

Objectifs du chapitre

- Comprendre que la propagation du son nécessite un milieu matériel
- Connaître la vitesse du son dans différents milieux
- Utiliser la relation $\lambda = c_{\text{son}} \times T$
- Définir le niveau d'intensité acoustique en décibels (dB)
- Connaître les seuils de dangerosité et les moyens de protection
- Définir le domaine audible : 20 Hz à 20 kHz

1. Situation professionnelle

Contexte : Le bruit en atelier de menuiserie

Un atelier de menuiserie est un environnement bruyant : scie circulaire, raboteuse, défonceuse, compresseur... Le niveau sonore peut dépasser **100 dB**, bien au-dessus du seuil de danger (85 dB). Un menuisier agenceur doit comprendre les risques liés au bruit, les moyens de protection et les principes de l'isolation phonique pour ses projets d'agencement intérieur.

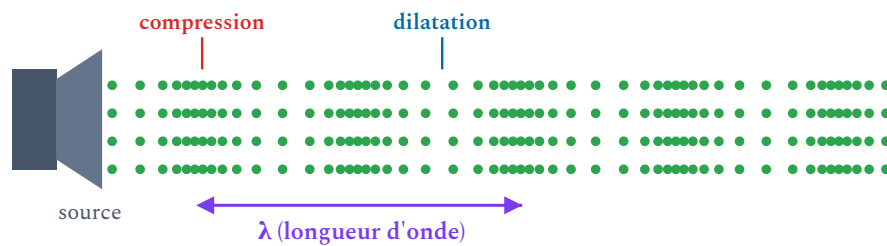
Le son intervient dans les métiers du bois sous plusieurs aspects :

- **Bruit des machines** : scie circulaire (95-105 dB), raboteuse (90-100 dB), défonceuse (95-105 dB)
- **Protection auditive** : obligation réglementaire à partir de 85 dB (port de protections)
- **Isolation phonique** : conception de cloisons, planchers et plafonds acoustiques en agencement
- **Confort acoustique** : choix de matériaux absorbants pour les projets d'aménagement intérieur

2. Propagation du son

2.1. Le son est une onde mécanique

DÉFINITION Le **son** est une onde mécanique produite par la vibration d'un objet (source sonore). Cette vibration se transmet de proche en proche dans le milieu environnant par des compressions et des raréfactions successives de la matière.



Le son est une onde de pression : l'air est tour à tour comprimé puis dilaté. La distance entre deux compressions est la longueur d'onde λ .

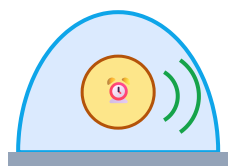
PROPRIÉTÉ FONDAMENTALE Le son **nécessite un milieu matériel** pour se propager. Il ne se propage **pas dans le vide**.

C'est ce qui distingue le son des ondes électromagnétiques (qui, elles, se propagent dans le vide).

Expérience de la cloche sous vide

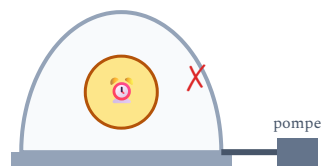
On place un réveil qui sonne sous une cloche en verre. Si on fait le vide dans la cloche (on retire l'air), le son disparaît progressivement. Quand on remet l'air, le son revient. Cela prouve que le son a besoin d'air (ou d'un autre milieu) pour se propager.

Avec air



le son s'entend ✓

Sous vide



pas d'air → pas de son

Sous vide, le réveil sonne toujours mais on n'entend **plus rien** : le son a besoin d'un **milieu matériel** pour se propager.

2.2. Vitesse du son

DÉFINITION La **vitesse du son** (ou célérité) dépend du milieu de propagation. Elle est plus grande dans les solides que dans les liquides, et plus grande dans les liquides que dans les gaz.

Milieu	Vitesse du son (m/s)	Exemple
Air (20°C)	340 m/s	Atelier, salle
Eau	1 500 m/s	Piscine, mer
Bois (chêne)	3 500 – 4 000 m/s	Panneau, poutre
Acier	5 000 m/s	Tuyau, poutrelle
Vide	0 m/s	Le son ne se propage pas

Vide | 0 m/s (pas de propagation)

Air | 340 m/s

Eau | 1 500 m/s

Bois | $\approx 3\,800$ m/s

Acier | 5 000 m/s

vitesse du son (plus le milieu est dense et rigide, plus le son va vite)

Le son se propage **plus vite dans les solides** (bois, acier) que dans les liquides, et plus vite dans les liquides que dans l'air — et **pas du tout dans le vide**.

