi de masse - Évolution de R avec la masse surfacique



Affaiblissement acoustique R en fonction de la fréquence

Méthode :

L'indice d'affaiblissement acoustique R d'une paroi n'est pas identique à toutes les fréquences. En général, R augmente avec la fréquence (les sons aigus sont mieux atténués que les graves). La loi de masse prédit $R \approx 20 \log(f) + 20 \log(m) - 47$.

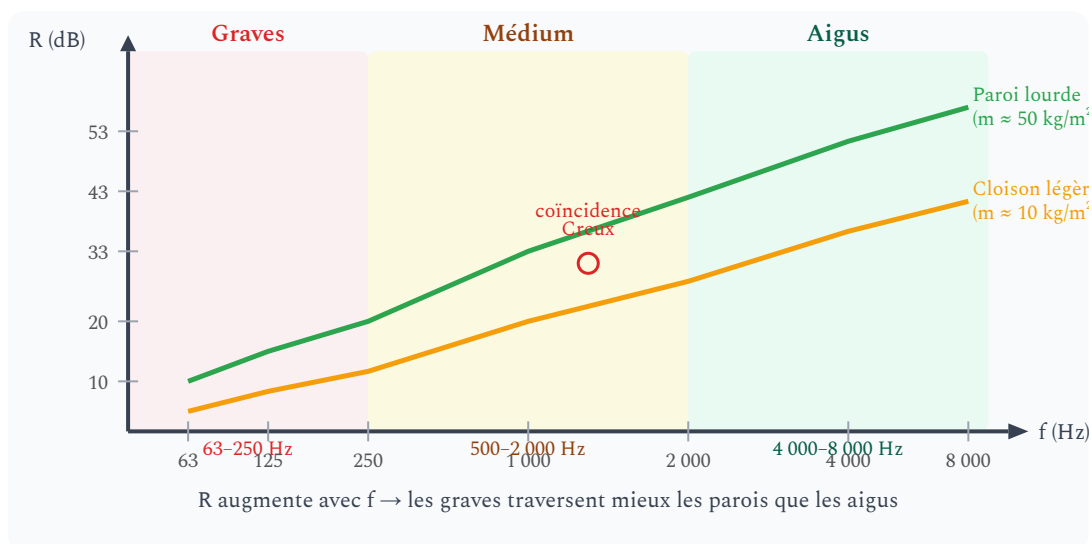


Figure 2 — Affaiblissement acoustique R en fonction de la fréquence : une paroi lourde atténue davantage, mais les sons graves restent difficiles à isoler

Niveaux sonores courants – Comparaison visuelle

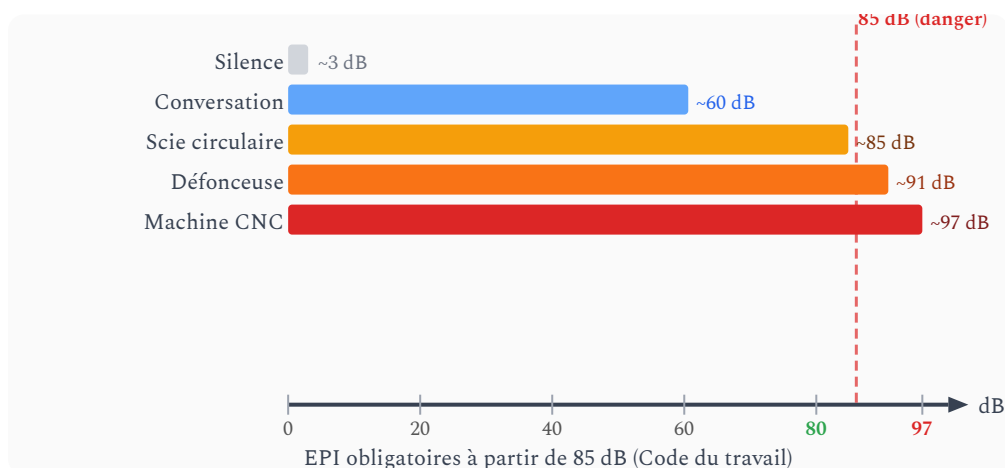


Figure 3 — Niveaux sonores en atelier de menuiserie/agencement : les équipements de protection individuelle (bouchons, casques) sont obligatoires au-delà de 85 dB

Exercices – Niveau Socle

EXERCICE 1 Calculer un niveau sonore – Pas à pas

SOCLE

Un menuisier agenceur utilise une défonceuse portative qui produit une intensité sonore $I = 10^{-3} \text{ W/m}^2$ à 1 m de distance.

On rappelle : $L = 10 \cdot \log\left(\frac{I}{I_0}\right)$ avec $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$.

Étape 1 : Compléter le rapport.

$$\frac{I}{I_0} = \frac{10^{-3}}{10^{-12}} = 10^{-3-(\dots)} = 10^{\dots}$$

Étape 2 : Appliquer le logarithme.

$$\log(10^{\dots}) = \dots$$

Étape 3 : Multiplier par 10 pour obtenir le niveau sonore.

$$L = 10 \times \dots = \dots \text{ dB}$$

Étape 4 : Ce niveau est-il supérieur au seuil de danger de 85 dB ? Entourer : OUI / NON

Mes calculs :

EXERCICE 2 Additionner deux sources identiques – Pas à pas

SOCLE

Dans un atelier d'agencement, deux scies circulaires identiques fonctionnent en même temps. Chaque scie produit un niveau sonore $L = 82$ dB.

On rappelle : pour n sources identiques, $L_{\text{total}} = L + 10 \cdot \log(n)$.

Étape 1 : Combien de sources identiques y a-t-il ?

$n = \dots$

Étape 2 : Calculer $\log(n)$.

$\log(2) \approx \dots$ (valeur donnée : 0,301)

Étape 3 : Compléter le calcul.

$L_{\text{total}} = 82 + 10 \times 0,301 = 82 + \dots = \dots$ dB

Étape 4 : Le niveau total dépasse-t-il 85 dB ? Entourer : OUI / NON

Mes calculs :

EXERCICE 3 Isolation par une paroi – Pas à pas

SOCLE

Un ébéniste travaille dans un atelier où le niveau sonore est $L_1 = 92$ dB. Une cloison sépare l'atelier du bureau de réception des clients. L'indice d'affaiblissement de la cloison est $R = 30$ dB.

