

QU'EST-CE QU'UNE ONDE ?

I- EXEMPLES DE PROPAGATION D'ONDES

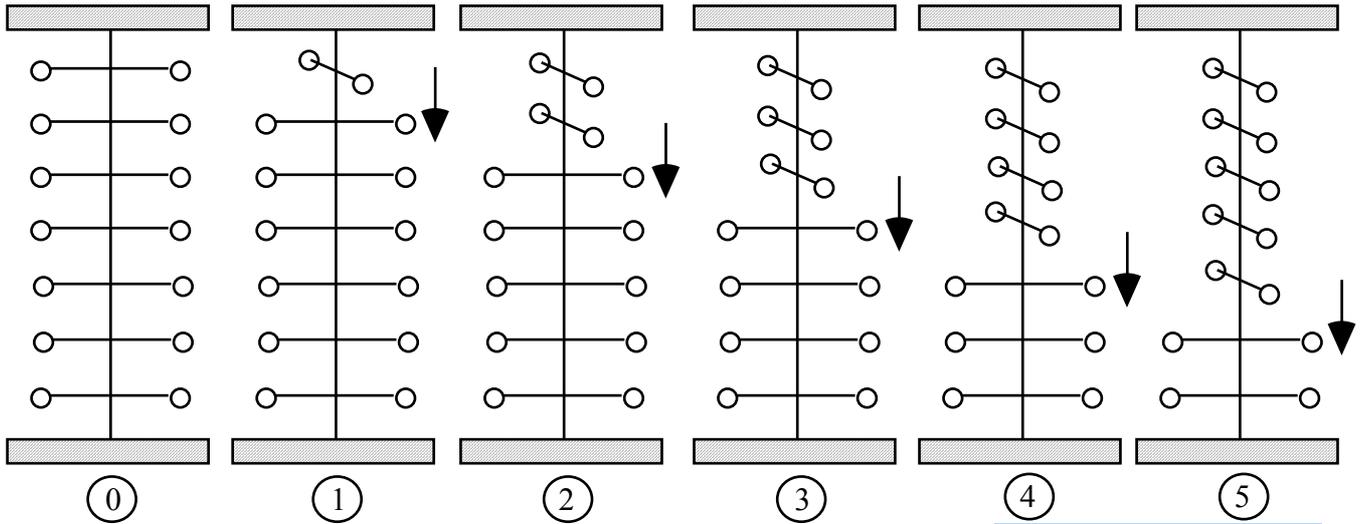


Fig.1 : L'échelle de perroquet

Image animée : [l'échelle de perroquet](#)