ATTENTION

- La vitesse du son dans l'air dépend de la température : elle augmente d'environ 0,6 m/s par degré Celsius
- Ne pas confondre la vitesse du son (~ 340 m/s) avec la vitesse de la lumière ($\sim 3 \times 10^8$ m/s, soit environ 900 000 fois plus rapide)

Exemple : L'orage

On voit l'éclair avant d'entendre le tonnerre car la lumière se propage beaucoup plus vite que le son. En comptant les secondes entre l'éclair et le tonnerre, on peut estimer la distance de l'orage :

$$d = v_{\text{son}} \times t = 340 \times t$$

Si on compte 6 secondes : $d = 340 \times 6 = 2\,040 \text{ m} \approx 2 \text{ km}$.

APPLICATION

Un menuisier frappe un panneau en chêne avec un maillet à une extrémité d'une poutre de 8 m. Un collègue, l'oreille collée à l'autre extrémité, perçoit le choc. Estimer le temps mis par le son pour traverser la poutre, puis comparer à la durée mise par le son qui aurait voyagé dans l'air sur la même distance. Données : $c_{\text{bois}} = 4\,000 \text{ m/s}$; $c_{\text{air}} = 340 \text{ m/s}$.

3. Caractéristiques d'un son

3.1. Fréquence, période, longueur d'onde

Relations fondamentales

$$\lambda = c_{\text{son}} \times T = \frac{c_{\text{son}}}{f}$$

- λ : longueur d'onde, en **m**
- c_{son} : vitesse du son dans le milieu, en **m/s**
- T : période, en **s**
- f : fréquence, en **Hz**

$$\text{Rappel : } f = \frac{1}{T} \text{ et } T = \frac{1}{f}$$

Fréquence et longueur d'onde d'un son

Dans l'air ($c = 340$ m/s), un son aigu (f grand) a une petite longueur d'onde, un son grave (f petit) une grande longueur d'onde. Fais varier la fréquence :



Fréquence f : 850 Hz

$$\lambda = c/f = 340/850 = 0,40 \text{ m (son médium)}$$

Exemple : Son d'une scie circulaire

Le son caractéristique d'une scie circulaire en fonctionnement a une fréquence d'environ 3 000 Hz.

$$\lambda = \frac{c_{\text{son}}}{f} = \frac{340}{3\,000} = 0,113 \text{ m} \approx 11,3 \text{ cm}$$

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{3\,000} = 3,33 \times 10^{-4} \text{ s} \approx 0,33 \text{ ms}$$

APPLICATION

Un aspirateur à copeaux émet un bruit de fréquence $f = 250 \text{ Hz}$ dans l'air à 20°C ($c = 340 \text{ m/s}$). Calculer la longueur d'onde λ et la période T de cette onde sonore.

3.2. Domaine audible

DÉFINITION L'oreille humaine perçoit les sons dont la fréquence est comprise entre **20 Hz** et **20 000 Hz** (20 kHz). C'est le **domaine audible**.

- En dessous de 20 Hz : **infrasons** (imperceptibles, mais ressentis par le corps)
- Au-dessus de 20 kHz : **ultrasons** (utilisés en médecine, nettoyage industriel)

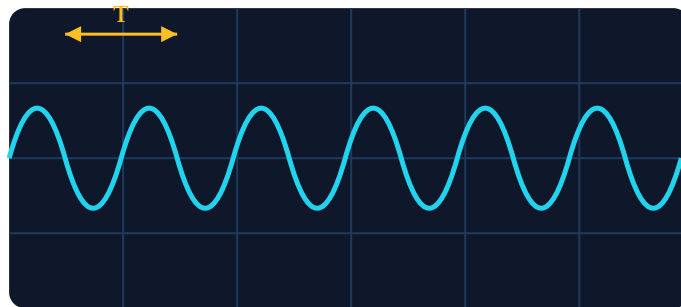
PROPRIÉTÉ

- Un son de basse fréquence est perçu comme **grave** (grosse caisse, basse)
- Un son de haute fréquence est perçu comme **aigu** (sifflet, scie circulaire)
- La sensibilité de l'oreille diminue avec l'âge, surtout pour les hautes fréquences

3.3. Pression acoustique et microphone

DÉFINITION La **pression acoustique** est la variation de pression de l'air causée par le passage d'une onde sonore. Un **microphone** convertit ces variations de pression en un signal électrique.