On rappelle : $L_2 = L_1 - R$.

Étape 1 : Compléter le calcul du niveau sonore dans le bureau.

$$L_2 = L_1 - R = \dots - \dots = \dots \text{ dB}$$

Étape 2 : Le seuil réglementaire pour un bureau est 65 dB. Comparer.

$$L_2 = \dots \text{ dB et le seuil bureau} = 65 \text{ dB.}$$

On a $L_2 \dots 65$ dB (compléter avec < ou >).

La cloison est-elle suffisante ? Entourer : OUI / NON

Étape 3 : Quel indice R faudrait-il pour atteindre exactement 65 dB dans le bureau ?

$$R_{\min} = L_1 - L_{\text{objectif}} = \dots - \dots = \dots \text{ dB}$$

Mes calculs :

EXERCICE 4 Loi de masse – Pas à pas

SOCLE

Un artisan menuisier installe une cloison en placo-plâtre de masse surfacique $m_s = 20 \text{ kg/m}^2$. L'indice d'affaiblissement de cette cloison est $R = 28 \text{ dB}$.

On rappelle : si la masse surfacique double, R augmente de 6 dB.

Étape 1 : On remplace la cloison par une paroi deux fois plus lourde ($m_s = 40 \text{ kg/m}^2$).

Compléter :

$$R_{\text{nouveau}} = R + 6 = \dots + \dots = \dots \text{ dB}$$

Étape 2 : On double encore la masse ($m_s = 80 \text{ kg/m}^2$). Compléter :

$$R_{\text{nouveau}} = \dots + 6 = \dots \text{ dB}$$

Étape 3 : Compléter le tableau récapitulatif.

Masse surfacique (kg/m^2)	R (dB)
20	28
40	...
80	...

Étape 4 : Pour isoler un bureau du bruit d'un atelier, il faut au moins $R = 35 \text{ dB}$. Quelle masse surfacique faut-il choisir parmi celles du tableau ?

Mes calculs :

EXERCICE 5 Comparer des matériaux – Lecture de tableau**SOCLE**

Un poseur de cuisines doit choisir un matériau pour séparer une cuisine ouverte d'un salon. Voici les données :

Matériau	R (dB)
Plaque de plâtre simple (13 mm)	25
Bois massif (40 mm)	30
Double vitrage standard	32
Parpaing enduit (20 cm)	45

Le niveau sonore de la cuisine en activité est $L_1 = 75$ dB. On veut $L_2 \leq 50$ dB dans le salon.

Étape 1 : Calculer le R minimal nécessaire.

$$R_{\min} = L_1 - L_2 = \dots - \dots = \dots \text{ dB}$$

Étape 2 : Souligner dans le tableau les matériaux qui conviennent ($R \geq R_{\min}$).

Étape 3 : Quel est le matériau le plus léger qui convient ?

Mes calculs :

EXERCICE 6 Seuil de danger – Vrai ou faux guidé

SOCLE

Pour chaque affirmation, entourer **VRAI** ou **FAUX** et corriger si nécessaire.

a) Le seuil de danger pour l'audition est de 85 dB en exposition prolongée. **VRAI / FAUX**

b) $80 \text{ dB} + 80 \text{ dB} = 160 \text{ dB}$. **VRAI / FAUX**

c) Si $R = 40 \text{ dB}$ et $L_1 = 95 \text{ dB}$, alors $L_2 = 55 \text{ dB}$. **VRAI / FAUX**

d) Doubler la masse d'une paroi ajoute 3 dB à son indice R. **VRAI / FAUX**

e) Une intensité de $I = 10^{-5} \text{ W/m}^2$ correspond à un niveau de 70 dB. **VRAI / FAUX**

Mes calculs :

EXERCICE 7 Additionner 4 machines identiques – Pas à pas

SOCLE

Dans un atelier de fabrication de meubles, 4 ponceuses identiques fonctionnent en même temps. Chaque ponceuse produit un niveau sonore de $L = 78$ dB.

On rappelle : $L_{\text{total}} = L + 10 \cdot \log(n)$ et $\log(4) \approx 0,602$.

Étape 1 : Combien de sources ? $n = \dots$

Étape 2 : Calculer $10 \times \log(n)$.

$$10 \times \log(4) = 10 \times 0,602 = \dots$$

Étape 3 : Calculer le niveau total.

$$L_{\text{total}} = 78 + \dots = \dots \text{ dB}$$

Étape 4 : Le seuil de danger (85 dB) est-il dépassé ? Entourer : OUI / NON

Mes calculs :

EXERCICE 8 Trouver R minimal – Pas à pas

SOCLE

Un fabricant de mobilier travaille dans un atelier où le bruit atteint $L_1 = 88$ dB. Il souhaite installer une cloison pour créer un espace de repos où le niveau sonore ne dépasse pas $L_2 = 60$ dB.

Étape 1 : Écrire la formule $L_2 = L_1 - R$.

Étape 2 : Isoler R dans cette formule.

$$R = L_1 - L_2 = \dots - \dots = \dots \text{ dB}$$

Étape 3 : Un panneau en bois aggloméré de 19 mm a $R = 24$ dB. Est-il suffisant ? Entourer : OUI / NON

Étape 4 : Un panneau sandwich (bois + laine de roche) a $R = 35$ dB. Est-il suffisant ?
Entourer : OUI / NON

Mes calculs :

Exercices de base

EXERCICE 9 Calcul d'un niveau sonore à partir de l'intensité

STANDARD

Une machine en fonctionnement génère une intensité sonore $I = 10^{-6} \text{ W/m}^2$ à 1 mètre de distance.

1. Rappeler la formule du niveau sonore L en fonction de I et I_0 .
2. Calculer le rapport $\frac{I}{I_0}$, avec $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$.
3. En déduire le niveau sonore L en dB.
4. Ce niveau sonore est-il supérieur au seuil réglementaire en atelier (85 dB) ?

Méthode – Calcul d'un niveau en dB :

1. Calculer le rapport $\frac{I}{I_0}$.
2. Appliquer $\log_{10}$ au résultat (touche "log" de la calculatrice, pas "ln").
3. Multiplier par 10.

Astuce : si $I = 10^n \times I_0$, alors $L = 10 \times n$ dB directement.

