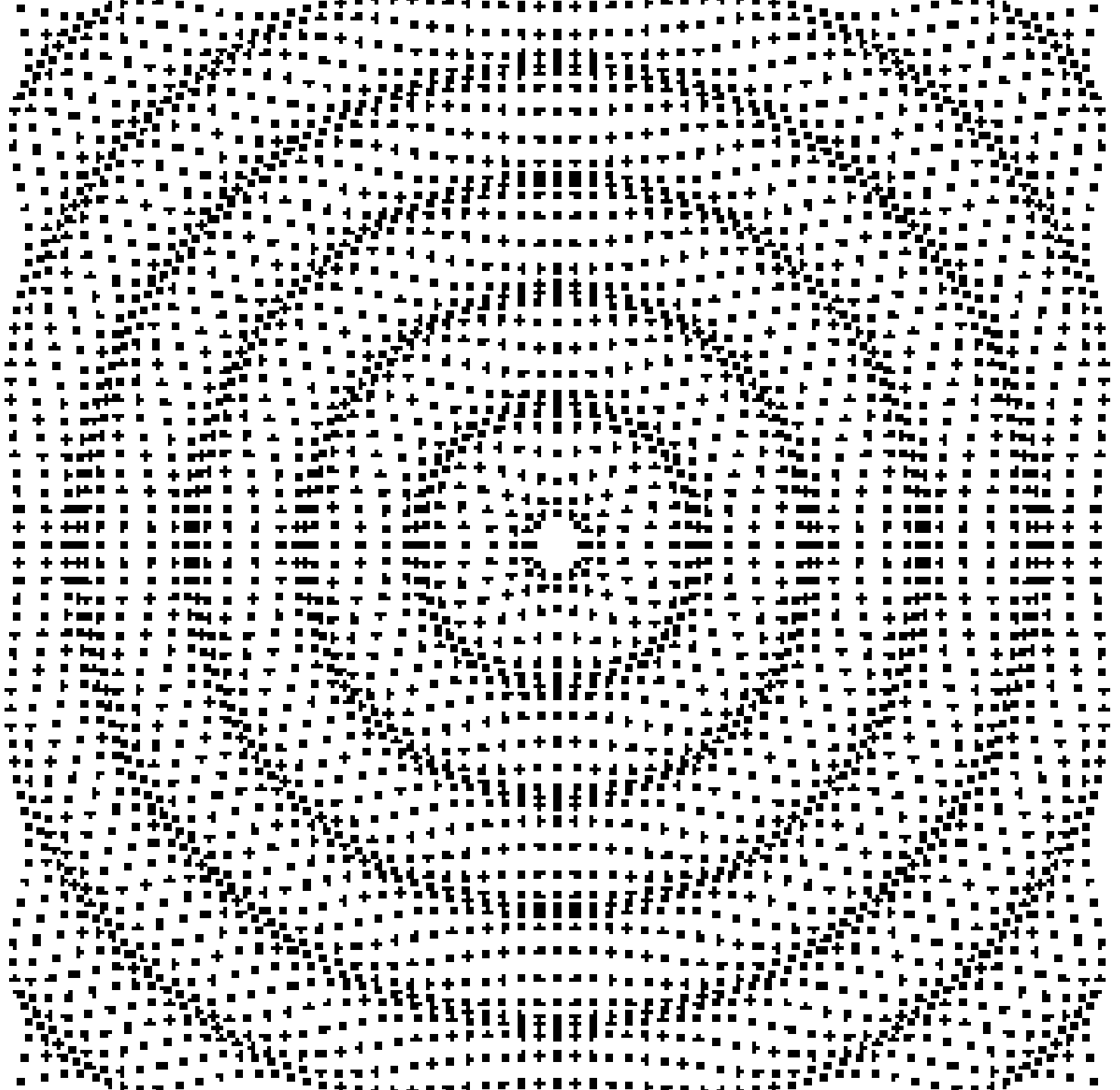


# Chapitre 3

Quand le son se  
propage



# Chaîne

Source

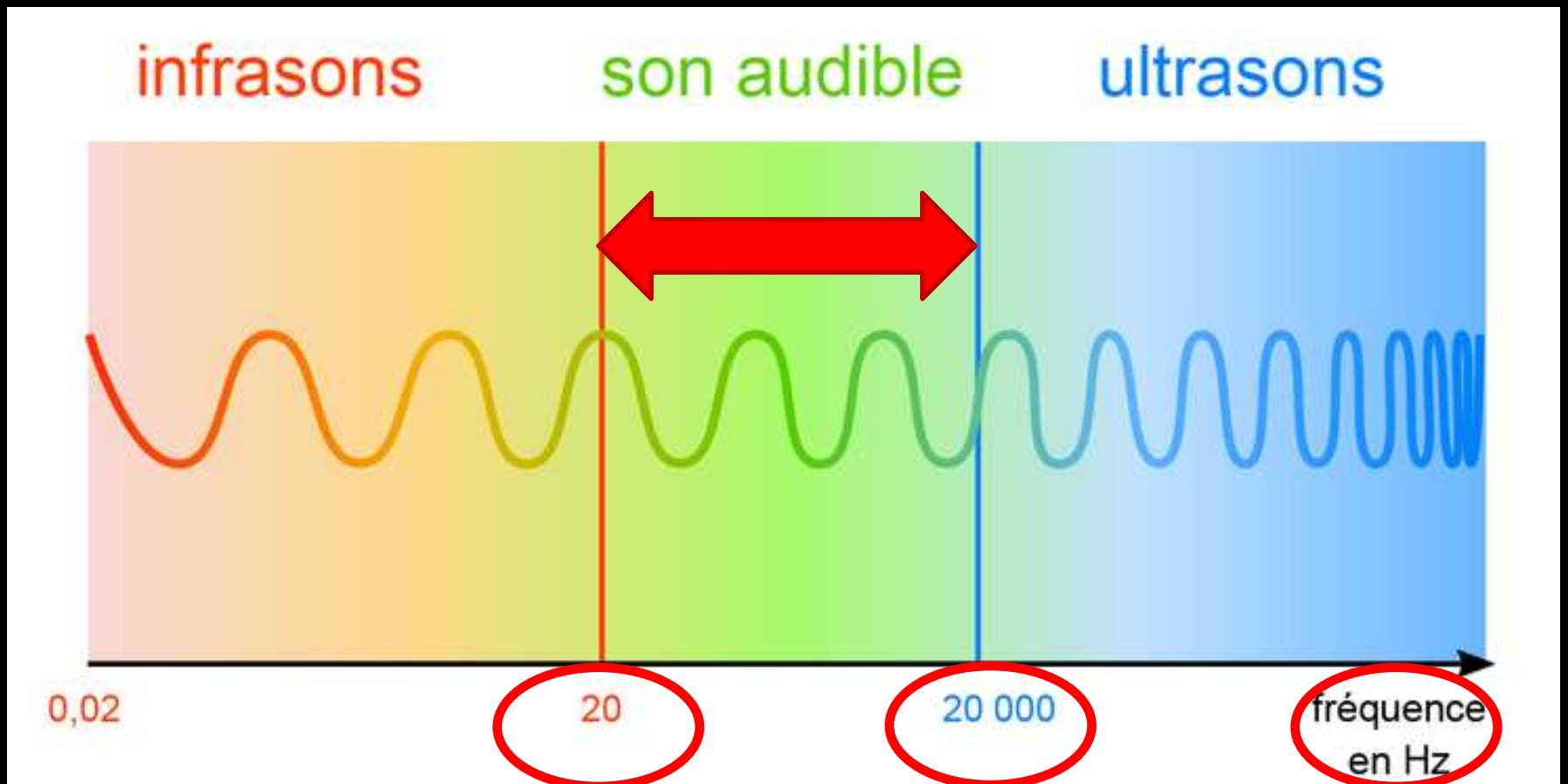


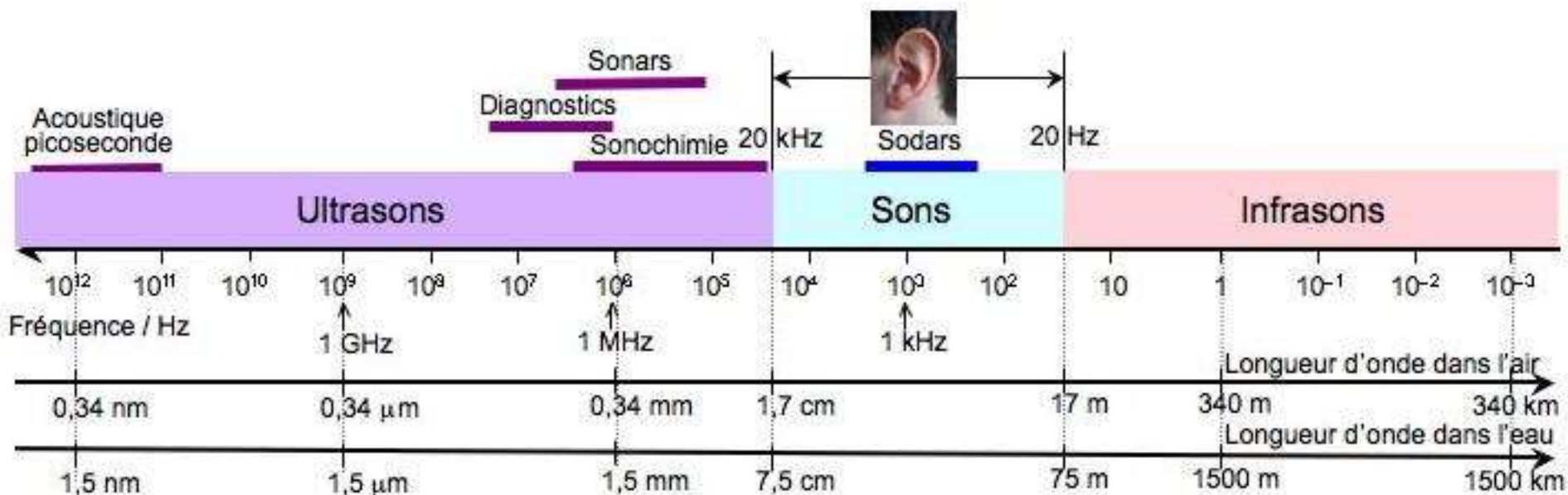
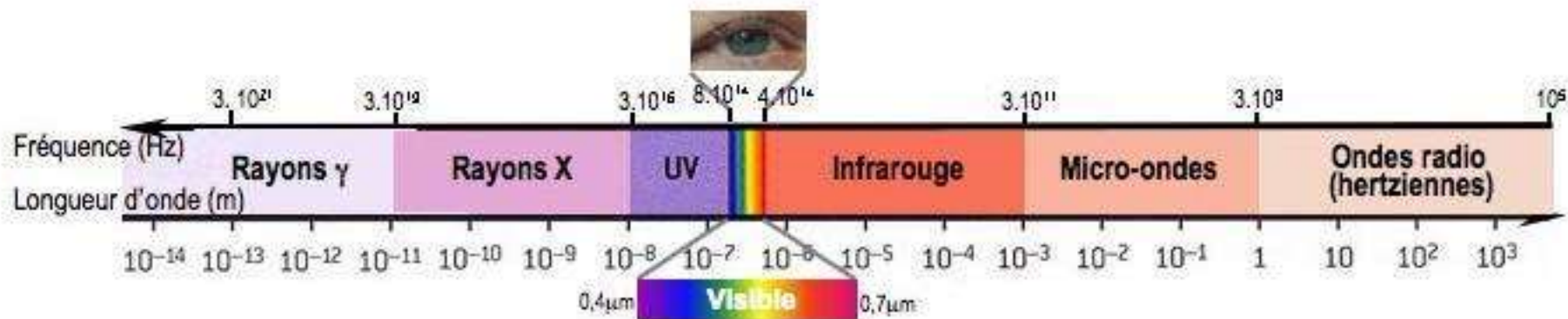
Milieu de propagation



Récepteur (oreille, micro)