Le microphone est un capteur de pression acoustique. Le signal électrique obtenu reproduit la forme de l'onde sonore : on peut l'afficher sur un oscilloscope ou le traiter numériquement.



Une période T se répète : signal périodique $\rightarrow f = 1/T$

Un son pur affiché à l'oscilloscope est une **sinusoïde périodique** : la **période** T est la durée d'un motif qui se répète, et la fréquence vaut $f = \frac{1}{T}$.

4. Intensité sonore et niveau acoustique

4.1. Intensité sonore

DÉFINITION L'**intensité sonore** I est la puissance acoustique reçue par unité de surface. Elle s'exprime en **W/m^2** (watt par mètre carré).

4.2. Niveau d'intensité acoustique

DÉFINITION Le **niveau d'intensité acoustique** L (ou niveau sonore) s'exprime en **décibels (dB)**. Il est défini par :

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

avec $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$ (seuil d'audibilité).

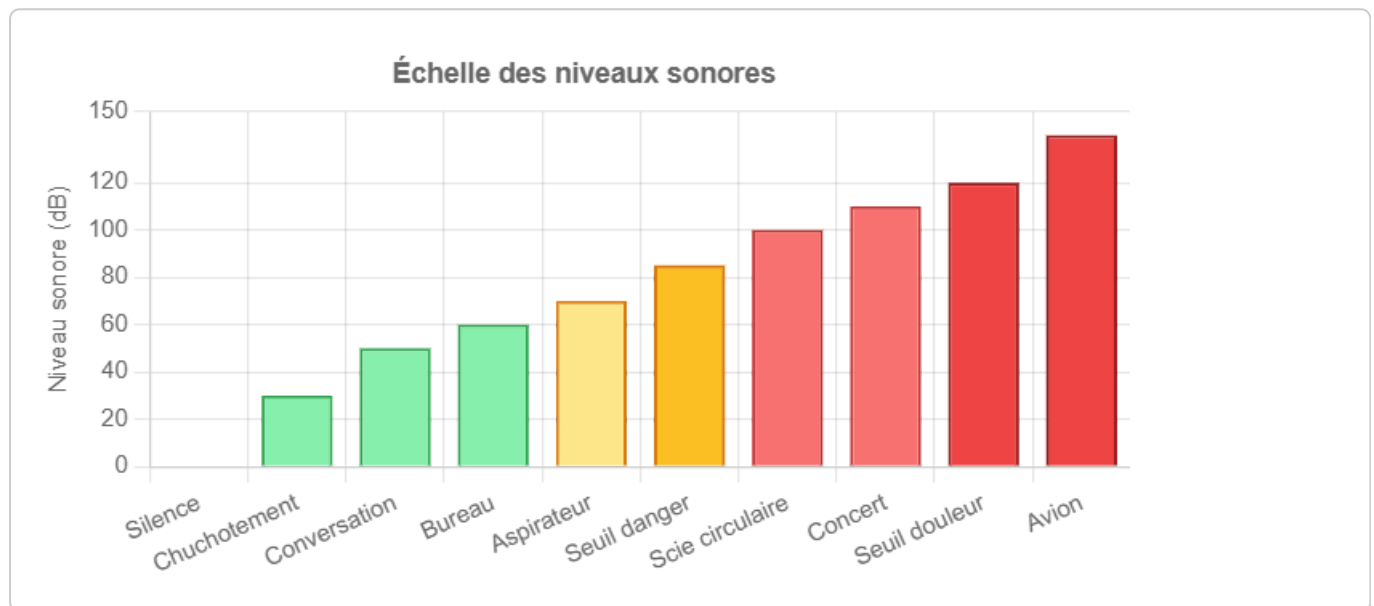
Le niveau d'intensité acoustique se mesure avec un **sonomètre** (ou un capteur relié à un système d'acquisition). C'est l'appareil utilisé sur les chantiers et dans les ateliers pour contrôler l'exposition au bruit.

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

- +3 dB = intensité doublée
- +10 dB = intensité multipliée par 10
- +20 dB = intensité multipliée par 100

Un son de 90 dB n'est pas « un peu plus fort » que 80 dB : il est **10 fois** plus intense !

