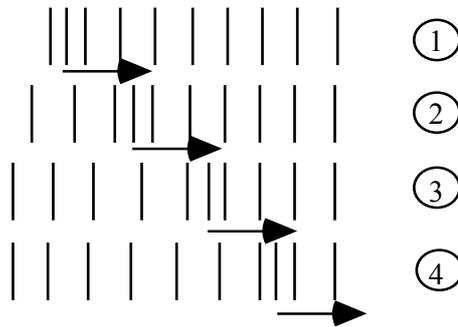


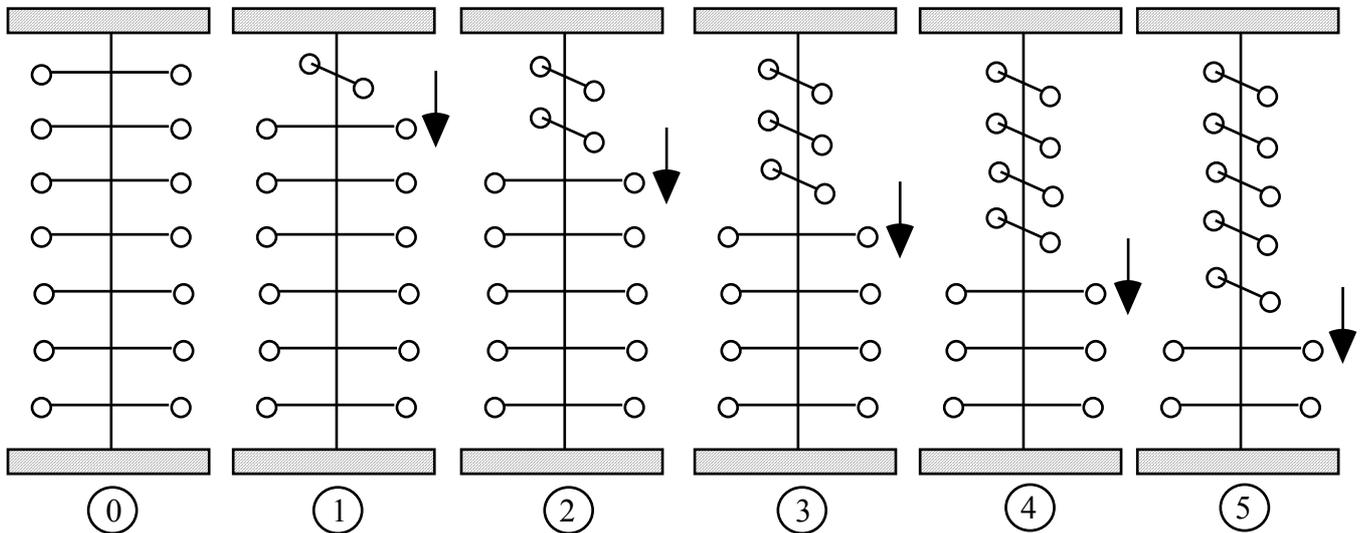
LE PHÉNOMÈNE DE PROPAGATION

I - PROPAGATION D'ONDES MÉCANIQUES

1.1. Perturbation parcourant un ressort