# Notre récepteur L'oreille

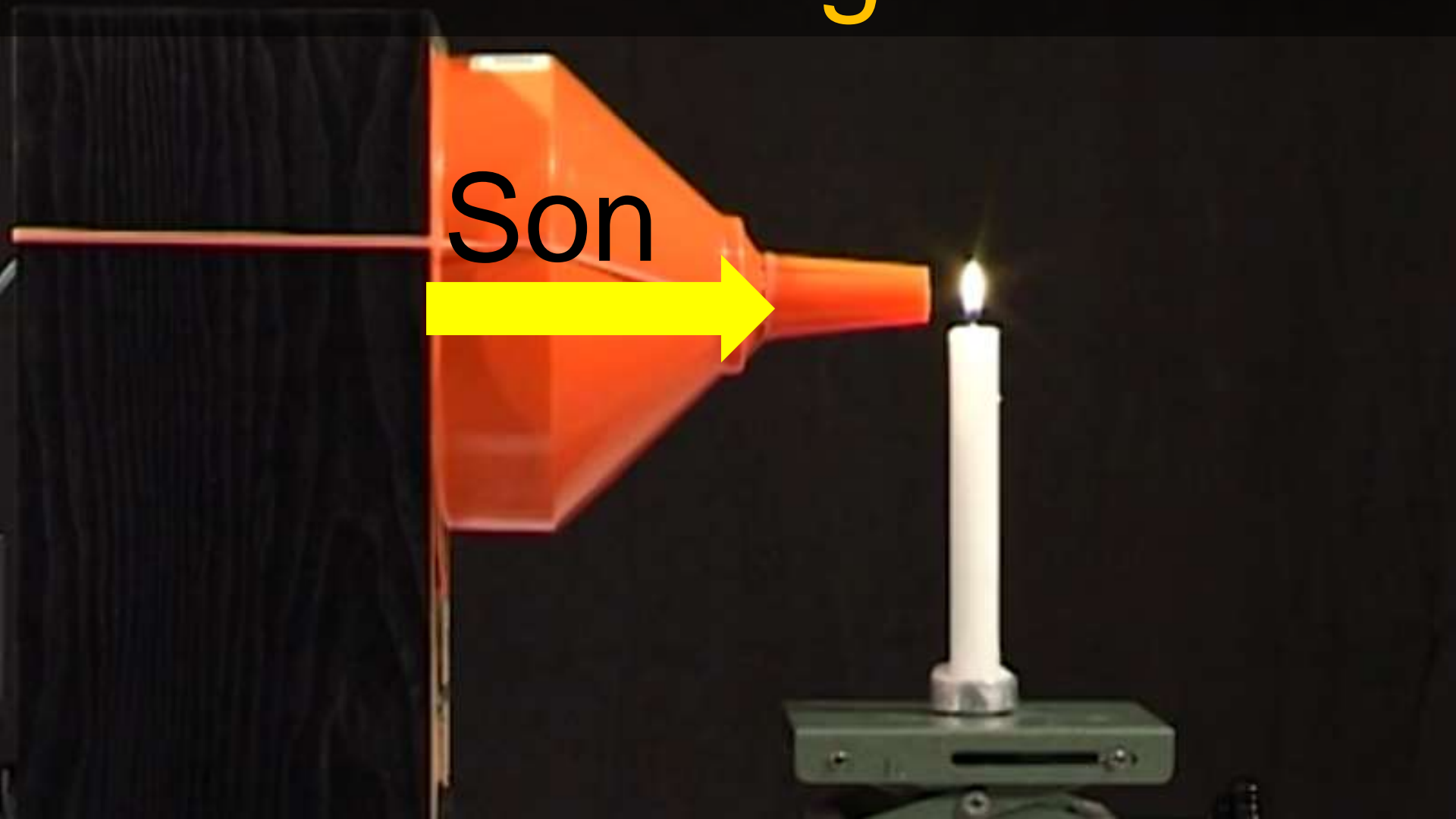




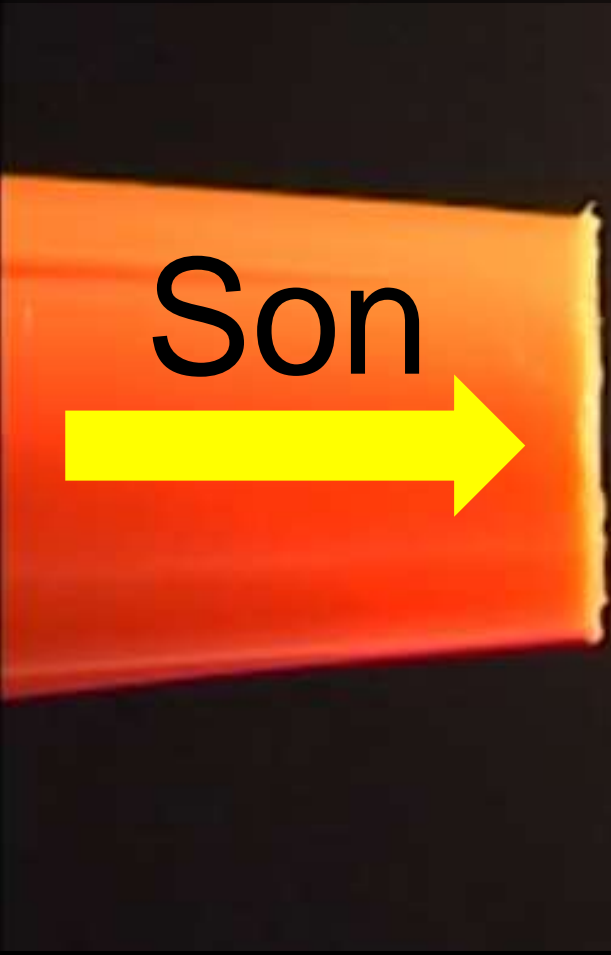


# I – Émission et propagation d'un signal sonore

# Expérience haut-parleur et bougie



# Le son provoque la vibration de la flamme





# 1- Émission

- La vibration d'un objet produit un signal sonore.