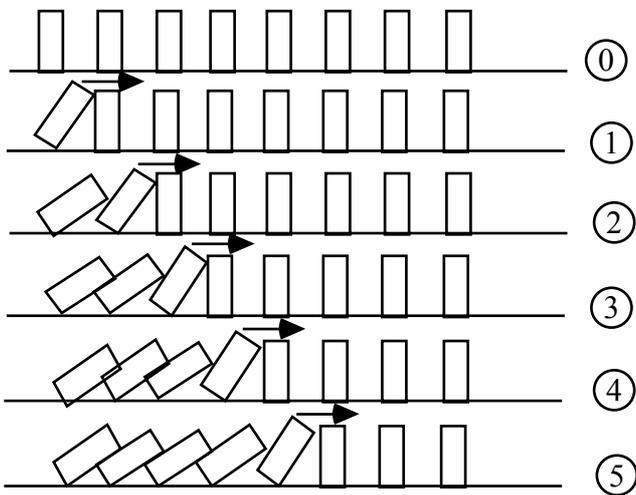


Fig.2 : Les dominos

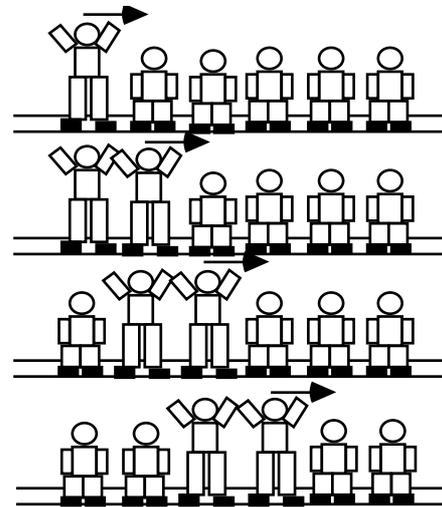


Fig.3 : La holà dans un stade de foot

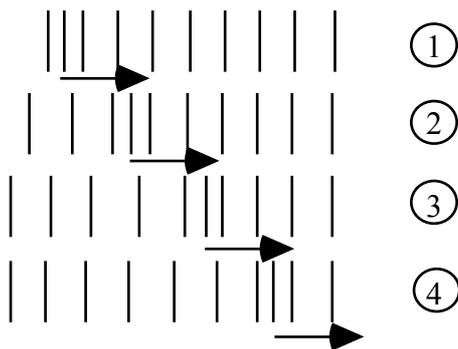
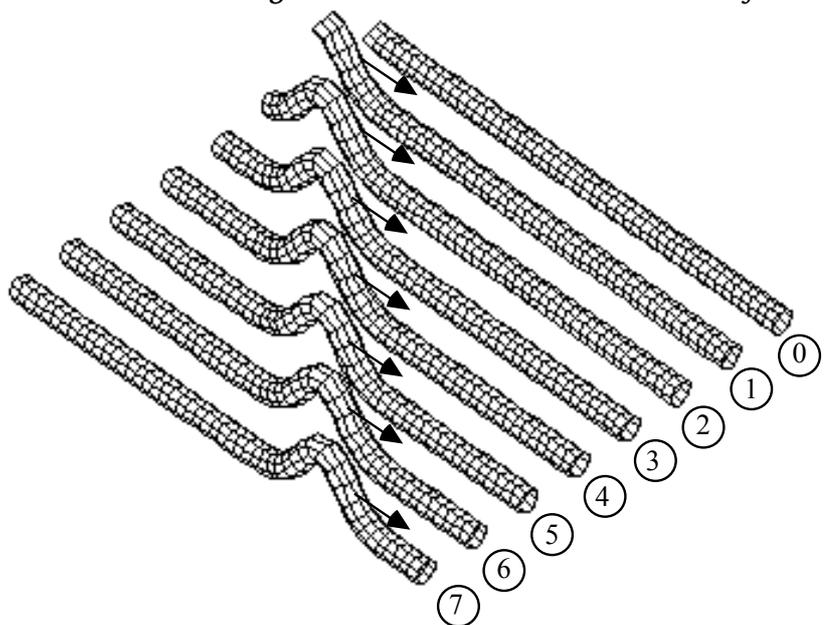


Fig.4 : Perturbation se propageant dans un ressort (ou encore dans l'air).

Fig.5 : Perturbation se propageant le long d'une corde tendue



Images animées : [onde sur une corde 1](#) - [onde sur une corde 2](#) - [dominos](#) - [boulier](#)