4.3. Échelle des niveaux sonores



Niveau (dB)	Source	Perception
0	Seuil d'audibilité	Silence
30	Chuchotement	Très calme
50	Conversation normale	Modéré
70	Aspirateur	Gênant
85	Seuil de danger	Risque auditif (8h)
95-105	Scie circulaire, raboteuse	Dangereux
110	Concert, tronçonneuse	Très dangereux
120	Seuil de douleur	Douloureux
140	Avion au décollage	Lésions immédiates

APPLICATION

Dans un atelier, une scie circulaire fonctionne seule à un niveau de $L_1 = 95$ dB. On démarre une seconde scie identique à côté de la première (deux sources d'égale intensité). Quel est le nouveau niveau sonore total L_2 ?

Indice : doubler l'intensité revient à ajouter $10 \log(2) \approx 3$ dB.

5. Atténuation du son avec la distance

PROPRIÉTÉ L'intensité sonore **diminue** quand on s'éloigne de la source. Pour une source ponctuelle en champ libre, l'intensité est inversement proportionnelle au carré de la distance :

$$I \propto \frac{1}{d^2}$$

Doubler la distance divise l'intensité par 4, ce qui correspond à une diminution de **6 dB**.



À chaque fois que l'on **double la distance** à la source, le niveau sonore **baisse de 6 dB** : c'est la conséquence de $I \propto \frac{1}{d^2}$.

Exemple : Scie circulaire

À 1 m d'une scie circulaire, le niveau sonore est de 100 dB.

À 2 m : environ $100 - 6 = 94$ dB

À 4 m : environ $100 - 12 = 88$ dB

À 8 m : environ $100 - 18 = 82$ dB

Il faut s'éloigner de 8 m pour passer sous le seuil de danger (85 dB) !

6. Protection auditive

6.1. Effets du bruit sur l'oreille

DANGER

- **Fatigue auditive** : diminution temporaire de l'audition après exposition au bruit (réversible)
- **Acouphènes** : bourdonnements ou sifflements dans les oreilles (souvent irréversibles)
- **Surdité professionnelle** : perte définitive de l'audition due à l'exposition prolongée au bruit (irréversible)

La surdité professionnelle est la **première maladie professionnelle** dans les métiers du bois.

6.2. R glementation

Niveau (dB)	Obligation
≥ 80 dB (8h)	L'employeur doit mettre � disposition des protections auditives
≥ 85 dB (8h)	Port obligatoire de protections auditives
≥ 87 dB	Valeur limite d'exposition (protections comprises)

6.3. Moyens de protection

Les 3 niveaux de protection contre le bruit

1. **  la source** : machines moins bruyantes, capotage des machines, entretien régulier (lames affûtées)
2. **Sur le trajet** :  crans anti-bruit, isolation phonique de l'atelier, éloignement des postes de travail
3. **Au niveau du récepteur** : bouchons d'oreilles (atténuation 15-25 dB), casque anti-bruit (atténuation 25-35 dB), casque anti-bruit actif (atténuation 30-40 dB)

7. Isolation phonique en agencement

Application professionnelle

Un aménageur d'intérieur doit souvent concevoir des cloisons offrant une bonne isolation phonique. Les principes physiques utilisés sont :

- **Masse** : plus une paroi est lourde, plus elle atténue le son (loi de masse)
- **Désolidarisation** : une double paroi avec un espace d'air entre les deux (principe masse-ressort-masse) est plus efficace qu'une paroi simple de même masse
- **Absorption** : les matériaux poreux (laine de bois, laine de roche) absorbent l'énergie sonore en la transformant en chaleur

Type de cloison	Affaiblissement acoustique
Cloison plaque de plâtre simple (72 mm)	≈ 35 dB
Cloison plaque de plâtre double + laine (120 mm)	≈ 50 dB
Cloison bois massif (80 mm)	≈ 35 dB
Cloison bois + isolant + bois (140 mm)	≈ 45 dB

8. Résumé du chapitre

Formules et résultats essentiels

Grandeur	Formule / Valeur	Unités
Longueur d'onde	$\lambda = c_{\text{son}} \times T = c_{\text{son}} / f$	m
Vitesse du son (air)	$\approx 340 \text{ m/s}$	m/s
Domaine audible	20 Hz – 20 kHz	Hz
Niveau sonore	$L = 10 \log(I/I_0)$	dB
Seuil de danger	85 dB (exposition 8h)	dB
Seuil de douleur	120 dB	dB
Atténuation / distance	-6 dB quand d est doublée	—

Seule la formule $\lambda = c_{\text{son}} \times T$ est à connaître par cœur. La formule du niveau sonore est fournie en évaluation ; pour l'atténuation, il suffit de savoir qu'un son s'affaiblit quand la distance augmente.