Mes calculs :

EXERCICE 10 Retrouver l'intensité à partir du niveau sonore

STANDARD

Un contrôleur de bruit mesure un niveau sonore de $L = 80$ dB dans un atelier.

1. En partant de $L = 10 \cdot \log\left(\frac{I}{I_0}\right)$, isoler I en fonction de L et I_0 .
2. Calculer l'intensité sonore I en W/m^2 .
3. Comparer cette intensité à celle de l'exercice 1 ($I = 10^{-6} \text{ W/m}^2$). L'atelier est-il beaucoup plus bruyant ?

Attention : Les décibels ne sont PAS additifs linéairement ! 80 dB n'est pas "2 fois 40 dB". La relation est logarithmique : 80 dB correspond à une intensité 10 000 fois supérieure à 40 dB.

Mes calculs :

EXERCICE 11 Niveau sonore de plusieurs machines identiques

STANDARD

Dans un atelier de production, 4 machines identiques fonctionnent simultanément. Chaque machine génère un niveau sonore de $L_1 = 70$ dB.

1. Peut-on calculer le niveau total en faisant simplement $4 \times 70 = 280$ dB ? Expliquer pourquoi.
2. Rappeler la formule d'addition de n sources identiques de niveau L .
3. Calculer le niveau sonore total L_{total} pour les 4 machines.
4. Ce niveau dépasse-t-il le seuil de danger de 85 dB ?

Mes calculs :

Exercices guidés

EXERCICE 12 Isolation acoustique par une paroi

STANDARD

Une paroi sépare un atelier bruyant d'un bureau. L'atelier génère un niveau sonore $L_1 = 90$ dB. La paroi a un indice d'affaiblissement acoustique $R = 35$ dB.

1. En utilisant la formule simplifiée $L_2 = L_1 - R$, calculer le niveau sonore L_2 dans le bureau.
2. Le seuil réglementaire pour un bureau est 65 dB. La paroi est-elle suffisante ?
3. Quel R minimal faudrait-il pour respecter la réglementation ?
4. Citer deux matériaux pouvant constituer une paroi avec $R > 40$ dB.

Méthode – Isolation acoustique :

Formule simplifiée : $L_2 = L_1 - R$. Pour trouver le R nécessaire :

$$R_{\min} = L_1 - L_{\text{objectif}}$$

Plus R est grand, meilleure est l'isolation.

Mes calculs :

EXERCICE 13 Loi de masse – Doubler la masse d'une paroi

STANDARD

Une paroi de masse surfacique $m_s = 100 \text{ kg/m}^2$ a un indice d'affaiblissement $R = 42 \text{ dB}$.

1. Rappeler la loi de masse : que se passe-t-il pour R si la masse surfacique double ?
2. On double la masse surfacique : $m_s = 200 \text{ kg/m}^2$. Calculer le nouveau R .
3. On double encore la masse : $m_s = 400 \text{ kg/m}^2$. Quel est R maintenant ?
4. Quel inconvénient majeur pose l'augmentation de la masse d'une paroi dans un bâtiment industriel ?
5. Proposer une alternative à la loi de masse pour améliorer l'isolation sans trop augmenter le poids.

Mes calculs :

Exercices d'application

EXERCICE 14 Conception d'une cabine anti-bruit

STANDARD

Une fraiseuse industrielle génère un niveau sonore de $L_1 = 100$ dB. Pour des raisons de confort et de sécurité, on souhaite installer une cabine insonorisante autour de la machine de façon que le niveau extérieur à la cabine soit inférieur à 70 dB.

1. Calculer l'indice d'affaiblissement minimal R nécessaire.
2. En utilisant la loi de masse (référence : $R_0 = 20$ dB pour $m_s = 10$ kg/m², +6 dB si masse double), estimer la masse surfacique nécessaire pour atteindre ce R .
3. Proposer un matériau adapté pour les panneaux de la cabine. Donner ses caractéristiques.
4. La cabine doit avoir des ouvertures (ventilation, accès). Quel problème acoustique cela pose-t-il ? Comment y remédier ?

Méthode – Loi de masse (approximation) :

En partant de R_0 à m_{s0} , pour atteindre R_{cible} :

$$\Delta R = R_{\text{cible}} - R_0 = 6 \times \log_2 \left(\frac{m_s}{m_{s0}} \right)$$

Chaque doublement de masse ajoute 6 dB. Utiliser $\log_2(x) = \frac{\log(x)}{\log(2)} \approx \frac{\log(x)}{0,301}$

Mes calculs :

EXERCICE 15 Calcul de niveau sonore – Raboteuse

STANDARD

Un menuisier agenceur utilise une raboteuse qui génère une intensité sonore $I = 5 \times 10^{-4} \text{ W/m}^2$ à 1 m de la machine.

1. Calculer le rapport $\frac{I}{I_0}$ avec $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$.
2. En déduire le niveau sonore L en dB.
3. Ce niveau dépasse-t-il le seuil de danger ? Le port de protections auditives est-il obligatoire ?
4. À 2 m de la machine, l'intensité est divisée par 4. Calculer le nouveau niveau sonore et conclure.

Mes calculs :

EXERCICE 16 Double vitrage – Comparaison simple / double

STANDARD

Un installateur d'agencement remplace les fenêtres d'un show-room situé en bordure de route. Le niveau sonore extérieur est $L_1 = 78$ dB. L'objectif est d'obtenir $L_2 \leq 45$ dB à l'intérieur.

Type de vitrage	R (dB)
Simple vitrage (6 mm)	28
Double vitrage standard (4/16/4 mm)	32
Double vitrage acoustique (6/20/4 mm feuilleté)	38

1. Calculer l'indice d'affaiblissement minimal $R_{\min}$.
2. Pour chaque vitrage, calculer le niveau L_2 dans le show-room.
3. Quel(s) vitrage(s) respectent l'objectif ?
4. Le client préfère le double vitrage standard pour des raisons de coût. L'objectif est-il atteint ? Que peut-on proposer en complément ?

Mes calculs :

EXERCICE 17 Plusieurs sources identiques – Scies à ruban

STANDARD

Un atelier d'agencement dispose de scies à ruban identiques. Chacune génère un niveau sonore de $L = 80$ dB.