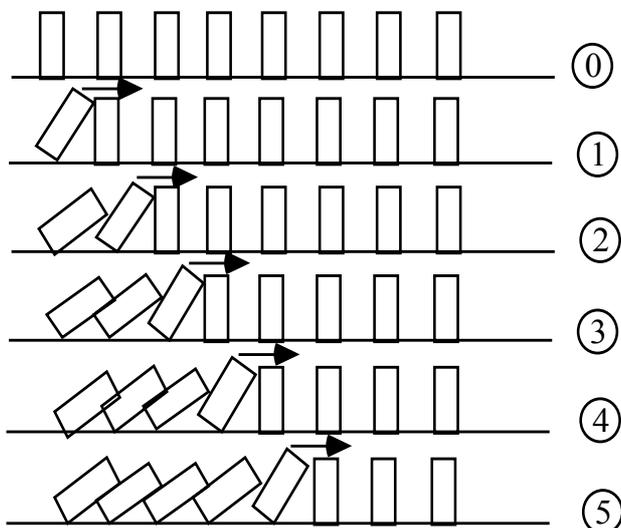


1.2. Perturbation le long d'une échelle de perroquet

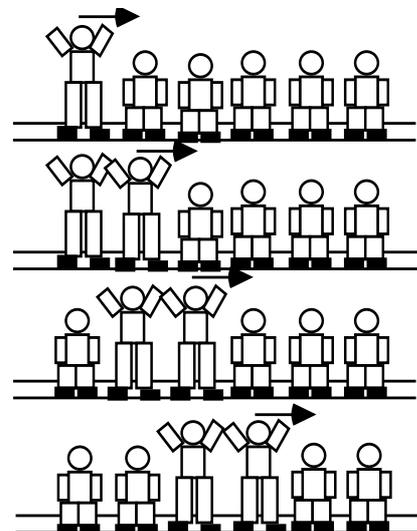


1

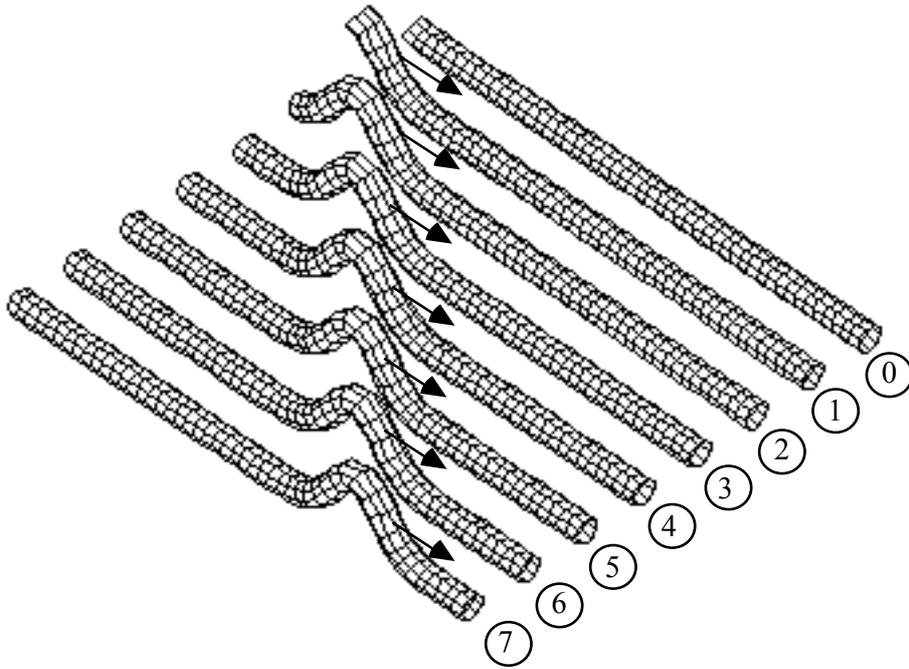
1.3. Les dominos