Première Bac Pro ERA-MA – Groupement 3 | Physique-Chimie – Chapitre 10 | maths-sciences-pro.fr

Simulation interactive

[Signal sonore](#)

Propagation d'un signal sonore

Exercices | Première Bac Pro ERA-MA – Groupement 3

Socle

Standard

Approfondissement

Tout voir



Objectifs du chapitre

[cliquer pour développer](#)

Rappels du cours

- Le son nécessite un milieu matériel pour se propager
- $\lambda = c_{\text{son}} \times T = c_{\text{son}} / f$ avec $c_{\text{son}} \approx 340$ m/s dans l'air
- Domaine audible : 20 Hz à 20 kHz
- $L = 10 \log(I/I_0)$ avec $I_0 = 10^{-12}$ W/m²
- Seuil de danger : 85 dB ; Seuil de douleur : 120 dB
- Doubler la distance ≈ -6 dB

Exercices guidés pas à pas

EXERCICE 1 Vitesse du son

SOCLE

Un menuisier entend un écho 4 secondes après avoir frappé un coup de marteau dans un grand hangar. Le son a fait un aller-retour jusqu'au mur du fond.

a) Quelle est la vitesse du son dans l'air ? $v = \dots$ m/s

b) Quelle distance totale le son a-t-il parcourue en 4 s ? $d_{\text{totale}} = v \times t = \dots \times \dots = \dots$ m

c) Le son a fait un aller-retour. Quelle est la distance du mur ? $d = \frac{d_{\text{totale}}}{2} = \dots$ m

d) Le même choc, transmis cette fois dans une poutre en chêne ($c_{\text{bois}} = 4\,000$ m/s), parcourt 680 m. Le son met-il plus ou moins de temps que dans l'air ? Calcule ce temps

$$: t = \frac{d}{c_{\text{bois}}} = \dots \text{ s}$$

Mes calculs :

EXERCICE 2 Longueur d'onde

SOCLE

Le la du diapason a une fréquence de 440 Hz. La vitesse du son dans l'air est 340 m/s.

a) Écris la formule : $\lambda = \frac{\dots}{\dots}$

b) Remplace : $\lambda = \frac{340}{\dots} = \dots \text{ m}$

c) Convertis en cm : $\lambda = \dots \text{ cm}$

d) Le la est-il un son grave ou aigu ?

Mes calculs :

EXERCICE 3 Niveaux sonores

SOCLE

Classe les situations suivantes de la plus calme à la plus bruyante, puis indique si une protection auditive est nécessaire (seuil : 85 dB) :

Situation	Niveau (dB)	Protection ?
Bureau calme	40	...
Scie circulaire	100	...
Conversation	60	...
Ponceuse	85	...
Défonceuse	105	...

Mes calculs :

Exercices d'application

EXERCICE 4 Son et distance

STANDARD

Un menuisier travaille à la scie circulaire (niveau sonore : 100 dB à 1 m). Son collègue travaille à 4 m de la scie.

- a) Sachant que le niveau diminue de 6 dB chaque fois qu'on double la distance, calcule le niveau sonore à 2 m puis à 4 m de la scie.
- b) Le collègue a-t-il besoin de protections auditives ? Justifie.
- c) À quelle distance minimale faudrait-il se trouver pour être sous le seuil de danger (85 dB) ?
- d) Le menuisier porte un casque anti-bruit qui atténue de 30 dB. Quel niveau sonore perçoit-il ?