1. Calculer le niveau total pour 2 scies en fonctionnement. On donne $\log(2) \approx 0,301$.
2. Calculer le niveau total pour 5 scies en fonctionnement. On donne $\log(5) \approx 0,699$.
3. Calculer le niveau total pour 10 scies. On donne $\log(10) = 1$.
4. Compléter la phrase : « Multiplier le nombre de sources par 10, c'est ajouter ... dB au niveau sonore. »

Mes calculs :

EXERCICE 18 Isolation d'un atelier de ponçage – Réglementation

STANDARD

Un atelier de ponçage génère un niveau sonore de $L_1 = 94$ dB. Une cloison le sépare d'un espace de stockage où travaillent des manutentionnaires (seuil : 85 dB).

1. Quel R minimal faut-il pour que le niveau dans l'espace de stockage ne dépasse pas 85 dB ?
2. La cloison existante a $R = 12$ dB. Calculer le niveau L_2 dans l'espace de stockage.
3. L'entreprise double la masse surfacique de la cloison. Quel est le nouveau R ? Le niveau L_2 est-il maintenant conforme ?
4. Si la cloison doublée reste insuffisante, proposer une solution complémentaire sans toucher à la cloison.

Mes calculs :

EXERCICE 19 Coefficient τ et indice R

STANDARD

On rappelle la relation entre le coefficient d'atténuation τ et l'indice d'affaiblissement R :

$$R = -20 \cdot \log(\tau)$$

1. Un mur en béton laisse passer 1 % de la pression acoustique ($\tau = 0,01$). Calculer R .
2. Un panneau de bois a $\tau = 0,1$. Calculer R .
3. Quel matériau isole le mieux ? Justifier.
4. Si une cloison a $R = 30$ dB, calculer τ . Quelle fraction de la pression acoustique traverse ?

Mes calculs :

EXERCICE 20 Aménagement d'un bureau dans un atelier de menuiserie

STANDARD

Un artisan menuisier souhaite créer un bureau administratif dans un coin de son atelier. L'atelier produit un niveau sonore de $L_1 = 86$ dB lorsque la scie et la dégauchisseuse fonctionnent. Le bureau doit respecter le seuil de 65 dB.

L'artisan hésite entre deux solutions :

- **Solution A** : Cloison en panneaux OSB (18 mm), $R = 22$ dB, coût : 40 €/m²
- **Solution B** : Cloison double en placo-plâtre + laine de verre, $R = 38$ dB, coût : 75 €/m²

1. Calculer $R_{\min}$ pour respecter la réglementation bureau.
2. Pour chaque solution, calculer le niveau L_2 dans le bureau et indiquer si la réglementation est respectée.
3. La surface de cloison à construire est de 8 m². Calculer le coût de chaque solution.
4. Quelle solution recommander ? Justifier en tenant compte du coût et de l'efficacité.

Mes calculs :

EXERCICE 21 Efficacité des EPI auditifs en atelier bois

APPROFONDISSEMENT

Dans un atelier de menuiserie, le niveau sonore mesuré à proximité d'une toupie en fonctionnement est de $L_{\text{atelier}} = 95$ dB. Un menuisier agenceur porte un casque anti-bruit dont l'indice SNR (Single Number Rating) est de 33 dB.

Le SNR représente l'atténuation du casque dans des conditions normales. En pratique, on applique un facteur de déclassement : le niveau reçu est $L_{\text{reçu}} = L_{\text{atelier}} - \frac{\text{SNR}}{2}$ (formule simplifiée INRS).

1. Calculer le niveau sonore reçu par le menuisier avec la formule simplifiée.
2. Ce niveau est-il inférieur au seuil réglementaire de 85 dB ?
3. Si le menuisier porte le casque seulement 75 % du temps de travail, calculer le niveau d'exposition effectif. (Formule : $L_{\text{eff}} = L_{\text{reçu}} + 10 \cdot \log(0,75 + 0,25 \times 10^{(L_{\text{atelier}} - L_{\text{reçu}})/10})$)
4. Quelles mesures collectives (non portées par l'individu) peut-on mettre en place pour réduire le bruit à la source dans un atelier de menuiserie ?

Attention : Les EPI (équipements de protection individuelle) sont un dernier recours, pas une solution prioritaire. La réglementation (Code du travail, art. R4152-2) impose d'abord de réduire le bruit à la source par des mesures collectives.

Mes calculs :

EXERCICE 22 Atelier de débit de panneaux – Actions correctives

APPROFONDISSEMENT

Un atelier de débit de panneaux équipé d'une scie à format a été mesuré à $L = 88$ dB. La valeur limite réglementaire pour une exposition journalière de 8h est de 85 dB (valeur limite d'exposition, Code du travail).

1. De combien de dB le niveau mesuré dépasse-t-il la valeur limite ?
2. Calculer le rapport des intensités correspondant à cet écart.
3. Un capot acoustique est installé sur la scie à format. Quel R minimal doit-il avoir pour ramener le niveau à 85 dB ?
4. En parallèle, l'employeur envisage une rotation des postes : chaque menuisier passe 4h en zone de débit (88 dB) et 4h au bureau d'études ou en salle d'exposition (60 dB). Calculer le niveau d'exposition quotidien équivalent L_{eq} :

$$L_{eq} = 10 \cdot \log \left(\frac{t_1}{T} \cdot 10^{L_1/10} + \frac{t_2}{T} \cdot 10^{L_2/10} \right)$$

avec $T = 8$ h, $t_1 = 4$ h, $t_2 = 4$ h.

5. La rotation seule est-elle suffisante pour respecter la réglementation ?

Mes calculs :

EXERCICE 23 Choix d'une cloison pour une salle de contrôle**APPROFONDISSEMENT**

Une salle de contrôle doit être aménagée à côté d'un atelier bruyant fonctionnant à $L_1 = 95$ dB. Le seuil réglementaire pour un bureau est $L_2 \leq 65$ dB. Trois types de cloisons sont envisagés :

Matériau	Masse surfacique (kg/m^2)	R (dB)	Coût relatif
Plaque de plâtre double (2×13 mm)	22	32	Faible
Béton banché (15 cm)	360	52	Élevé
Double paroi plâtre + laine de roche	35	48	Moyen
Verre acoustique feuilleté (2×6 mm)	30	38	Moyen-élevé

1. Calculer l'indice d'affaiblissement minimal R nécessaire pour respecter l'objectif $L_2 \leq 65$ dB.
2. Parmi les quatre solutions, lesquelles satisfont cette exigence ?
3. On souhaite que les opérateurs puissent voir l'atelier depuis la salle de contrôle. Quelle solution proposer ? Calculer le niveau réel dans la salle de contrôle avec cette solution.
4. La double paroi plâtre + laine de roche a une masse de 35 kg/m^2 pour $R = 48$ dB, alors que le béton a 360 kg/m^2 pour $R = 52$ dB. Quel est le gain en dB par rapport au rapport de masse ? Commenter.
5. Un technicien propose d'ouvrir une fenêtre de ventilation de $0,05 \text{ m}^2$ dans la cloison en béton (surface totale de la cloison = 10 m^2). Estimer qualitativement l'impact sur l'isolation (sans calcul formel).