- Une **caisse de résonance** amplifie ce signal pour qu'il devienne audible.

*Exemple* : instrument de musique



# Exemples de signal sonore

**Timbre**



**Tuning Fork**



**Flute**



**Violin**



**Human Voice**



**Clarinet**



- La forme de l'onde sonore émise peut être **simple** (sinusoïde) ou **complexe** (forme variable).

## *Exemples*

\* Diapason : son pur = signal simple.

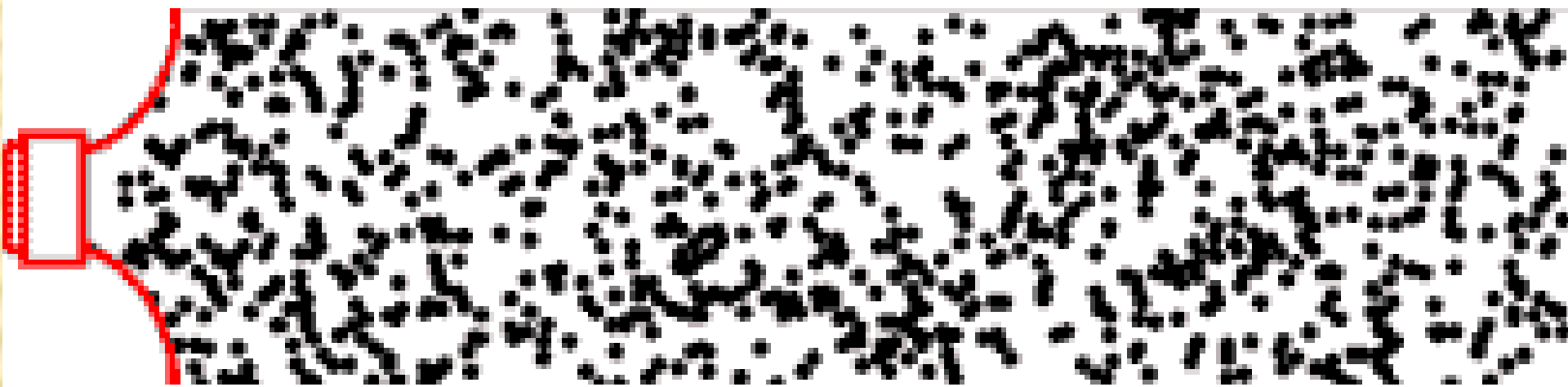
\* Instrument de musique : son complexe = signal complexe.



# 2- Propagation et vitesse de propagation

- Un son se propage dans un milieu matériel = pas de propagation dans le vide !