Mes calculs :

EXERCICE 5 Longueur d'onde et fréquence

STANDARD

Un technicien d'agencement mesure les fréquences émises par différentes machines de l'atelier :

Machine	Fréquence principale
Scie circulaire	3 000 Hz
Raboteuse	1 500 Hz
Compresseur	200 Hz
Aspirateur industriel	500 Hz

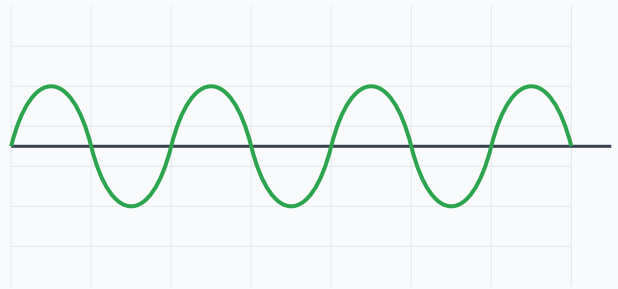
- a) Calcule la longueur d'onde de chaque son dans l'air ($c = 340 \text{ m/s}$).
- b) Classe ces sons du plus grave au plus aigu.
- c) Tous ces sons sont-ils audibles ? Justifie.
- d) La longueur d'onde λ de ces sons change-t-elle si on les mesure dans l'eau ($c_{\text{eau}} = 1\,500 \text{ m/s}$) au lieu de l'air ? Explique, et calcule λ pour la scie (3 000 Hz) dans l'eau.

Mes calculs :

EXERCICE 6 Lecture d'un oscillogramme

STANDARD

Un menuisier agenceur branche un microphone sur un oscilloscope pour visualiser le son d'un aspirateur à copeaux. L'oscillogramme obtenu est représenté ci-dessous. Le réglage de la base de temps est de **1 ms par division** (1 carreau horizontal = 1 ms).



base de temps : 1 ms / division

Oscillogramme du signal capté par le microphone

- En lisant l'oscillogramme, détermine la période T du signal (en ms puis en s).
- Calcule la fréquence f du son. Ce son est-il audible ?
- Calcule la longueur d'onde λ de ce son dans l'air ($c = 340$ m/s).
- Ce son est-il plutôt grave ou aigu ?

Mes calculs :

EXERCICE 7 Isolation phonique d'une cloison

STANDARD

Un aménageur d'intérieur conçoit une cloison séparative entre un atelier de menuiserie (niveau sonore 95 dB) et un bureau adjacent. Le niveau sonore dans le bureau ne doit pas dépasser 45 dB.

- a) Quel affaiblissement acoustique la cloison doit-elle offrir ?
- b) Une cloison simple en plaque de plâtre offre un affaiblissement de 35 dB. Est-ce suffisant ?
- c) Une cloison double avec isolant offre 50 dB. Est-ce suffisant ?
- d) Quelle solution technique proposes-tu ?

Mes calculs :

Exercices d'approfondissement

EXERCICE 8 Exposition au bruit en atelier APPROFONDISSEMENT

La réglementation limite la dose de bruit quotidienne. Pour 85 dB, la durée maximale d'exposition est de 8 heures. Pour chaque augmentation de 3 dB, la durée est divisée par 2 :

Niveau (dB)	Durée max
85	8 h
88	4 h
91	2 h
94	1 h
97	30 min
100	15 min

Un menuisier travaille dans les conditions suivantes pendant une journée :

- Scie circulaire (100 dB) : 1 h
- Raboteuse (94 dB) : 2 h
- Ponçage (88 dB) : 3 h
- Assemblage calme (70 dB) : 2 h

a) Pour chaque activité, calcule la fraction de la dose quotidienne utilisée (temps réel / temps max autorisé).

b) La dose totale dépasse-t-elle 100 % ? La journée est-elle conforme ?

c) Avec un casque anti-bruit atténuant de 25 dB, recalcule les niveaux perçus et les nouvelles fractions de dose.

d) La journée est-elle conforme avec le casque ?

Mes calculs :

EXERCICE 9 Conception d'un studio d'enregistrement

APPROFONDISSEMENT

Un architecte d'intérieur aménage un studio d'enregistrement musical dans un immeuble. Le studio est situé entre un atelier de menuiserie (95 dB) et un appartement (objectif : 30 dB max).

- a) Quel affaiblissement acoustique total faut-il entre l'atelier et l'appartement ?
- b) Le studio est séparé de l'atelier par un mur de 250 mm en béton (affaiblissement 55 dB) et de l'appartement par une double cloison avec isolant (affaiblissement 52 dB). L'atténuation totale est-elle suffisante ?
- c) Le son de la scie circulaire a une fréquence de 3 000 Hz. Calcule sa longueur d'onde dans l'air et dans le béton ($c_{\text{béton}} = 3\,400 \text{ m/s}$).
- d) Pourquoi les basses fréquences (graves) sont-elles plus difficiles à isoler que les hautes fréquences ? Propose une solution.