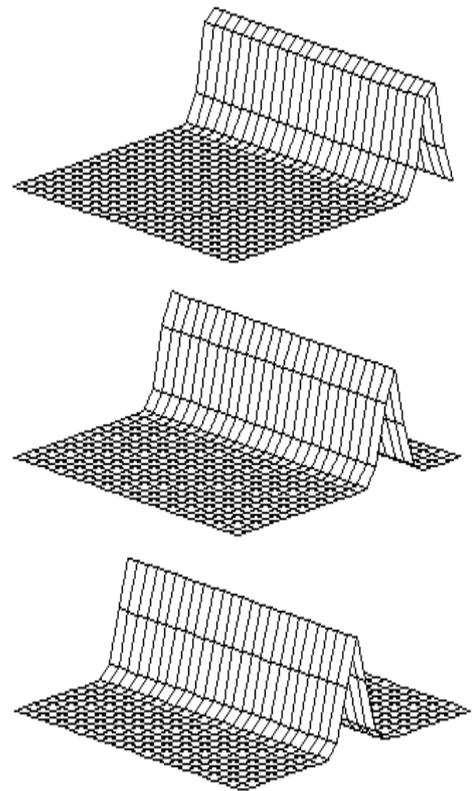
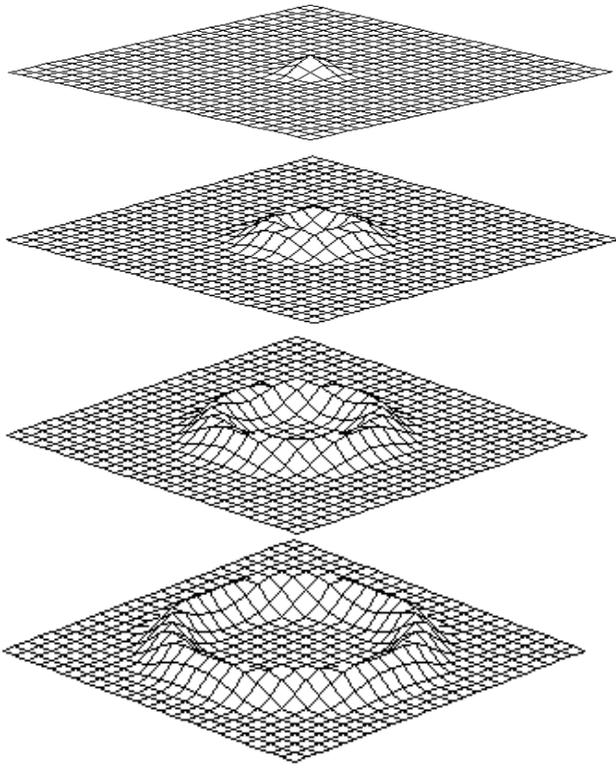


Fig.6 : Vague circulaire sur l'eau
 Image animée : [onde circulaire sur l'eau](#)

Fig.7 : Vague plane sur l'eau
 Image animée : [onde plane sur l'eau](#)

II- LE PHENOMENE DE PROPAGATION ET LA NATURE DES ONDES

On appelle propagation d'une perturbation (ou d'une onde) sa transmission de proche en proche, à une certaine vitesse (célérité de l'onde), sans transport de matière (l'onde transporte de l'énergie mais ne transporte pas de matière).

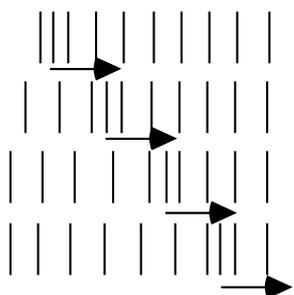
- Onde **transversale** : lorsque la direction de propagation de l'onde est orthogonale à la direction du déplacement des éléments du milieu de propagation.
- Onde **longitudinale** : lorsque la direction de propagation de l'onde est parallèle à la direction du déplacement des éléments du milieu de propagation.

Exemples :

- fig. 1 (échelle de perroquet) : onde longitudinale (de torsion)
- fig. 2 (dominos) : onde longitudinale (de choc)
- fig. 3 (holà) : onde transversale (d'imitation de son voisin)
- fig. 4 (ressort ou air) : onde longitudinale (de torsion ou de pression)
- fig. 5 (corde) : onde transversale (de tension de la corde)
- fig. 6 (vague circulaire sur l'eau) : onde transversale (de tension superficielle)
- fig. 7 (vague plane sur l'eau) : onde transversale (de tension superficielle)

III- PROPAGATION DU SON DANS L'AIR

3.1. Le déplacement longitudinal des couches d'air



- ① Il s'agit du même type d'onde que pour le ressort, sauf que les traits représentent des couches d'air et pas des spires.
- ② La première couche pousse la seconde qui pousse la deuxième, qui pousse la troisième et ainsi de suite, puis chacune de ces couches reviennent à leur position de départ. Au passage du son, les couches d'air subissent des petits déplacements autour d'une position moyenne, dans la direction de propagation.
- ③
- ④ C'est donc une onde **longitudinale**.