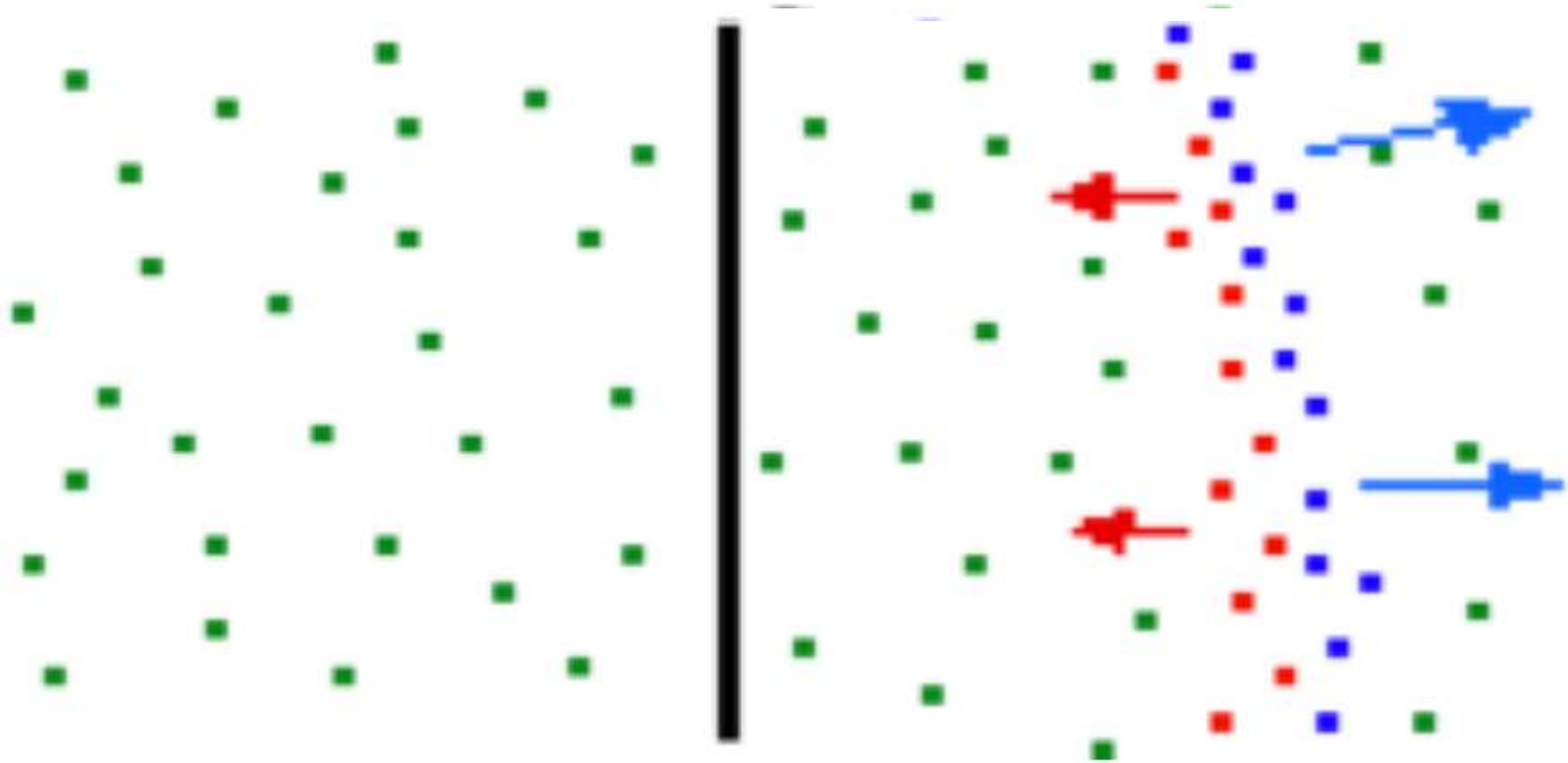




Akustar

---





**Compression** des particules 3  
Retour des particules 2 à leur place  
déplinitiale = **dépression** des 1



Dépression

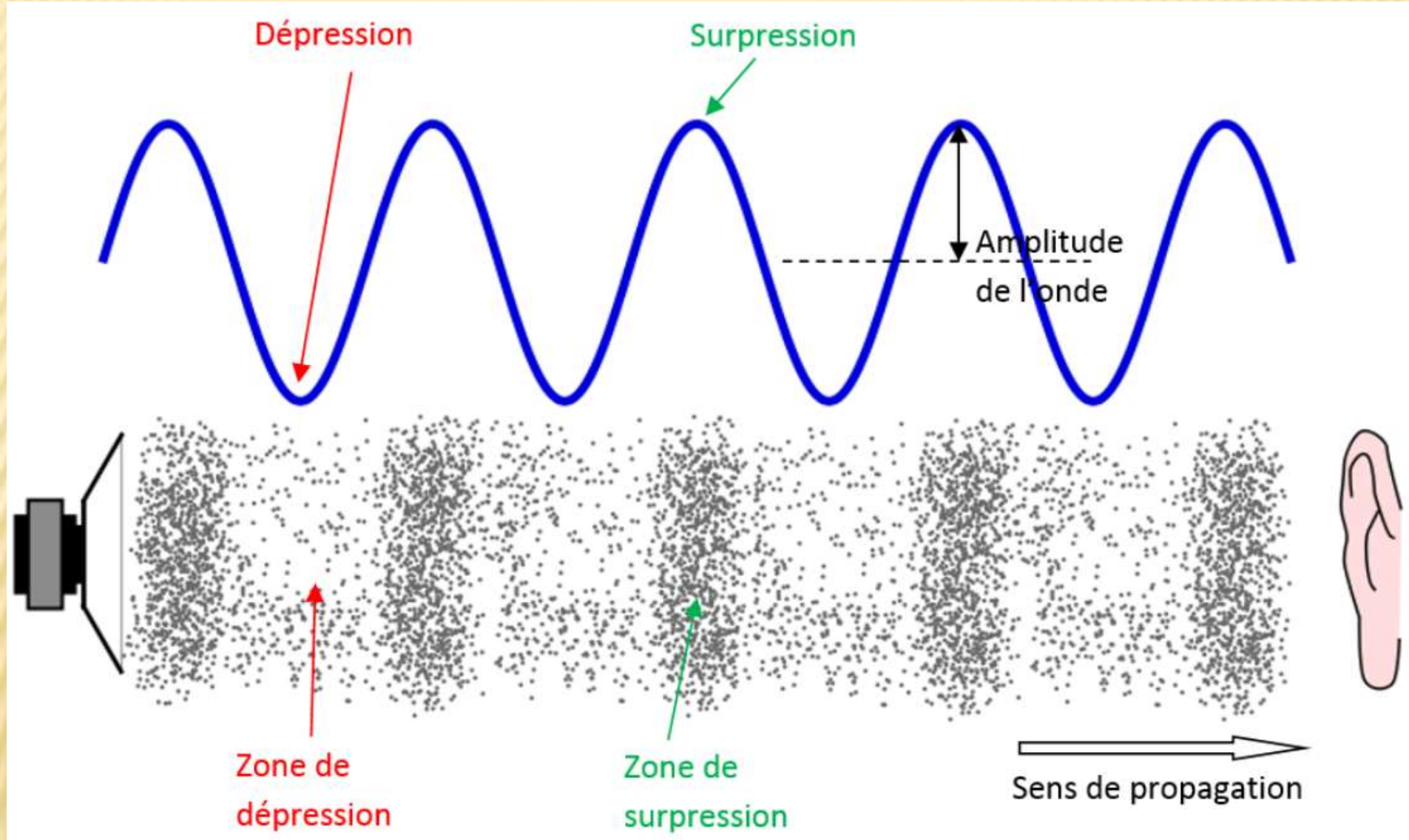
Surpression

Amplitude  
de l'onde

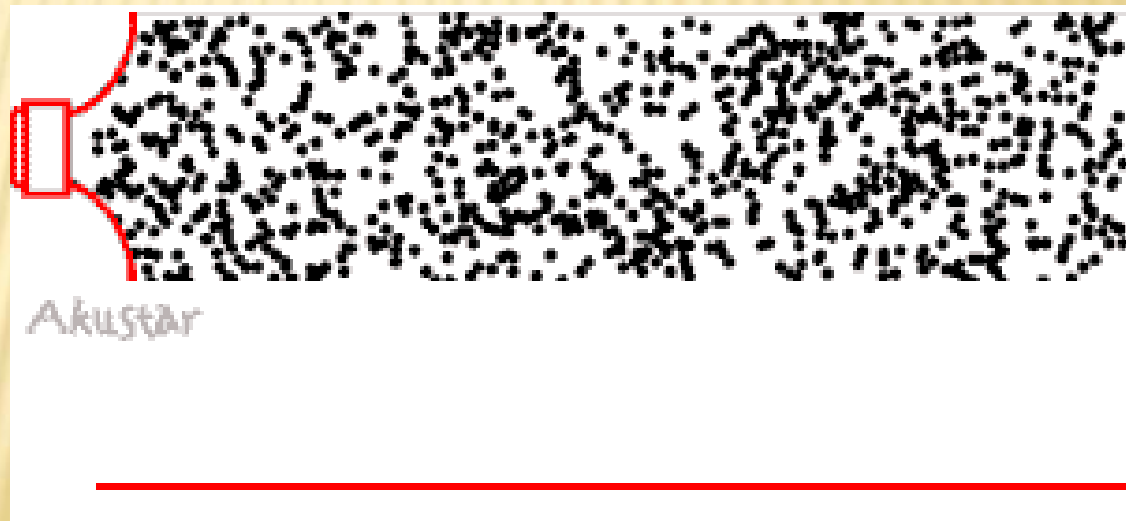
Zone de  
dépression

Zone de  
surpression

Sens de propagation



- La propagation du son se fait de proche en proche grâce à l'élasticité du milieu susceptible de se déformer.



## *Exemple sur l'air*

Au moment de la création de l'onde sonore, les molécules vont se rapprocher des molécules à proximité et provoquer sur elles le même effet avant de revenir à leur place, créant ainsi l'association d'une **zone de compression et de dépression** des molécules.



Le son se déplace moins vite que la lumière



- Sa vitesse de propagation augmente avec la **densité du milieu** et de sa **température**.

## *Exemples*

Milieu	Air (0°C)	Air (15°C)	Eau	Glace	Cuivre	Verre	Acier
V (m.s <sup>-1</sup> )	330	340	1500	3200	3600	5400	5600

## *Remarque*

$$V_{\text{solide}} > V_{\text{liquide}} > V_{\text{gaz}}$$

## **Relation**

$$v = \frac{d}{\Delta t}$$

$m \cdot s^{-1}$        $\frac{m}{s}$



# *Comparatif de vitesse*

<b>Mar- cheur</b>	<b>Voiture</b>	<b>Avion</b>	<b>Son</b>	<b>Fusée</b>	<b>Lumière</b>
5 km.h <sup>-1</sup>	130 km.h <sup>-1</sup>	700 km.h <sup>-1</sup>	1200 km.h <sup>-1</sup>	5400 km.h <sup>-1</sup>	1,08.10 <sup>9</sup> km.h <sup>-1</sup>
1,5 m.s <sup>-1</sup>	36 m.s <sup>-1</sup>	200 m.s <sup>-1</sup>	340 m.s <sup>-1</sup>	1500 m.s <sup>-1</sup>	3,00.10 <sup>8</sup> m.s <sup>-1</sup>

# **II – Périodicité d'un signal sonore**

# **1 – Un signal est périodique...**

- s'il se reproduit identiquement à lui-même à intervalles de temps égaux.**

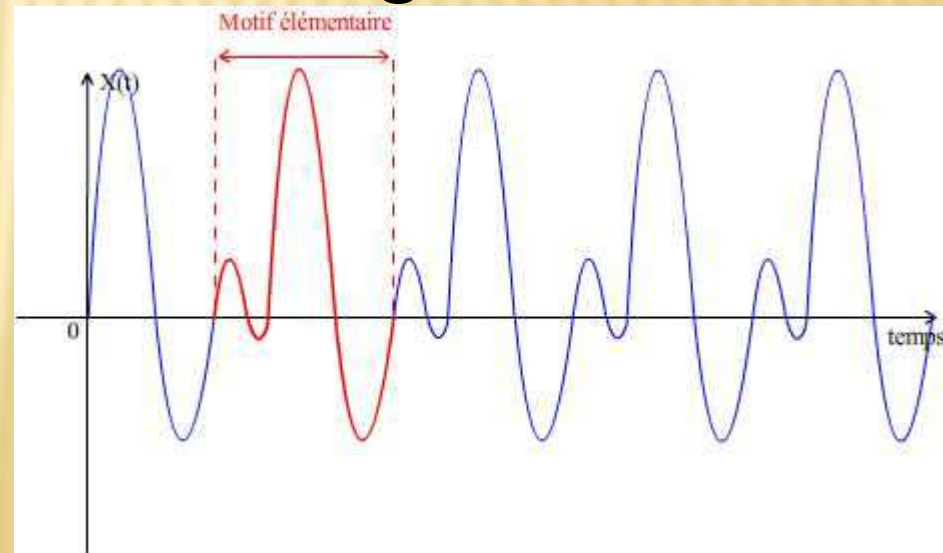
# Le phénomène périodique

Un signal périodique se reproduit identiquement à lui-même à intervalles de temps régulier ou période



# 2 – Motif, période et fréquence

- Une succession de **motifs identiques** caractérise un signal périodique.





