



5/18/2025

Acoustique et Sciences Physiques

LES ONDES ACOUSTIQUES

Sarah FASSEUR – Ingénieure du son

SOMMAIRE DE LA SÉANCE

- I. Onde progressive
 - a. Onde Plane
 - b. Onde cylindrique
 - c. Onde Sphérique
- II. Onde stationnaire

ONDE PROGRESSIVE

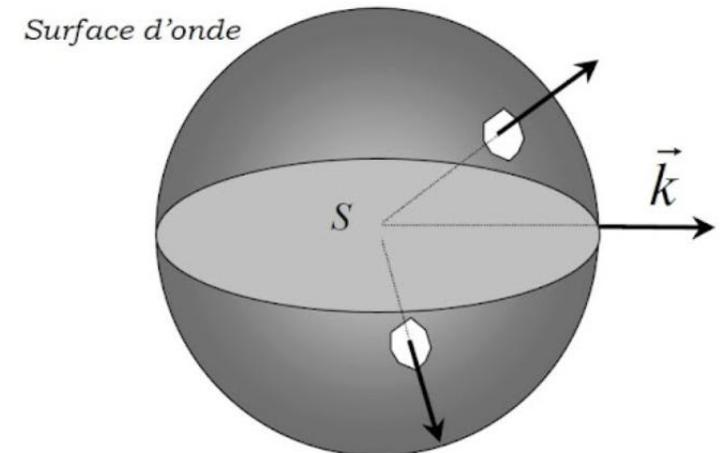
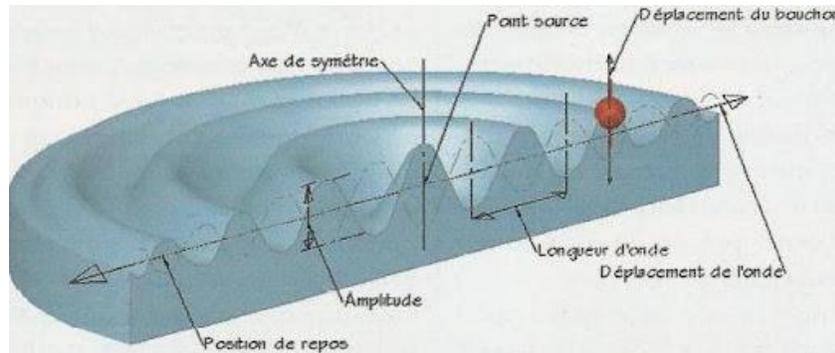
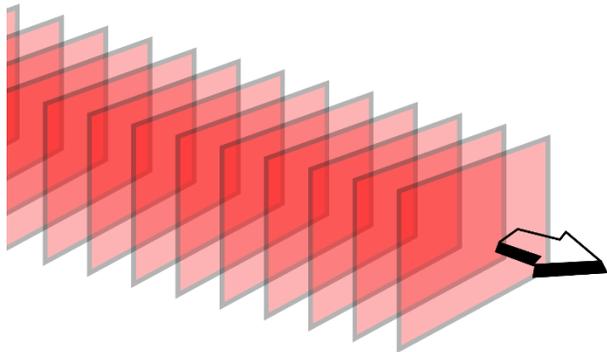
I. ONDE PROGRESSIVE : NOTION DE FRONT D'ONDE

Un **front d'onde** est une surface délimitant les points de l'espace qui ont le même temps de parcours depuis la source. Il contient donc l'ensemble des points vibrant en phase.

La forme du front d'onde dépend du type et de la forme de la source de l'onde ainsi que des propriétés du milieu de propagation.