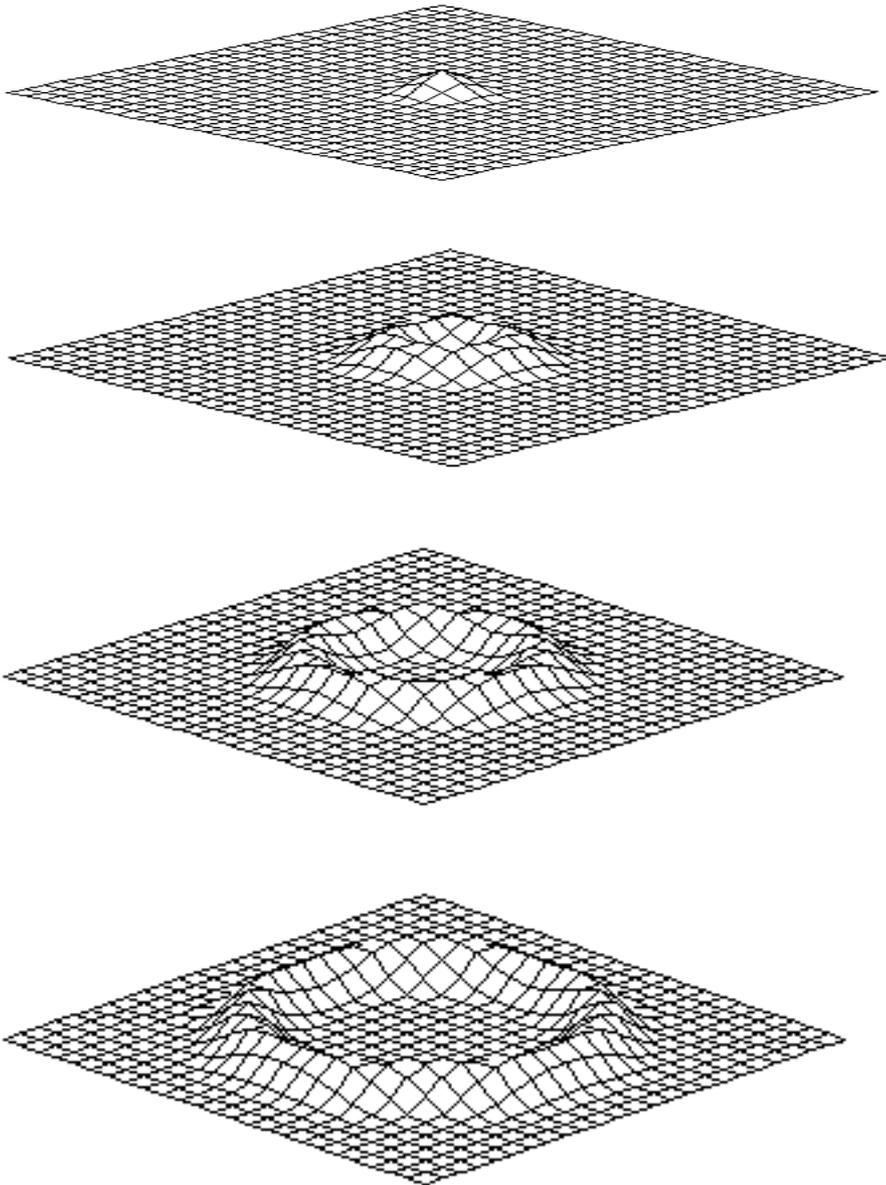
1.4. La holà des stades de foot

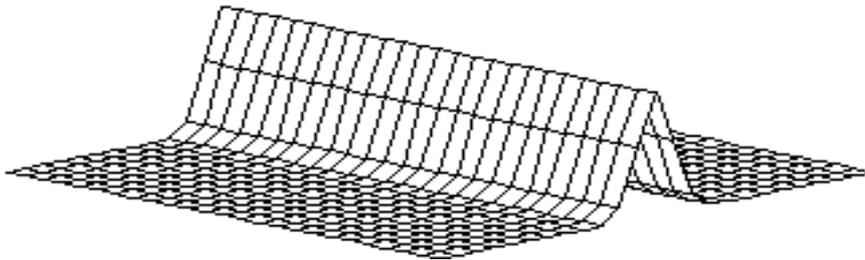
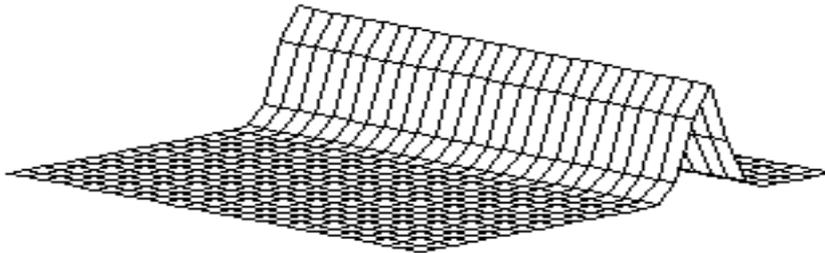
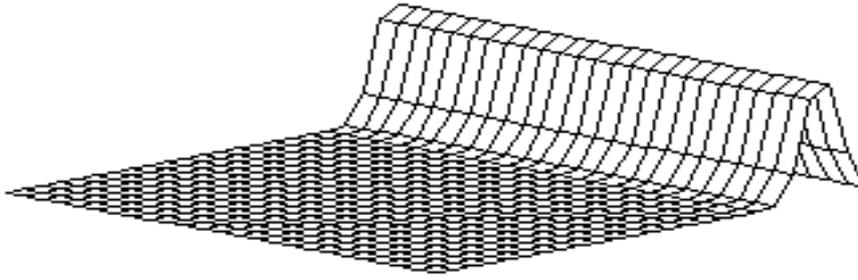