# La fréquence

1 battement par seconde

$$f = 1 \text{ Hz}$$

Fréquence = nb de  
reproductions / s

5 battements par seconde

$$f = 5 \text{ Hz}$$





# La période

1 battement dure 1 s

$$T = 1 \text{ s}$$

Période = durée d'un  
battement

1 battement dure  $1/5$  s

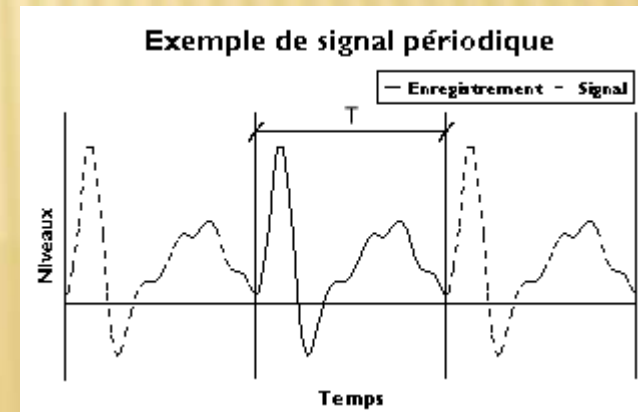
$$T = 1/5 \text{ s}$$



- **La période, en seconde, représente la durée d'un motif.**

C'est la plus petite durée au bout de laquelle le signal se reproduit identiquement à lui-même.

Elle se mesure sur l'échelle de temps d'une représentation temporelle.

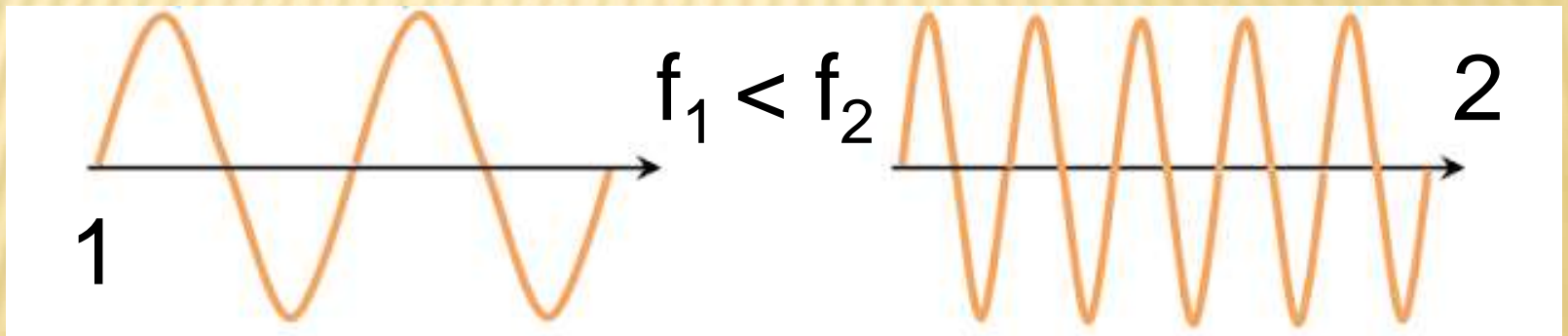


- **La fréquence (en Hertz) représente le nombre de périodes par seconde.**

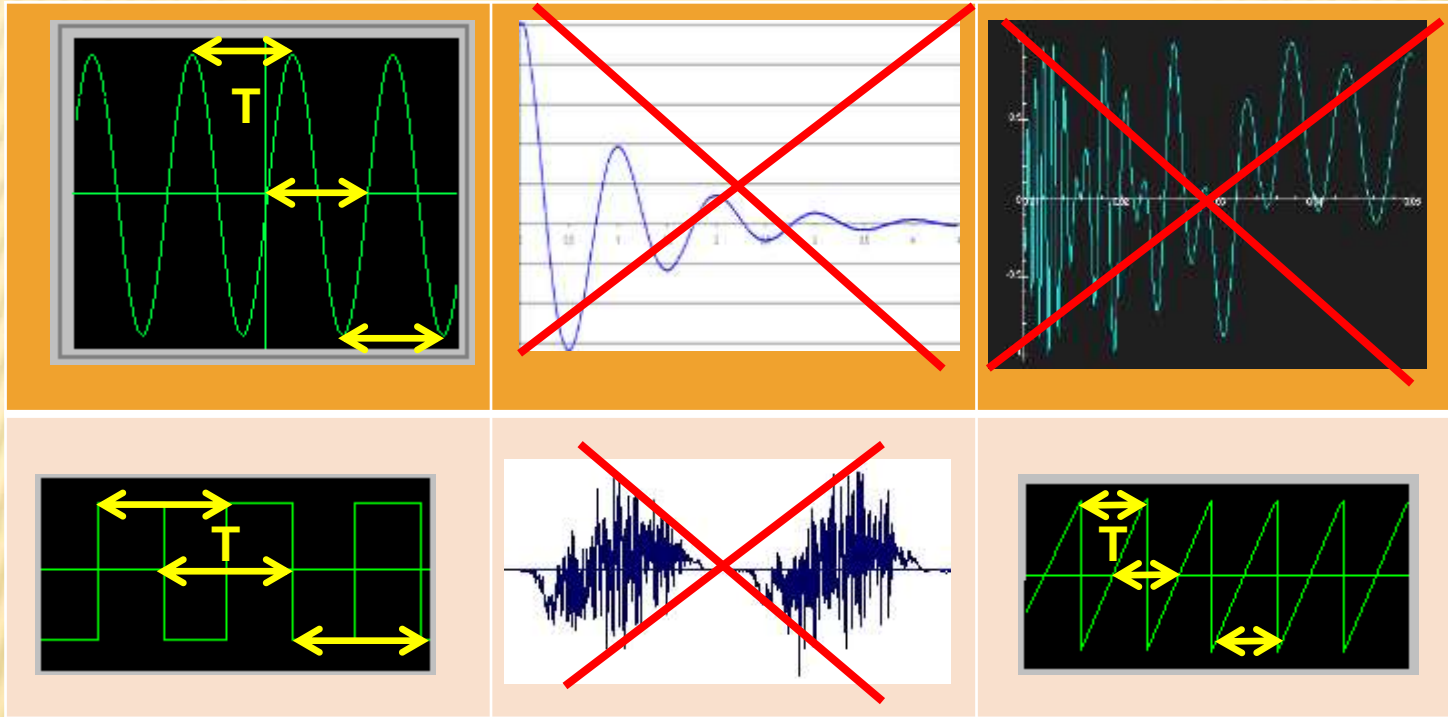
Elle se calcule comme l'inverse de la

période :  $f = \frac{1}{T}$

Hz s



# Activité 1 : Identifier un signal périodique et indiquer sa période $T$ sur le signal



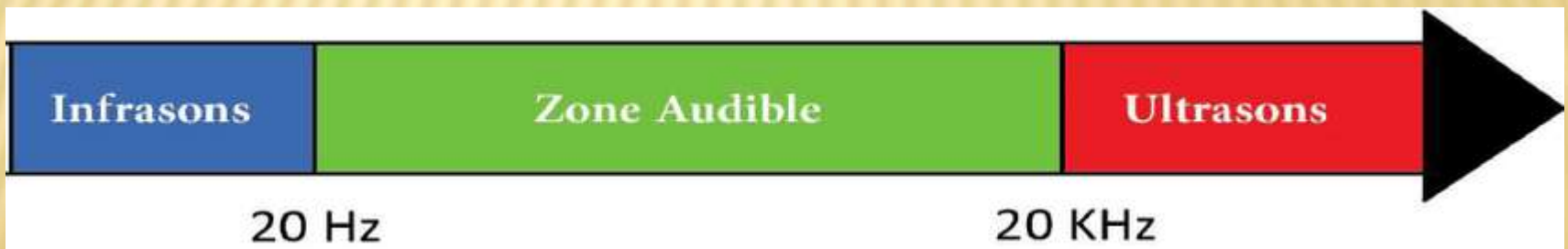
Un signal périodique se reproduit  
**identiquement à lui-même à intervalles  
réguliers**

# III – Perception d'un son



# 1 – Oreille humaine

- Entre les infrasons et les ultrasons, les fréquences des sons audibles par l'homme se situent entre 20 et 20 000 Hz.