3.2. La variation de pression locale

Lorsque les couches d'air sont serrées, cela correspond à une légère augmentation de pression. Lorsqu'elles sont desserrées, cela correspond au contraire à une légère diminution de pression. Une zone de surpression est suivie d'une zone de dépression. L'onde sonore correspond à une onde longitudinale de variation de pression. Les zones de surpression et de dépression avancent en même temps à la même vitesse.

3.3. Le transfert d'énergie

L'onde **transporte de l'énergie**. L'énergie permet de faire vibrer le tympan et de provoquer la sensation auditive. Par contre, l'onde **ne transporte pas de matière**. En effet, les couches d'air, si elles se déplaçaient toujours dans le même sens, provoqueraient une rupture du tympan (comme si on soufflait dans un ballon jusqu'à ce qu'il éclate). Ces dernières ne font que vibrer autour de leur position d'équilibre puis reviennent à leur position initiale (ceci dit, si le son est trop fort, ce n'est pas sans risque de douleur et de lésion, mais plutôt pour les cils de la cochlée qui permettent de transformer la vibration mécanique en vibration électrique).

3.4. Conclusions

Au passage du son, les déplacements longitudinaux des couches de gaz ou de liquide sont accompagnés de variations de pression. Ces deux phénomènes sont associés dans la propagation. La propagation d'une onde sonore assure un transfert d'énergie de l'émetteur au récepteur.

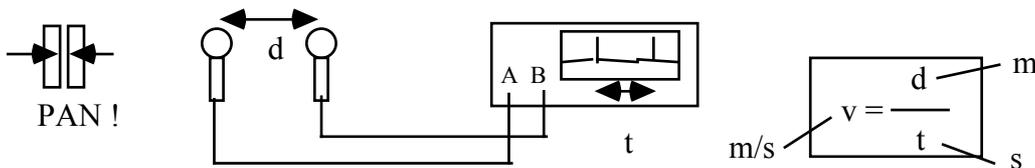
IV- VITESSE DU SON (OU CELERITE DE L'ONDE SONORE)

4.1. Historique

De nombreux faits courants, tels que la durée séparant un éclair du coup de tonnerre, ou les phénomènes d'écho, on fait comprendre très tôt qu'un son ne nous parvient pas instantanément. Les premières tentatives de mesure de la vitesse du son dans l'air datent du début du XVIII^{ème} siècle.

La première mesure précise a été effectuée par Arago, Prony et Gay-Lussac en 1822. Ils mesurèrent, entre Villejuif et Montlhéry, la durée séparant l'observation de l'éclair produit par un coup de canon, et la réception du son correspondant. Ils déterminèrent, à 10°C, une vitesse du son égale à 337,2 m/s.

4.2. Expérience



4.3. Résultats

- À 20°C ; $v = 340 \text{ m/s} = 1224 \text{ km/h} = \text{Mach } 1$ (dans l'air)
- À 0°C ; $v = 330 \text{ m/s} = 1188 \text{ km/h} = \text{Mach } 1$ (v diminue, mais pas sa valeur en Mach)
- dans l'eau ; $v = 1500 \text{ m/s} = 5400 \text{ km/h}$
- dans l'acier ; $v = 5000 \text{ m/s} = 18\,000 \text{ km/h}$.

Le son va plus vite dans un milieu condensé (liquide ou solide) que dans un milieu dilué (gaz).

*Remarque : en faisant le vide, la vitesse du son tend vers zéro car le son ne peut se propager sans air. En général, toute onde a besoin d'un milieu de propagation pour se propager (air pour le son, eau pour la vague...). Il existe cependant une exception notable : **la lumière** : c'est la **seule onde** qui puisse **se propager dans le vide** et ce fut difficile à concevoir pour les physiciens, jusqu'au début du XX^{ème} siècle.*