1.5. Perturbation se déplaçant le long d'une corde tendue



1.6. Onde à la surface de l'eau





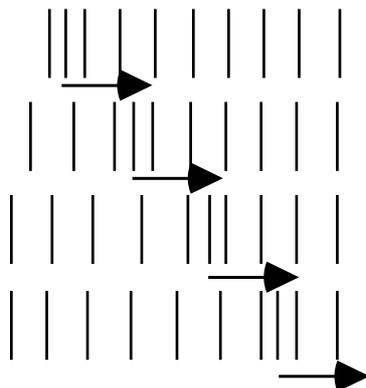
1.7. La propagation

On appelle propagation d'une perturbation ou d'une onde sa transmission de proche en proche, à une certaine vitesse et sans transport 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.

II - PROPAGATION DU SON

2.1. Le déplacement longitudinal des couches d'air



①

Nous retrouvons le même type d'onde que dans le cas du ressort, sauf que les traits représentent les couches d'air et non pas les spires.

②

La première "couche" pousse la seconde, qui pousse la troisième, etc...

③

Les vibrations sonores se transmettent de proche en proche. Au passage du son, les couches d'air subissent des petits déplacements autour d'une position moyenne, dans la direction de la propagation. C'est une onde transversale.

④

2.2. 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 au contraire. 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.

2.3. 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.

2.4. 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 ou ultrasonore assure un transfert d'énergie de l'émetteur au récepteur.

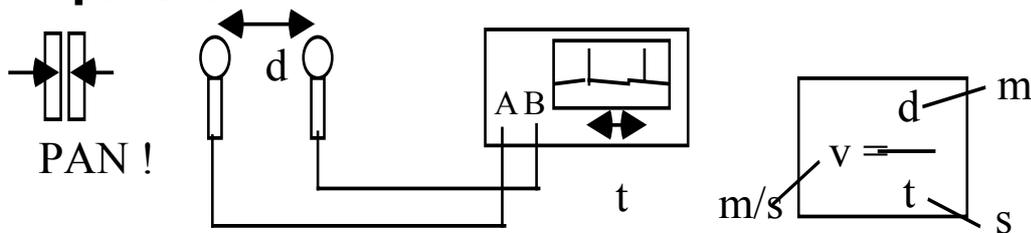
III - VITESSE DU SON DANS L'AIR

3.1. 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.

3.2. Expérience



3.3. Résultats

- À 20°C ; $v = 340 \text{ m/s} = 1224 \text{ km/h} = \text{Mach } 1$ (dans l'air)
- À 0°C ; $v = 330 \text{ m/s} = 1188 \text{ km/h} = \text{Mach } 1$ (la vitesse du son diminue, mais pas sa valeur en Mach)
- dans l'eau ; $v = 1500 \text{ m/s} = 5400 \text{ km/h}$
- dans l'acier ; $v = 5000 \text{ m/s} = 18\,000 \text{ km/h}$. Dans un milieu condensé, le son va plus vite.

Pour un gaz on a la formule suivante :

$$v = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}} \text{ avec } \gamma = \frac{C_p}{C_v}$$

$$\gamma = 1,4$$

C_p : Capacité thermique massique molaire à pression constante (J/mol/K)

C_v : Capacité thermique massique molaire à volume constant (J/mol/K)

$R = 8,314$: Constante des gaz parfaits

T : température en kelvin (K)

M : masse molaire en kg/mol