## *Exemples*

\* Papillon : battement lent des ailes (0,1 Hz environ) : non perceptible par l'oreille

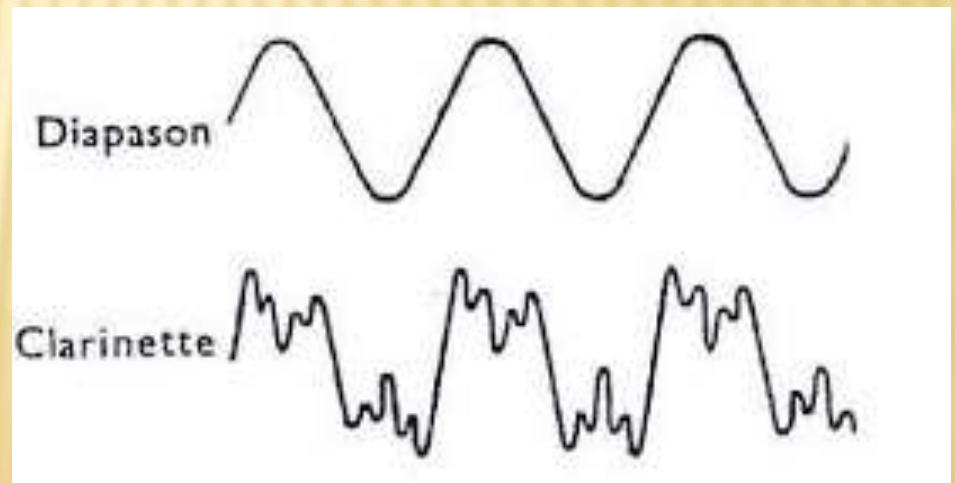


\* Moustique : battement rapide des ailes (jusqu'à 2300 Hz) : son aigu.

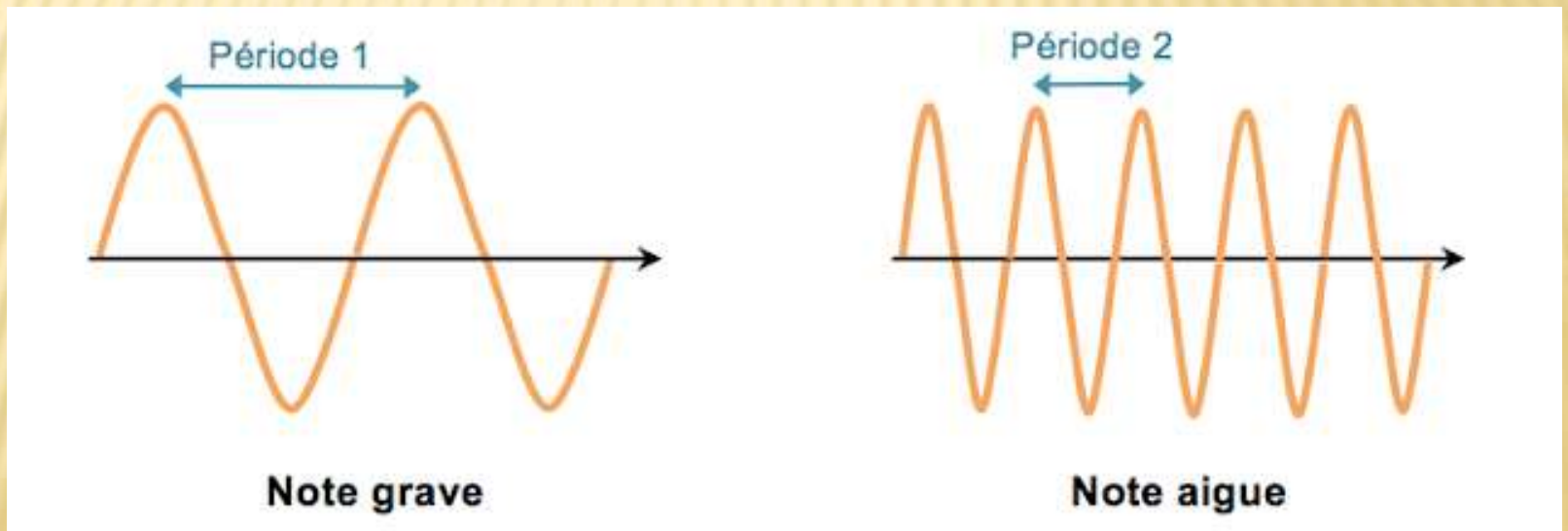


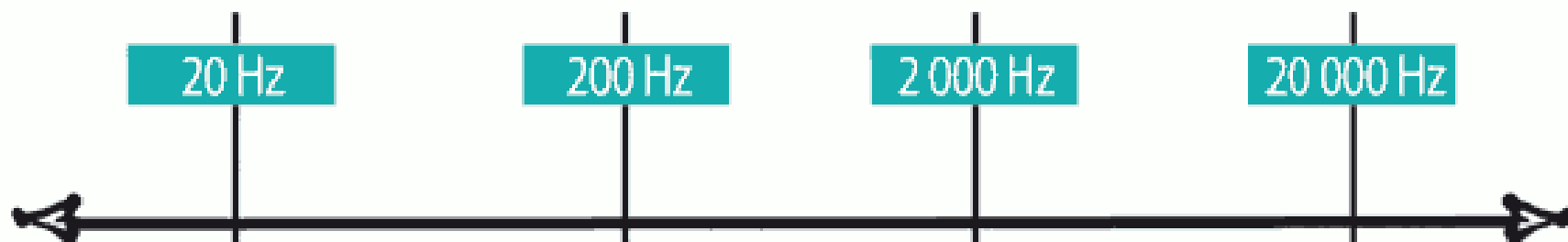
# 2 – Hauteur et timbre

- Deux sons différents sont caractérisés par leur hauteur correspondant à leur fréquence.



- Plus la fréquence est **haute**, plus le son est **aigu**. Inversement, plus la fréquence est **basse**, plus le son est **grave**.





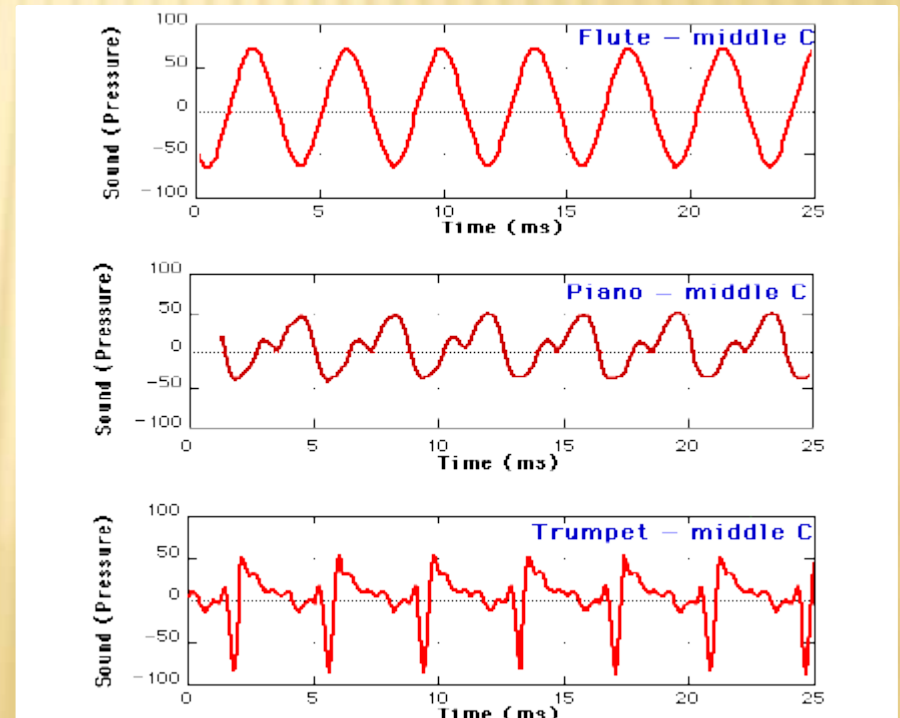
Domaine de l'audibilité



Sons inaudibles  
Infra-sons

Sons inaudibles  
**Ultra-sons**

- Une même note jouée par deux instruments est perçue différemment en raison de leur **timbre** (caractéristique d'un instrument).  
Les formes de signaux sont différentes.