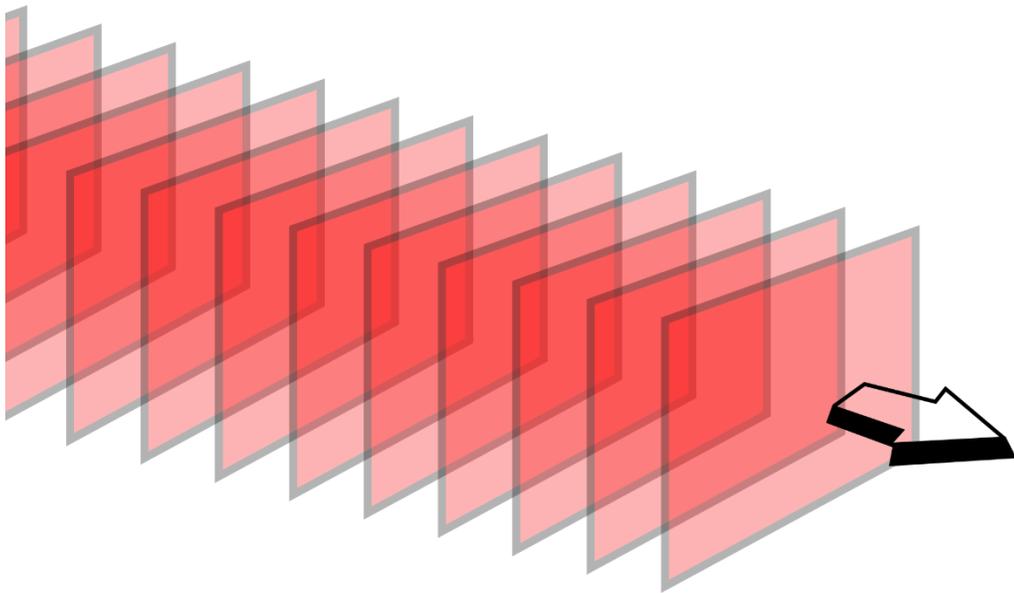
Il existe 3 grands types de front d'onde :

- L'onde plane
- L'onde cylindrique
- L'onde sphérique



I. ONDE PROGRESSIVE : ONDE PLANE

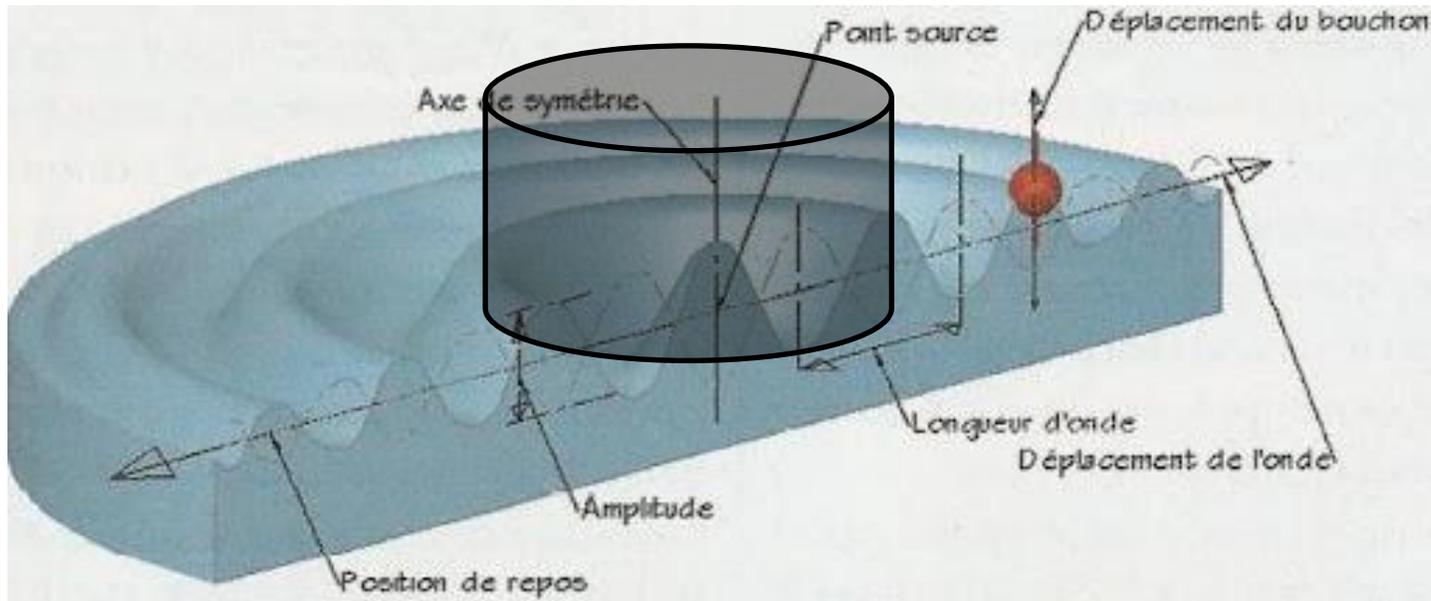
- Pour l'onde plane, **la propagation se fait dans une seule direction.**
- Les fronts d'ondes sont des plans et les rayons sont parallèles entre eux.
- Exemple : Onde plane se propageant sur une corde.
- En **champ lointain** (à grande distance de la source), dans une direction donnée et localement, on peut assimiler une onde cylindrique ou sphérique à une onde plane. Les rayons provenant de la source sont alors pratiquement parallèles entre eux.