Mes calculs :

EXERCICE 24 Conception acoustique d'un poste de défonçage insonorisé

APPROFONDISSEMENT

Un menuisier agenceur doit insonoriser son poste de défonçage CNC ($L_{\text{source}} = 95$ dB à 1 m). L'objectif est 80 dB à l'extérieur. La cabine a $S_{\text{cab}} = 12$ m² de parois dont une porte de $S_{\text{porte}} = 1,8$ m² avec $R_{\text{porte}} = 25$ dB. Les parois opaques ont $R_{\text{parois}} = 35$ dB. $I_0 = 10^{-12}$ W/m².

1. Calculer l'affaiblissement requis ΔL (en dB).
2. Les parois opaques ($R = 35$ dB) sont-elles suffisantes seules ?
3. Calculer l'affaiblissement global de la cabine composite (formule :

$$R_{\text{global}} = -10 \log \left(\frac{\sum S_i \cdot 10^{-R_i/10}}{\sum S_i} \right).$$

4. Le résultat respecte-t-il l'objectif ? Que faudrait-il améliorer en priorité ?
5. Quelle règle générale retenir sur l'impact des ouvertures et points faibles en acoustique ?

Mes calculs :

EXERCICE 25 Cumul de sources sonores dans un atelier — type BTS

APPROFONDISSEMENT

Un atelier de menuiserie comporte plusieurs machines fonctionnant simultanément :

Machine	Niveau (dB)
Scie circulaire	98
Ponceuse à bande	90
Aspiration	85
Défonceuse	92

Rappel :
$$L_{\text{total}} = 10 \log \left(\sum_i 10^{L_i/10} \right)$$

1. Calculer L_{total} lorsque toutes les machines fonctionnent.
2. La réglementation impose le port de protections auditives au-delà de 85 dB(A). Est-ce nécessaire ici ?
3. On arrête la ponceuse (90 dB). Calculer le nouveau niveau total et commenter l'effet.
4. Quel facteur détermine principalement le niveau global ?
5. Si $L_{\text{total}} = 99$ dB, calculer le temps maximal d'exposition sans protection :

$$t_{\text{max}} = 8 \times 10^{(85-L)/10} \text{ h.}$$

Mes calculs :

EXERCICE 26 Durée maximale d'exposition – Calcul réglementaire

APPROFONDISSEMENT

La réglementation (Code du travail) fixe la valeur limite d'exposition quotidienne à 85 dB(A) sur 8 heures. Pour un niveau supérieur, la durée d'exposition autorisée diminue selon :

$$t_{\max} = 8 \times 10^{(85-L)/10} \text{ heures}$$

Un technicien d'agencement travaille successivement sur trois postes dans la journée :

Poste	Niveau (dB)	Durée
Débit de panneaux (scie à format)	92	3 h
Assemblage (cloueuse, visseuse)	82	3 h
Finition (ponçage manuel)	78	2 h

1. Calculer $t_{\max}$ pour chaque poste.
2. Pour chaque poste, calculer la fraction de dose journalière utilisée : $d_i = \frac{t_i}{t_{\max,i}}$.
3. Calculer la dose totale $D = d_1 + d_2 + d_3$. La réglementation est respectée si $D \leq 1$. Est-ce le cas ?
4. L'entreprise installe un capot acoustique sur la scie (gain : -5 dB). Recalculer la dose totale avec cette amélioration.

Mes calculs :

EXERCICE 27 Paroi composite – Calcul d'affaiblissement global**APPROFONDISSEMENT**

Un aménageur d'intérieur conçoit la paroi d'une salle de réunion adjacente à un atelier de production ($L_1 = 92$ dB). La paroi a une surface totale $S = 15 \text{ m}^2$ et comporte :

Élément	Surface (m^2)	R (dB)
Mur en béton	10	50
Fenêtre double vitrage	3	35
Porte acoustique	2	30

Formule de l'affaiblissement global :

$$R_{\text{global}} = -10 \cdot \log \left(\frac{\sum S_i \cdot 10^{-R_i/10}}{\sum S_i} \right)$$

1. Calculer $S_i \cdot 10^{-R_i/10}$ pour chaque élément.
2. En déduire R_{global} .
3. Calculer le niveau L_2 dans la salle de réunion. L'objectif de 65 dB est-il atteint ?
4. On remplace la porte acoustique ($R = 30$ dB) par une porte standard ($R = 20$ dB). Recalculer R_{global} et commenter l'impact.

Mes calculs :

EXERCICE 28 De l'intensité au niveau – Sens inverse et puissances de 10

APPROFONDISSEMENT

Un ingénieur acousticien effectue des relevés dans un atelier de menuiserie à différents endroits :

Point de mesure	Intensité sonore (W/m^2)
A – Près de la dégauchisseuse	2×10^{-3}
B – Zone d'assemblage	5×10^{-6}
C – Bureau vitré	8×10^{-8}
D – Salle de pause	3×10^{-9}

1. Calculer le niveau sonore L en chaque point.
2. Classer les zones de la plus bruyante à la plus calme.
3. Pour quelles zones le port de protections auditives est-il obligatoire ?
4. Calculer le rapport d'intensité entre le point A et le point D. Combien de fois l'intensité est-elle plus grande près de la machine ?
5. Si une cloison de $R = 40$ dB sépare la dégauchisseuse du bureau vitré, vérifier que le niveau au point C est cohérent.