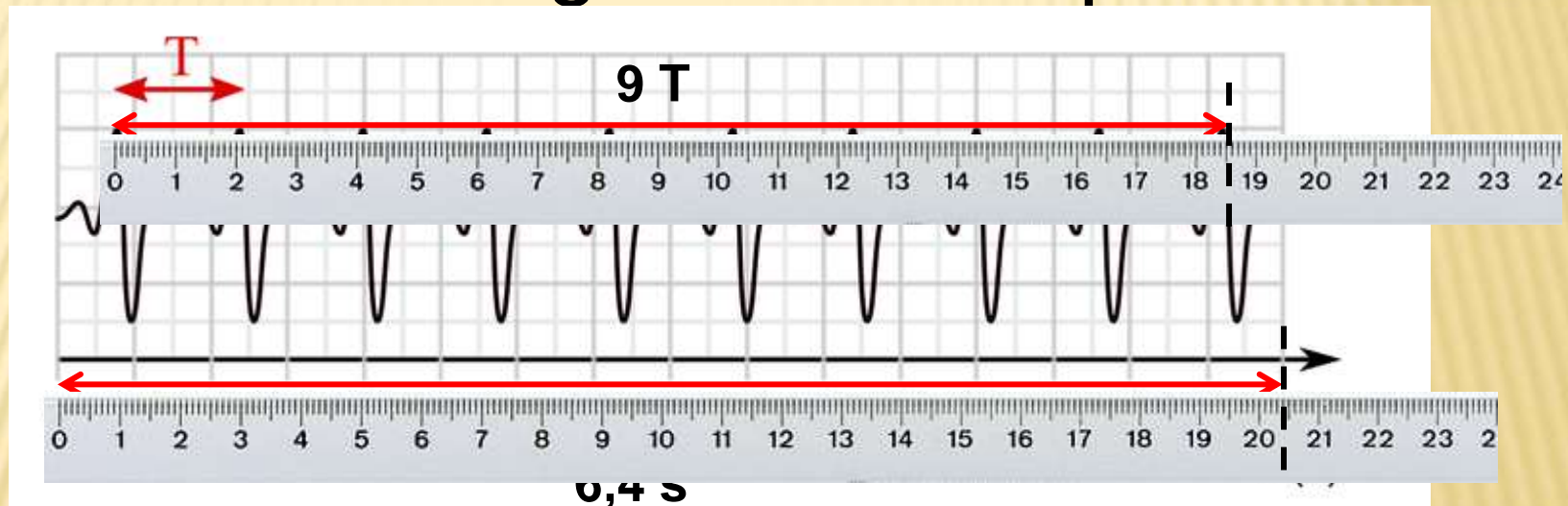
# ***Activité 2 : Mesurer une période et calculer la fréquence correspondante***

Voici deux enregistrements a et b représentant un son complexe et un son simple.

- 1) Identifier parmi les enregistrements a et b celui qui représente un son simple et celui qui représente un son complexe.
- 2) Sur chacun d'eux, repasser un motif et indiquer la période.
- 3) Mesurer les périodes des cas a et b.
- 3) Exprimer et calculer la fréquence de chacun de ses sons.
- 4) A quel type de son grave, médium ou aigu appartiennent-ils ?

# Méthode pour déterminer une période

- Établir une règle de correspondance



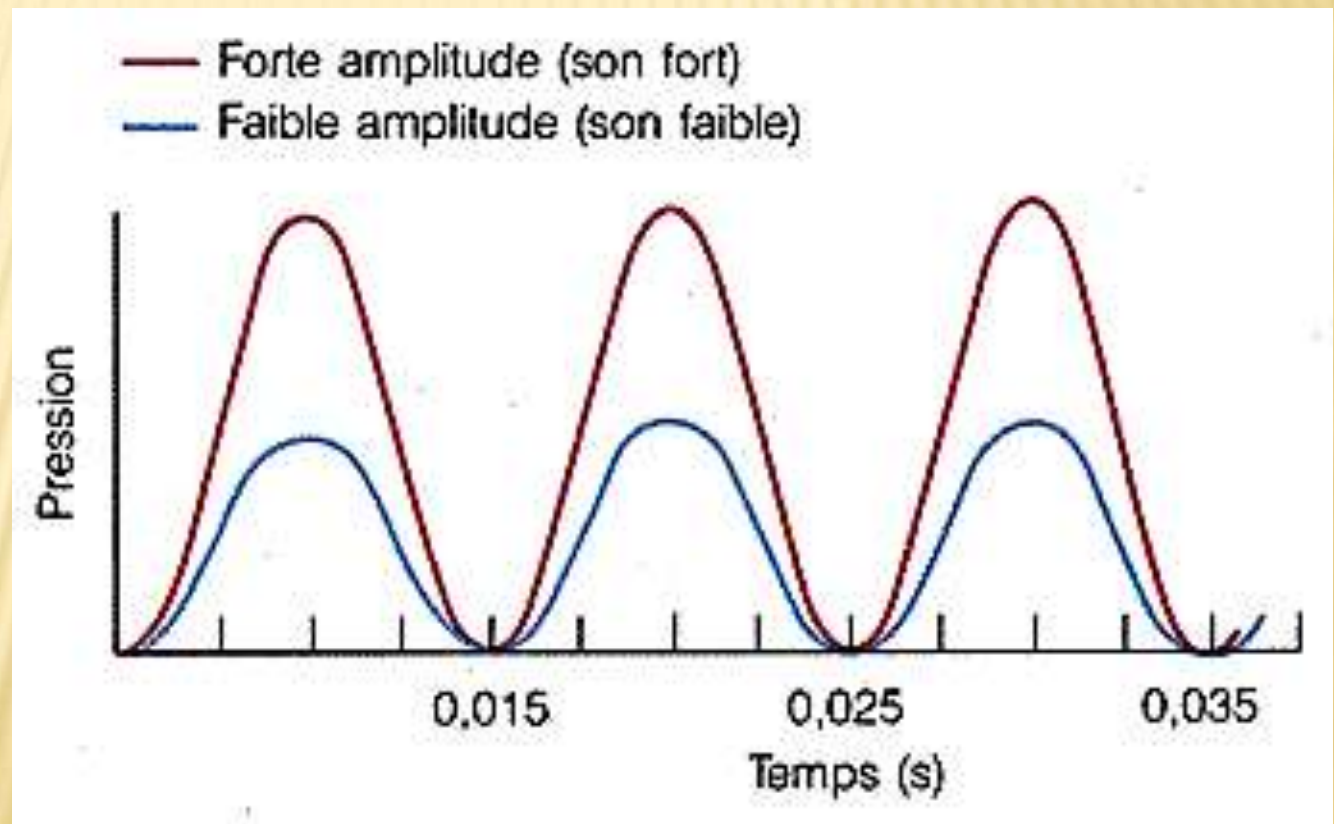
18,5 cm	9 T
20,4 cm	6,4 s

$$9 T \times 20,4 = 18,5 \times 6,4$$

# 3 – Intensité sonore et niveau d'intensité sonore



- Sur une représentation temporelle, **l'amplitude d'un signal informe sur l'intensité sonore.**



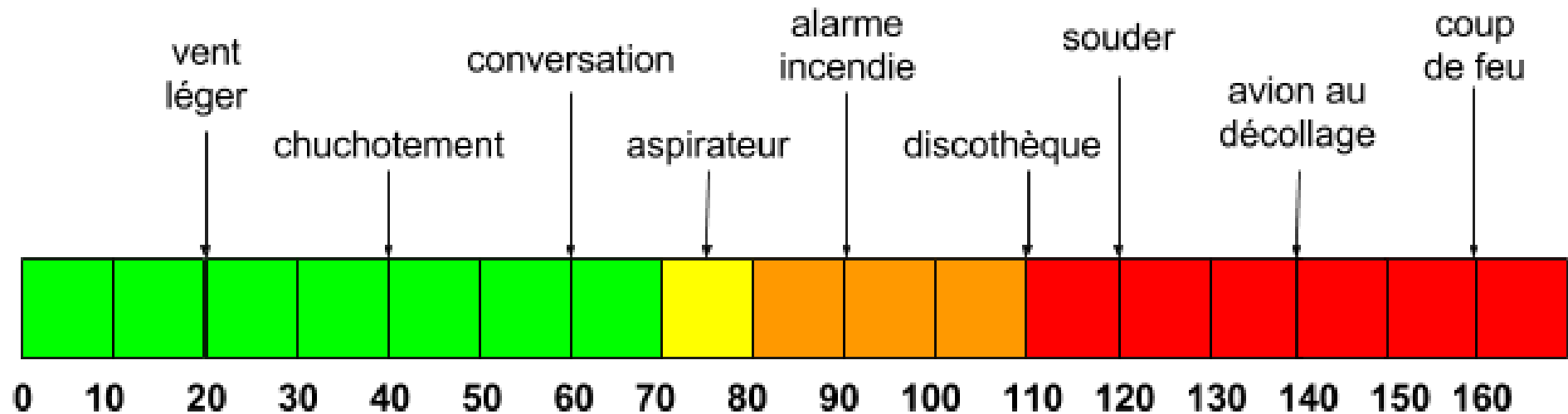






- Pour décrire la sensibilité humaine de l'oreille, on utilise le **niveau d'intensité sonore en décibels (dB)** qui se mesure avec un sonomètre.