Rayon (qui représente le trajet suivi par l'énergie de l'onde)

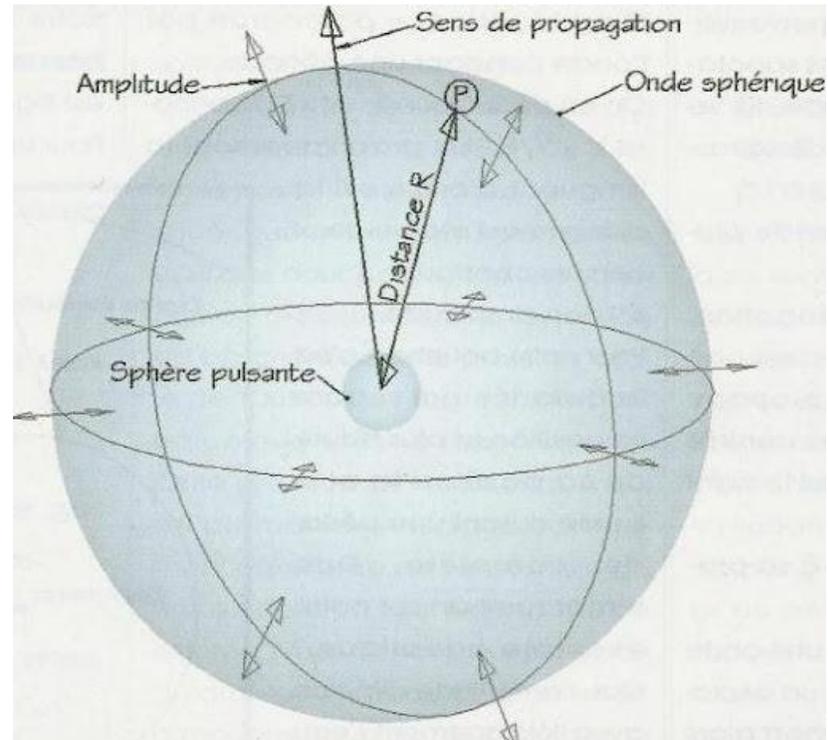
I. ONDE PROGRESSIVE : ONDE CYLINDRIQUE

- La propagation se fait dans un plan à partir du point de perturbation.
- Les fronts d'ondes sont cylindriques.
- Atténuation de 3 dB par doublement de distance.



I. ONDE PROGRESSIVE : ONDE SPHÉRIQUE

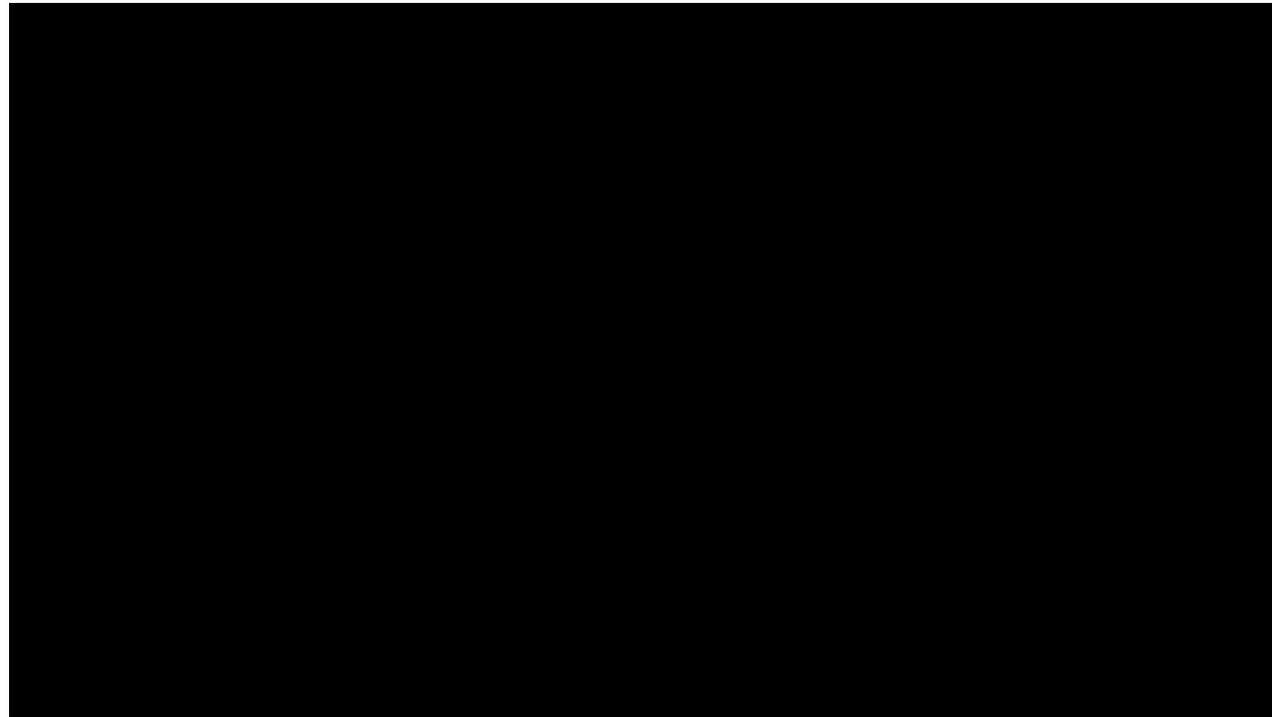
- La propagation se fait dans tout l'espace à partir du point de perturbation.
- Les fronts d'ondes sont des sphères.
- Les rayons divergent dans tout l'espace depuis la source.
- Exemple : source ponctuelle