Mes calculs :

EXERCICE 29 Optimisation acoustique d'un atelier – Étude complète

APPROFONDISSEMENT

Un chef d'atelier de menuiserie doit rendre son atelier conforme à la réglementation. L'atelier comporte 3 machines fonctionnant simultanément :

Machine	Niveau individuel (dB)
Toupie	96
Scie circulaire	93
Aspiration centralisée	80

1. Calculer le niveau sonore total lorsque les 3 machines fonctionnent simultanément.

$$L_{\text{total}} = 10 \cdot \log \left(10^{L_1/10} + 10^{L_2/10} + 10^{L_3/10} \right)$$

2. Le chef d'atelier encoffre la toupie avec un capot de $R = 15$ dB. Calculer le nouveau niveau de la toupie, puis le nouveau niveau total.
3. On ajoute des panneaux absorbants au plafond qui réduisent le niveau global de 4 dB supplémentaires. Quel est le niveau final ?
4. L'objectif est 85 dB. Est-il atteint ? Si non, quelle action supplémentaire proposer ?
5. Quel est le coût-efficacité de chaque mesure (en dB gagnés) ? Laquelle est la plus « rentable » en termes de réduction acoustique ?

Mes calculs :

EXERCICE 30 Comparaison isolation – Loi de masse vs paroi double

APPROFONDISSEMENT

Un architecte d'intérieur compare deux approches pour isoler un showroom ($L_{\text{objectif}} \leq 50$ dB) d'un atelier de fabrication de mobilier ($L_1 = 95$ dB).

Approche 1 — Paroi simple lourde : mur en béton plein. On part de $R_0 = 36$ dB pour une masse surfacique de $m_{s0} = 100$ kg/m². La loi de masse donne +6 dB par doublement de masse.

Approche 2 — Paroi double légère : deux plaques de placo (chacune 13 mm, 11 kg/m²) séparées par 70 mm de laine de roche. Masse surfacique totale : 22 kg/m². Indice mesuré : $R = 48$ dB.

1. Calculer le $R_{\min}$ nécessaire.
2. Approche 1 : quelle masse surfacique faut-il pour atteindre $R_{\min}$ par la loi de masse seule ? Calculer le nombre de doublements nécessaires.
3. Approche 2 : la paroi double atteint-elle l'objectif ? Calculer le niveau dans le showroom.
4. Comparer les masses surfaciques des deux solutions. Calculer le rapport $\frac{m_{s,\text{béton}}}{m_{s,\text{double paroi}}}$.
5. En déduire pourquoi les parois doubles sont systématiquement préférées en acoustique du bâtiment.

Mes calculs :

Attention – Les dB ne s'additionnent pas !

- On ne peut pas additionner des niveaux en dB directement : $70 \text{ dB} + 70 \text{ dB} \neq 140 \text{ dB}$.
- Il faut passer par les intensités, faire la somme, puis revenir en dB.
- Résultat exact : $70 + 70 \text{ dB} = 73 \text{ dB}$ (doublement de l'intensité $\rightarrow +3 \text{ dB}$).
- Deux sources identiques donnent toujours $+3 \text{ dB}$ par rapport à une seule.

Méthode – Résumé des formules essentielles

- Niveau : $L = 10 \cdot \log\left(\frac{I}{I_0}\right)$, $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$
- Intensité depuis L : $I = I_0 \times 10^{L/10}$
- n sources identiques : $L_{\text{total}} = L + 10 \cdot \log(n)$
- Isolation paroi : $L_2 = L_1 - R$
- Loi de masse : masse double $\rightarrow R + 6 \text{ dB}$

À retenir – Bilan du chapitre

- Le décibel est une unité logarithmique : $+3 \text{ dB} = \times 2$ en intensité ; $+10 \text{ dB} = \times 10$ en intensité.
- Seuil de danger : **85 dB** en exposition prolongée (Code du travail).
- L'isolation d'une paroi R (dB) réduit le niveau reçu : $L_2 = L_1 - R$.
- Loi de masse : doubler la masse surfacique ajoute $\sim 6 \text{ dB}$ d'isolation.
- Ordre d'action réglementaire : *réduire à la source* $\rightarrow$ isolation collective $\rightarrow$ EPI.
- En atelier ou sur chantier : encoffrement, plots antivibratoires, parois absorbantes, rotation des postes.

Atténuer une onde sonore par transmission

ERA-MA — Groupement 3 — Terminale Bac Pro

Socle

Standard

Approfondissement

Tout voir



Objectifs du chapitre

[cliquer pour développer](#)**Durée :** 1 heure **Barème :** /20 points **Documents :** Calculatrice autorisée — aucun document**Nom :** _____

APP - S'Approprier

ANA - Analyser/Raisonner

REA - Réaliser

VAL - Valider

COM - Communiquer

Rappels et données :Niveau sonore : $L = 10 \cdot \log\left(\frac{I}{I_0}\right)$ avec $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$ (seuil d'audition).Addition de niveaux sonores de n sources identiques : $L_{total} = L + 10 \cdot \log(n)$.Affaiblissement acoustique d'une paroi : $L_2 = L_1 - R$ où R est l'indice d'affaiblissement (en dB).Rappels : $\log(10^8) = 8$; $\log(2) \approx 0,30$; $\log(4) \approx 0,60$; $10^{8,5} \approx 3,16 \times 10^8$.**SOCLE**

Exercice	Questions	Compétences	Points
Exercice 1 — Bruit d'une ponceuse dans un atelier	Q1 à Q5	APP, REA, VAL	10 pts
Exercice 2 — Isolation d'un bureau de réception	Q1 à Q5	APP, REA, ANA, COM	10 pts
Total			20 pts

EXERCICE 1 Bruit d'une ponceuse dans un atelier de menuiserie

10 points

Contexte : Un menuisier agenceur utilise une ponceuse à bande qui produit une intensité sonore $I = 10^{-4} \text{ W/m}^2$ à 1 m. Le seuil de danger est fixé à **85 dB** (Code du travail).

1. **APP** La formule du niveau sonore est $L = 10 \cdot \log\left(\frac{I}{I_0}\right)$. Relier chaque grandeur à sa définition en complétant le tableau. 2 pts

Grandeur	Nom	Unité
L	Niveau	
I	Intensité	
I_0	Seuil d'.....	