Mes calculs :

EXERCICE 10 Problème de synthèse (type BTS) (HP)**APPROFONDISSEMENT**

Un fabricant de mobilier souhaite réduire le bruit dans son atelier. Il fait réaliser un bilan acoustique. Les résultats sont :

- 5 postes de travail avec des machines émettant chacune 95 dB à 1 m
- L'atelier mesure 30 m × 20 m × 5 m
- Le temps de réverbération actuel est de 3 secondes
- L'objectif est de ramener le niveau sonore ambiant à 80 dB maximum

a) Quand on ajoute deux sources identiques, le niveau augmente de 3 dB. Quand on ajoute 5 sources identiques de 95 dB, le niveau total vaut environ $95 + 10 \log(5)$. Calcule ce niveau.

b) Calcule la surface totale des murs, sol et plafond de l'atelier.

c) Le fabricant envisage d'installer des panneaux acoustiques absorbants au plafond (surface : 300 m²). Ces panneaux ont un coefficient d'absorption de 0,85 (ils absorbent 85 % de l'énergie sonore). L'absorption supplémentaire se traduit par une réduction estimée à $\Delta L = 10 \log \left(\frac{A_{\text{après}}}{A_{\text{avant}}} \right)$. Si l'absorption totale passe de 100 m² (situation actuelle) à 355 m², calcule la réduction de niveau.

d) Le niveau final est-il conforme à l'objectif de 80 dB ? Propose des mesures complémentaires si nécessaire.

Mes calculs :

Propagation d'un signal sonore

DS | Première Bac Pro ERA-MA – Groupement 3

Socle

Standard

Approfondissement

Tout voir



Objectifs du chapitre

[cliquer pour développer](#)**SOCLE****DS – Niveau Socle (durée : 30 min)****Exercice 1 – Questions de cours (8 pts)**

- a) Le son peut-il se propager dans le vide ? (1 pt)
- b) Quelle est la vitesse du son dans l'air ? $c = \dots$ m/s (1 pt)
- c) Le domaine audible s'étend de ... Hz à ... Hz. (1 pt)
- d) À partir de quel niveau sonore le port de protections auditives est-il obligatoire ? (1 pt)
- e) Cite deux machines de menuiserie particulièrement bruyantes. (1 pt)
- f) Complète : un son de haute fréquence est perçu comme un son ... (grave / aigu). (1 pt)
- g) Le son se propage-t-il plus vite dans l'air ou dans le bois ? (1 pt)
- h) Cite un moyen de protection auditive. (1 pt)

Exercice 2 – Calculs guidés (12 pts)

La scie circulaire émet un son de fréquence $f = 2\,000$ Hz. La vitesse du son dans l'air est $c = 340$ m/s.

a) Écris la formule de la longueur d'onde : $\lambda = \frac{\dots}{\dots}$ (2 pts)

b) Remplace : $\lambda = \frac{340}{\dots} = \dots$ m (2 pts)

c) Convertis en cm : $\lambda = \dots$ cm (1 pt)

d) Ce son est-il audible ? Justifie. (2 pts)

e) Le niveau sonore à 1 m est de 100 dB. Complète : (3 pts)

À 2 m : $100 - 6 = \dots$ dB

À 4 m : $\dots - 6 = \dots$ dB

f) Un casque anti-bruit atténue de 25 dB. Si le menuisier est à 1 m de la scie, quel niveau perçoit-il ? (2 pts)

STANDARD

DS – Niveau Standard (durée : 45 min)

Exercice 1 – Cours (5 pts)

a) Explique pourquoi le son ne se propage pas dans le vide. (1 pt)

b) Donne la formule reliant la longueur d'onde, la vitesse du son et la fréquence. Précise les unités. (2 pts)

c) Qu'est-ce que le niveau d'intensité acoustique ? Quelle est son unité ? (1 pt)

d) Que signifie « doubler la distance diminue le niveau de 6 dB » ? (1 pt)

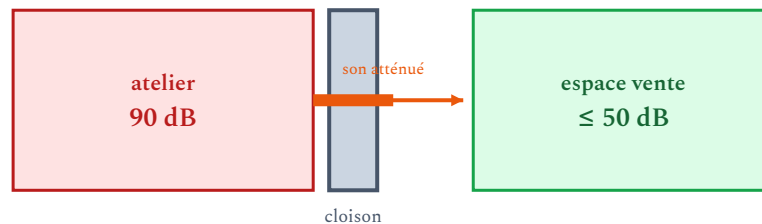
Exercice 2 – Bruit en atelier (8 pts)

Un menuisier agenceur travaille avec une défonceuse qui émet un son de 105 dB à 1 m. La fréquence principale est de 4 000 Hz.