ONDE STATIONNAIRE

II. ONDE STATIONNAIRE

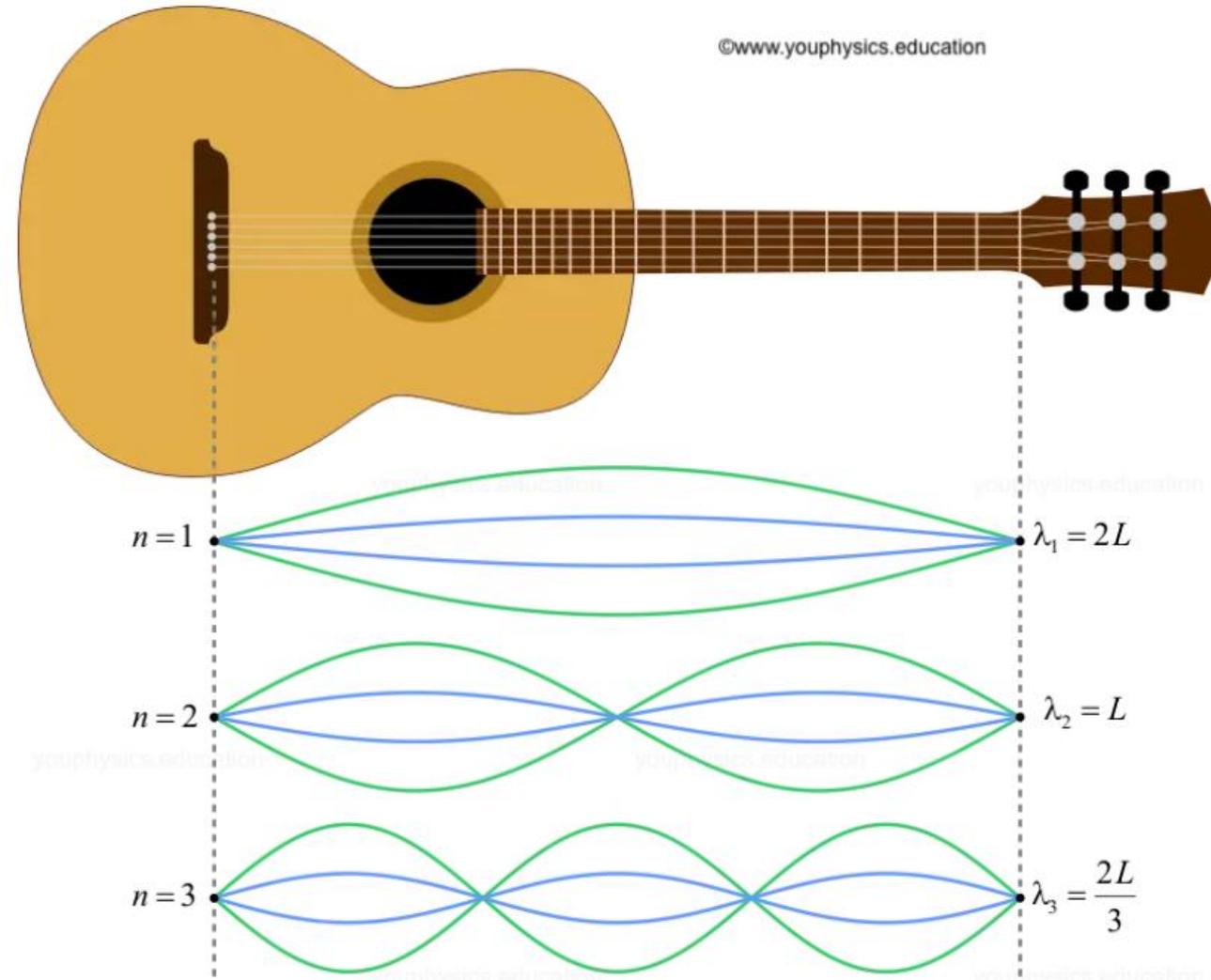
- Deux ondes se propageant dans des directions opposées peuvent se superposer pour former une perturbation que l'on appelle **onde stationnaire**.
- L'**onde** résultante (de la superposition) est parfaitement **immobile**.