- **La dangerosité d'un son dépend de son niveau d'intensité sonore et de la durée d'exposition.**

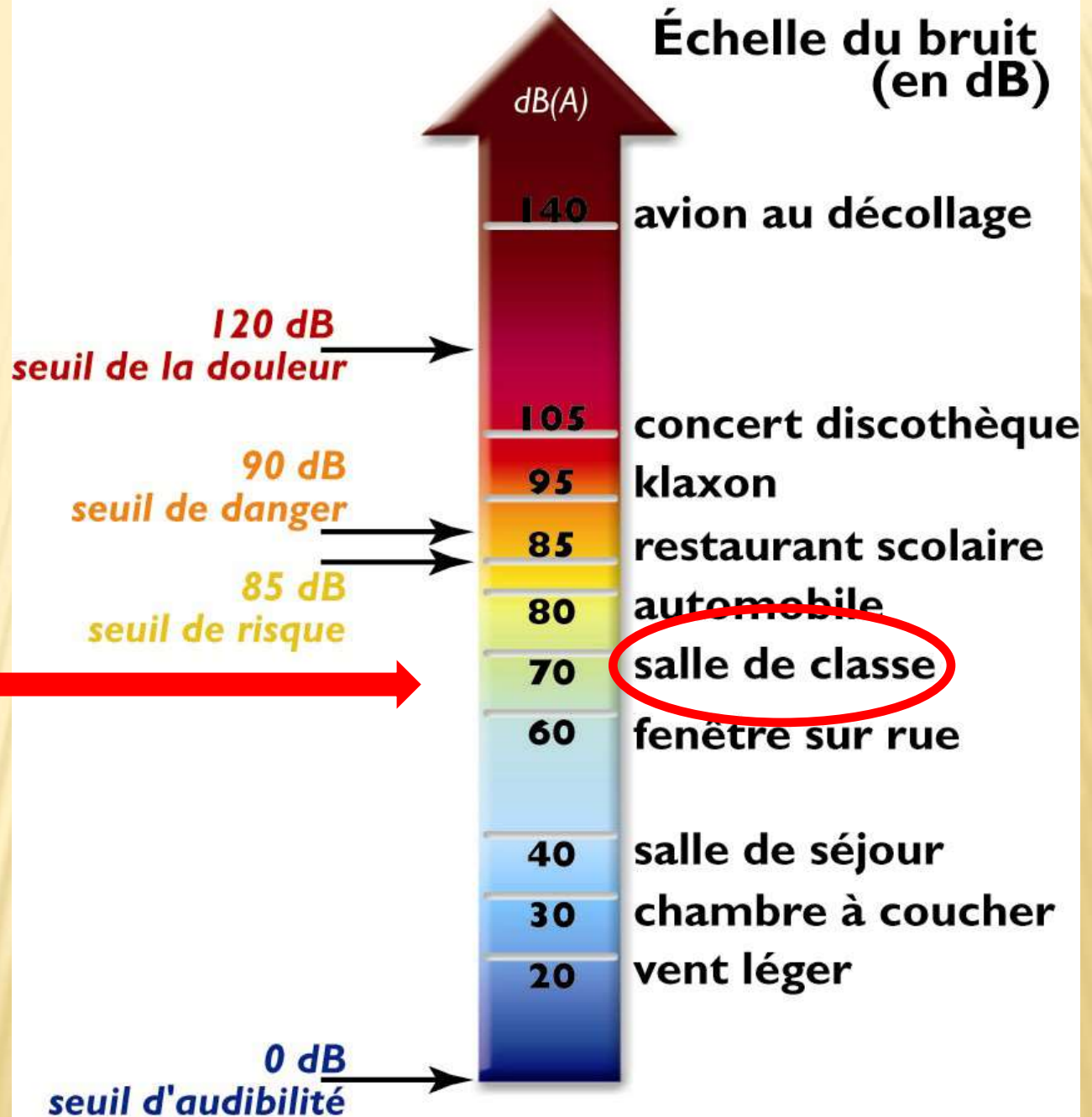


## Échelle d'intensité en décibels (dB)

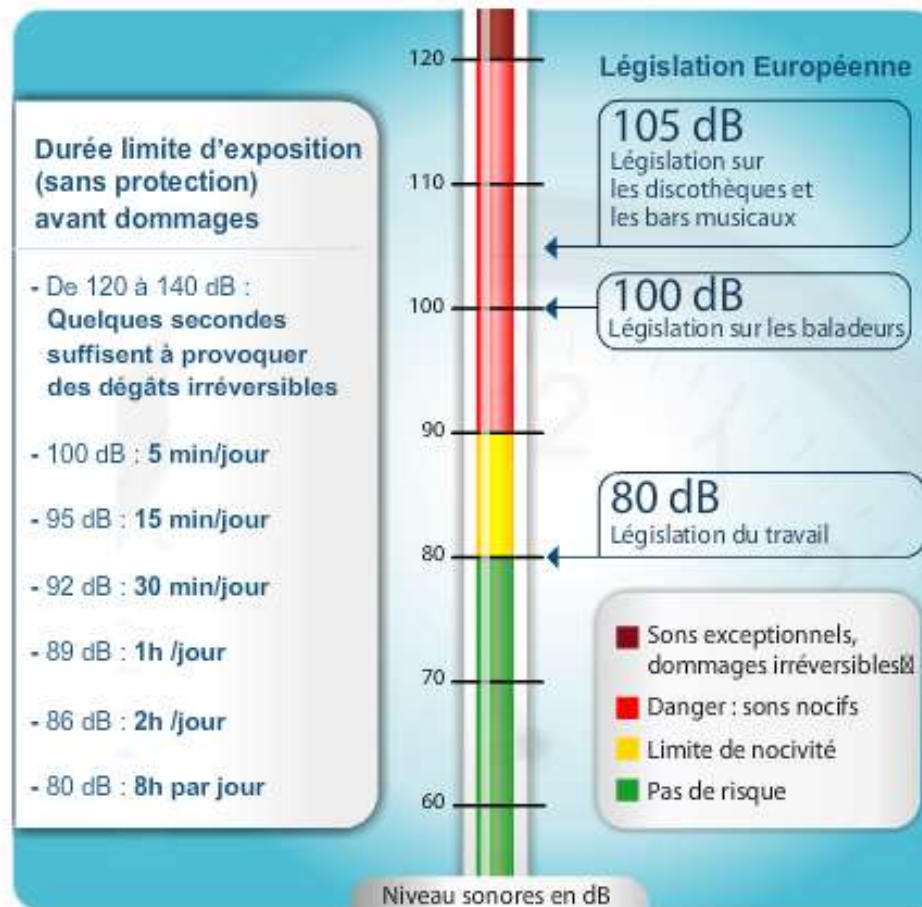


-  Niveau sonore reposant
-  Niveau sonore fatiguant
-  Niveau sonore pénible
-  Niveau sonore douloureux

# Échelle du bruit (en dB)



**Bruyant, mais supportable = fatigue**



Les niveaux sonores dangereux sont repris sur ce second schéma en insistant sur la relation intensité et durée limite d'exposition.

La législation européenne (directive n° 2003/10/CE) est indiquée sur la droite de l'image.

**LA LÉGISLATION ACTUELLE NE PROTÈGE DONC PAS FORCEMENT VOS OREILLES !**

- La limitation à 105 dB dans les discothèques protège certes le voisinage, mais pas vraiment les clients qui ne devraient pas s'exposer plus d'une heure au delà de 100 dB ! D'ailleurs les DJ eux-mêmes se protègent ... pas les danseurs ou les consommateurs !
- La limitation à 100 dB des lecteurs MP3 est une très bonne chose ... mais est-ce suffisant, quand on sait qu'il y a danger à une écoute > 90 dB au delà de 2h !
- La législation sur l'exposition au bruit au travail (limitation à 85 dB), est parfaitement appliquée dans certains environnements (aéroports, usines, ...), mais qu'en est-il de certains ouvriers du bâtiment ou de la voirie et surtout des bricoleurs qui utilisent allègrement perceuses à percussion, cloueuses, meuleuses, tronçonneuses, etc. sans protection !
- De même, les protections d'oreille sont de règle dans les stands de tir, ou à l'armée, mais qu'en est-il des chasseurs



# Chapitre 3

A dramatic landscape featuring a bright sunburst breaking through a dark, stormy sky over a mountain range. The sun is positioned in the center of the valley, casting a powerful glow that illuminates the surrounding peaks and valleys. The sky is filled with dark, heavy clouds, with the sunburst creating a path of light that reaches down to the ground. The mountains are rugged and dark, with some snow or light-colored patches visible on their slopes. The overall atmosphere is one of intense light and shadow, suggesting a moment of triumph or a breakthrough.

C'est fini !!!