2. **REA** Compléter le calcul du rapport $\frac{I}{I_0}$: 2 pts

$$\frac{I}{I_0} = \frac{10^{-4}}{10^{-12}} = 10^{-4-(\dots)} = 10^{\dots}$$

3. **REA** Compléter le calcul du niveau sonore L : 2 pts

$$L = 10 \times \log(10^{\dots}) = 10 \times \dots = \dots \text{ dB}$$

4. **VAL** Comparer le niveau sonore obtenu au seuil de danger. Entourer la bonne réponse. 2 pts

Le niveau sonore $L = \dots$ dB est **SUPÉRIEUR / INFÉRIEUR** au seuil de danger de 85 dB.
Le port de protections auditives est **OBLIGATOIRE / PAS OBLIGATOIRE**.

5. **APP** Le menuisier fait fonctionner deux ponceuses identiques en même temps. Compléter le calcul du niveau total. (Rappel : pour 2 sources identiques, $L_{total} = L + 10 \times \log(2)$ et $\log(2) \approx 0,30$) 2 pts

$$L_{total} = 80 + 10 \times \dots = 80 + \dots = \dots \text{ dB}$$

Ce nouveau niveau dépasse-t-il 85 dB ? OUI / NON

EXERCICE 2 Isolation d'un bureau de réception clients

10 points

Contexte : Un artisan menuisier souhaite isoler son bureau de réception des clients, situé à côté de l'atelier. Le niveau sonore dans l'atelier est $L_1 = 90$ dB. Le seuil réglementaire pour un bureau est de 65 dB. Trois types de cloisons sont disponibles :

Cloison	R (dB)	Coût (€/m ²)
Plaque de plâtre simple	28	15
Double paroi laine de roche	42	65
Béton 15 cm	52	80

1. **APP** Que signifie R dans la formule $L_2 = L_1 - R$? Cocher la bonne réponse. 1 pt

- ☐ R est le niveau sonore de la source.
- ☐ R est l'indice d'affaiblissement acoustique de la cloison (en dB).
- ☐ R est la masse de la cloison.

2. **REA** Calculer le niveau sonore L_2 dans le bureau pour chaque cloison. Compléter le tableau. 3 pts

Cloison	R (dB)	Calcul $L_2 = 90 - R$	L_2 (dB)
Plaque de plâtre simple	28	$90 - 28 = \dots$	
Double paroi laine de roche	42	$90 - \dots = \dots$	
Béton 15 cm	52	$90 - \dots = \dots$	

3. **ANA** Pour chaque cloison, indiquer si l'objectif $L_2 \leq 65$ dB est atteint. Entourer OUI ou NON. 2 pts

Plaque de plâtre ($L_2 = \dots$ dB) : OUI / NON

Double paroi ($L_2 = \dots$ dB) : OUI / NON

Béton ($L_2 = \dots$ dB) : OUI / NON

4. **ANA** Quel indice R minimal faut-il pour atteindre exactement 65 dB dans le bureau ?

Compléter le calcul. 2 pts

$$R_{min} = L_1 - L_{objectif} = \dots - \dots = \dots \text{ dB}$$

5. **COM** Quelle cloison conseillez-vous à l'artisan menuisier ? Cocher et justifier en une phrase. 2 pts

- ☐ Plaque de plâtre simple ($R = 28 \text{ dB}$, 15 €/m^2)
- ☐ Double paroi laine de roche ($R = 42 \text{ dB}$, 65 €/m^2)
- ☐ Béton 15 cm ($R = 52 \text{ dB}$, 80 €/m^2)

Justification :

STANDARD

Exercice	Questions	Compétences	Points
Exercice 1 — Niveau sonore d'un atelier de menuiserie	Q1 à Q4	APP, REA, ANA, VAL	10 pts
Exercice 2 — Choix d'une cloison isolante	Q1 à Q4	APP, REA, ANA, COM	10 pts
Total			20 pts

EXERCICE 1 Niveau sonore d'un atelier de menuiserie**10 points**

Contexte : Un atelier de menuiserie est équipé de deux machines à bois (une dégauchisseuse et une raboteuse) qui fonctionnent simultanément. Chaque machine génère un niveau sonore de $L_1 = L_2 = 85$ dB mesuré à 1 m. La réglementation française (Code du travail) fixe le seuil d'exposition quotidienne à **87 dB(A)** au poste de travail. Le menuisier agenceur doit vérifier la conformité réglementaire et proposer des solutions si nécessaire.

1. **APP** Rappeler la formule du niveau sonore L en décibels : $L = 10 \cdot \log\left(\frac{I}{I_0}\right)$. Définir chaque grandeur (L, I, I_0) en précisant son unité. Indiquer la valeur de I_0 (seuil conventionnel d'audition). 2 pts

...

2. **REA** Un bruit de fond dans l'atelier a une intensité sonore $I = 10^{-4} \text{ W/m}^2$. Calculer le niveau sonore correspondant L en dB. Montrer le calcul détaillé. 2 pts

...

3. **ANA** Les deux robots émettent chacun un niveau sonore de $L_1 = L_2 = 85$ dB. Pour des sources sonores incohérentes, le niveau total s'obtient par :

$$L_{total} = 10 \cdot \log\left(10^{L_1/10} + 10^{L_2/10}\right)$$

En remplaçant $L_1 = L_2 = 85$ dB, montrer que : $L_{total} = 10 \cdot \log(2 \times 10^{8,5})$, puis calculer L_{total} . (Rappel : $\log(2 \times 10^{8,5}) = \log(2) + 8,5$) 2 pts

...

4. **VAL** Le seuil réglementaire au poste de travail est de 87 dB(A).
a) Comparer le niveau total calculé à la question 3 avec le seuil réglementaire. La cabine est-elle conforme ?

b) Si l'atelier n'est pas conforme, proposer **deux mesures** de prévention ou de réduction du bruit pour le poste de travail (solutions techniques ou organisationnelles). 4 pts

...

EXERCICE 2 Choix d'une cloison isolante 10 points

Contexte : Pour réduire le niveau sonore dans les zones de travail adjacentes à l'atelier de débit, l'entreprise envisage d'installer une cloison isolante entre l'atelier et le bureau de réception des clients. Le niveau sonore dans l'atelier est $L_1 = 95$ dB. L'objectif est d'obtenir un niveau sonore $L_2 \leq 80$ dB dans le bureau. Le tableau suivant présente les caractéristiques de quatre cloisons possibles.