- a) Ce son est-il grave ou aigu ? Justifie. (1 pt)
- b) Calcule la longueur d'onde de ce son dans l'air. (2 pts)
- c) Calcule le niveau sonore à 2 m, 4 m et 8 m. (3 pts)
- d) Le menuisier porte des bouchons d'oreilles qui atténuent de 20 dB. Quel niveau perçoit-il à 1 m ? Ce niveau est-il encore dangereux ? (2 pts)

Exercice 3 – Isolation phonique (7 pts)

Un installateur d'agencement conçoit la séparation entre un atelier bruyant (90 dB) et un espace de vente (objectif : 50 dB max).



- a) Quel affaiblissement acoustique minimal la séparation doit-elle offrir ? (1 pt)
b) On dispose de trois types de cloisons :

Cloison	Affaiblissement	Prix (€/m ²)
A – Plaque de plâtre simple	35 dB	30
B – Double plaque + laine	48 dB	65
C – Bois massif + isolant + bois	45 dB	85

Quelle(s) cloison(s) conviennent ? (2 pts)

- c) La surface de la cloison est de $4\text{ m} \times 3\text{ m} = 12\text{ m}^2$. Calcule le coût de la cloison B. (1 pt)
d) La cloison A ne suffit pas. Quel niveau résiduel donnerait-elle ? (1 pt)
e) Si on complète la cloison A par un rideau acoustique absorbant (-8 dB), cela suffit-il ? (2 pts)

APPROFONDISSEMENT

Exercice 1 – Analyse acoustique d'un atelier (10 pts)

Un chef d'atelier de menuiserie fait réaliser des mesures acoustiques. Les résultats sont les suivants :

- Scie à ruban : 92 dB à 1 m, fréquence dominante 1 200 Hz
- Toupie : 98 dB à 1 m, fréquence dominante 5 000 Hz
- Aspiration centralisée : 78 dB à 1 m, fréquence dominante 250 Hz

- a) Calcule la longueur d'onde du son émis par chaque machine dans l'air. (3 pts)
- b) Le poste de travail le plus proche de la toupie est à 3 m. Estime le niveau sonore à ce poste. (2 pts)
- c) On suppose que les 3 machines fonctionnent en même temps. Le niveau total est donné par $L_{\text{total}} = 10 \log(10^{L_1/10} + 10^{L_2/10} + 10^{L_3/10})$. Calcule le niveau total à 1 m de chaque machine (on suppose qu'elles sont au même endroit pour simplifier). (3 pts)
- d) Le fabricant de la toupie propose un capot insonorisant qui réduit le bruit de 15 dB. Recalcule le niveau total avec le capot sur la toupie. (2 pts)

Exercice 2 – Projet d'aménagement acoustique (10 pts)

Un aménageur d'intérieur conçoit l'agencement d'un open space de 200 m^2 dans lequel travaillent 15 personnes. Le niveau sonore moyen dû aux conversations et équipements est de 65 dB. L'objectif est de ramener le niveau perçu à chaque poste en dessous de 50 dB.

- a) Quel affaiblissement faut-il obtenir ? (1 pt)
- b) Le temps de réverbération actuel est de 2,5 s. La formule de Sabine donne :
$$T_R = \frac{0,16 \times V}{A}$$
avec V le volume (m^3) et A l'absorption totale (m^2). La hauteur sous plafond est de 3 m. Calcule le volume et l'absorption actuelle. (2 pts)
- c) L'installateur pose un faux plafond acoustique (coefficient d'absorption 0,90) sur toute la surface (200 m^2). Calcule la nouvelle absorption totale A' . (2 pts)
- d) Calcule le nouveau temps de réverbération. (1 pt)
- e) La réduction du niveau sonore est estimée par $\Delta L = 10 \log(A'/A)$. Calcule cette réduction. L'objectif est-il atteint ? (2 pts)
- f) Propose des solutions complémentaires pour atteindre l'objectif de 50 dB. (2 pts)