Cloison	R (dB)	Masse surfacique (kg/m^2)	Coût (€/m^2)
Plaque de plâtre simple	32	12	15
Béton 15 cm	48	360	80
Double paroi laine de roche	55	25	65
Verre feuilleté 10 mm	34	25	120

1. **APP** Rappeler la relation $L_2 = L_1 - R$. Définir chaque grandeur. Que représente un indice d'affaiblissement acoustique R élevé pour une cloison ? 2 pts

...

2. **REA** Pour le niveau source $L_1 = 95$ dB et une cloison dont $R = 30$ dB, calculer le niveau sonore L_2 obtenu à l'extérieur de la cloison. Cette cloison serait-elle suffisante pour atteindre l'objectif de $L_2 \leq 80$ dB ? 2 pts

...

3. **ANA** En utilisant le tableau des cloisons, calculer le niveau sonore L_2 obtenu dans le bureau avec chacune des quatre cloisons pour $L_1 = 95$ dB. Compléter le tableau ci-dessous et indiquer pour chaque cloison si l'objectif ($L_2 \leq 80$ dB) est atteint. 3 pts

Cloison	R (dB)	L ₂ calculé (dB)	Objectif ≤ 80 dB atteint ?
Plaque de plâtre simple	32		
Béton 15 cm	48		
Double paroi laine de roche	55		
Verre feuilleté 10 mm	34		

4. **COM** Parmi les cloisons conformes à l'objectif acoustique (question 3), justifier le choix de la solution la plus adaptée en tenant compte des critères suivants : efficacité acoustique, masse surfacique (contrainte structurelle), coût et facilité de mise en oeuvre. Présenter votre conclusion clairement. 3 pts

...

APPROFONDISSEMENT

Exercice	Questions	Compétences	Points
Exercice 1 — Nuisances sonores dans un atelier d'agencement	Q1 à Q5	APP, REA, ANA, VAL	10 pts
Exercice 2 — Conception acoustique d'un showroom	Q1 à Q5	APP, REA, ANA, VAL, COM	10 pts
Total			20 pts

EXERCICE 1 Nuisances sonores dans un atelier d'agencement

10 points

Contexte : Un fabricant de mobilier exploite un atelier équipé de quatre machines identiques (scie à panneaux, toupie, dégauchisseuse, raboteuse) qui fonctionnent simultanément pendant 6 heures par jour. Un sonomètre indique que chaque machine produit un niveau sonore de $L = 82$ dB à 2 m. Le Code du travail fixe la valeur limite d'exposition quotidienne (8 h) à $L_{ex,8h} = 85$ dB(A) et la valeur déclenchant l'action à 80 dB(A).

1. **REA** Calculer le niveau sonore total L_{total} produit par les quatre machines identiques fonctionnant simultanément. Détailler le calcul. 2 pts

...

2. **ANA** L'exposition quotidienne effective est de 6 h sur 8 h. Le niveau d'exposition journalier se calcule par :

$$L_{ex,8h} = L_{total} + 10 \cdot \log\left(\frac{t}{8}\right)$$

où t est la durée d'exposition en heures. Calculer $L_{ex,8h}$. 2 pts

...

3. **ANA** Déterminer la durée maximale d'exposition quotidienne t_{max} pour que $L_{ex,8h}$ ne dépasse pas 85 dB(A), les 4 machines fonctionnant ensemble. Isoler t dans la formule. 2 pts

...

4. **VAL** Un installateur d'agencement propose de placer des capots acoustiques sur deux des quatre machines, réduisant leur niveau individuel de 82 dB à 72 dB. Calculer le nouveau L_{total} en additionnant les intensités des quatre sources (2 machines à 82 dB + 2 machines à 72 dB). 2 pts

...

5. **VAL** En combinant les capots acoustiques (question 4) et une rotation des postes limitant l'exposition à 6 h, calculer le nouveau $L_{ex,8h}$. La situation est-elle alors conforme ? Rédiger une conclusion argumentée. 2 pts

...

EXERCICE 2 Conception acoustique d'un showroom d'agencement

10 points

Contexte : Un technicien d'agencement doit concevoir la séparation entre un atelier de fabrication de mobilier ($L_1 = 95$ dB) et un showroom de présentation aux clients. Le cahier des charges impose $L_2 \leq 55$ dB dans le showroom (confort d'écoute pour les échanges commerciaux). La paroi séparative a une surface totale de $S = 20 \text{ m}^2$. Le client demande qu'une baie vitrée de 4 m^2 soit intégrée pour voir l'atelier depuis le showroom.

Données complémentaires :

Affaiblissement composé d'une paroi mixte :

$$R_{\text{global}} = -10 \cdot \log \left(\frac{S_1 \cdot 10^{-R_1/10} + S_2 \cdot 10^{-R_2/10}}{S_1 + S_2} \right)$$

Cloison opaque proposée : double paroi placo + laine de roche, $R_1 = 48$ dB, surface $S_1 = 16 \text{ m}^2$.

Baie vitrée : verre acoustique feuilleté, $R_2 = 38$ dB, surface $S_2 = 4 \text{ m}^2$.

1. **APP** Calculer l'indice d'affaiblissement minimal R_{min} nécessaire pour la paroi séparative afin de respecter le cahier des charges. 1 pt

...

2. **REA** Si la paroi était entièrement constituée de la cloison opaque ($R_1 = 48$ dB), le cahier des charges serait-il respecté ? Calculer L_2 et conclure. 1 pt

...

3. **ANA** Calculer l'indice d'affaiblissement global R_{global} de la paroi mixte (16 m^2 de cloison opaque + 4 m^2 de baie vitrée) en utilisant la formule de l'affaiblissement composé. 3 pts

...

4. **VAL** Calculer le niveau sonore L_2 dans le showroom avec la paroi mixte. Le cahier des charges est-il respecté ? Comparer avec le résultat de la question 2 et commenter l'impact de la baie vitrée sur l'isolation globale. 3 pts

...

5. **COM** Le client souhaite finalement agrandir la baie vitrée à 8 m^2 (paroi opaque réduite à 12 m^2). Sans refaire le calcul complet, expliquer qualitativement si le cahier des charges sera toujours respecté. Proposer une solution technique si le cahier des charges risque de ne plus être atteint. 2 pts

...