https://www.youtube.com/watch?v=P3oS1tsEorw&ab_channel=AndyMacDoor

II. ONDE STATIONNAIRE : DANS UNE CORDE

- Chaque extrémité de la corde est fixe (point fixe, immobile appelé « nœud »)
- La perturbation se propage le long de la corde. Onde incidente.
- La perturbation est réfléchiée à l'extrémité (à un instant $t+1$). Onde réfléchiée.
- L'onde incidente et l'onde réfléchiée vont se superposer et former une onde stationnaire.



II. ONDE STATIONNAIRE : DANS UNE CORDE

- La fréquence (hauteur de la note jouée) correspond à :

$$f = \frac{n}{2L} \sqrt{\frac{T}{\mu}}$$

Avec :

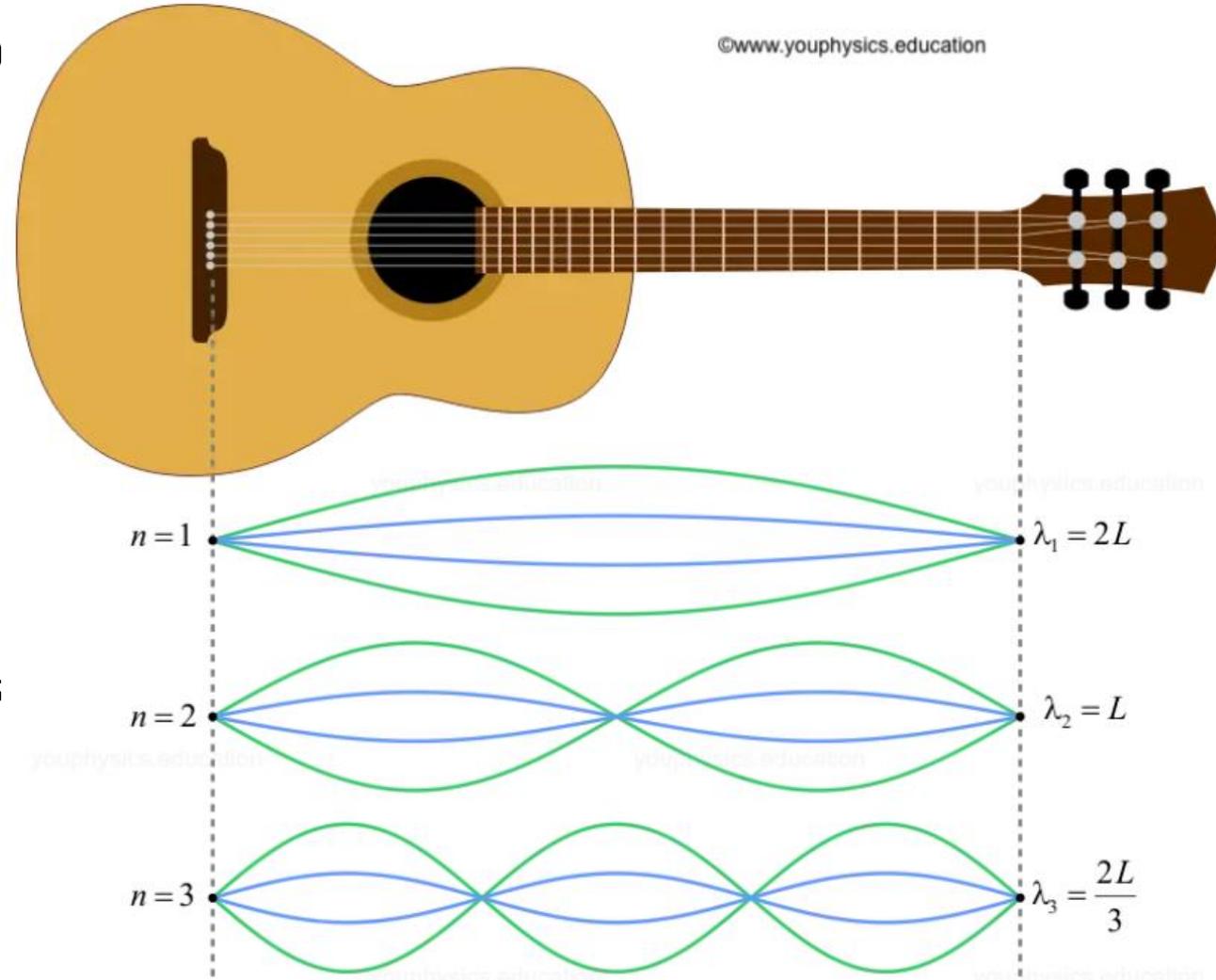
n = mode propre

T = tension linéique de la corde (N ou kg.m.s^{-2})

μ = masse linéique de la corde (kg.m^{-1})

- La fréquence du mode 1 (fréquence la plus basse) correspond à :

$$f = \frac{1}{2L} \sqrt{\frac{T}{\mu}}$$



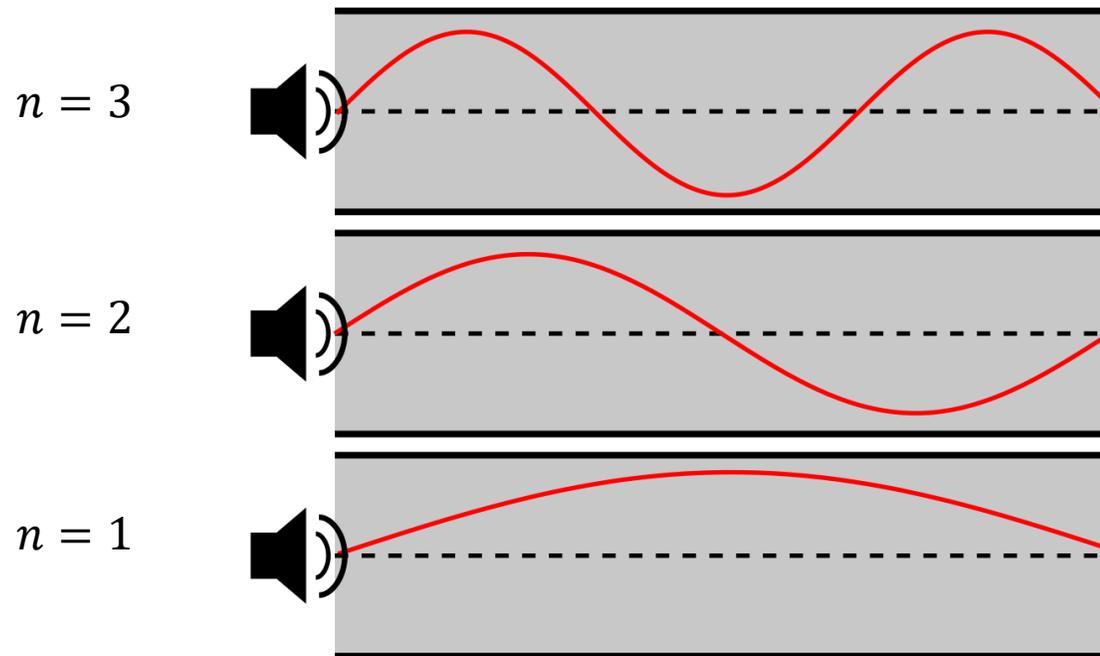


https://www.youtube.com/watch?v=0bEwr0v4k_c&t=75s&ab_channel=MichelOlivier

II. ONDE STATIONNAIRE : DANS UN TUBE OUVERT - OUVERT

- La fréquence de résonance du tube ouvert à ces 2 extrémités (ou fermé à ces 2 extrémités) :

$$f = n \frac{c}{2L}$$



3^e mode = 3^ème harmonique

$$L = \frac{3\lambda}{2}$$

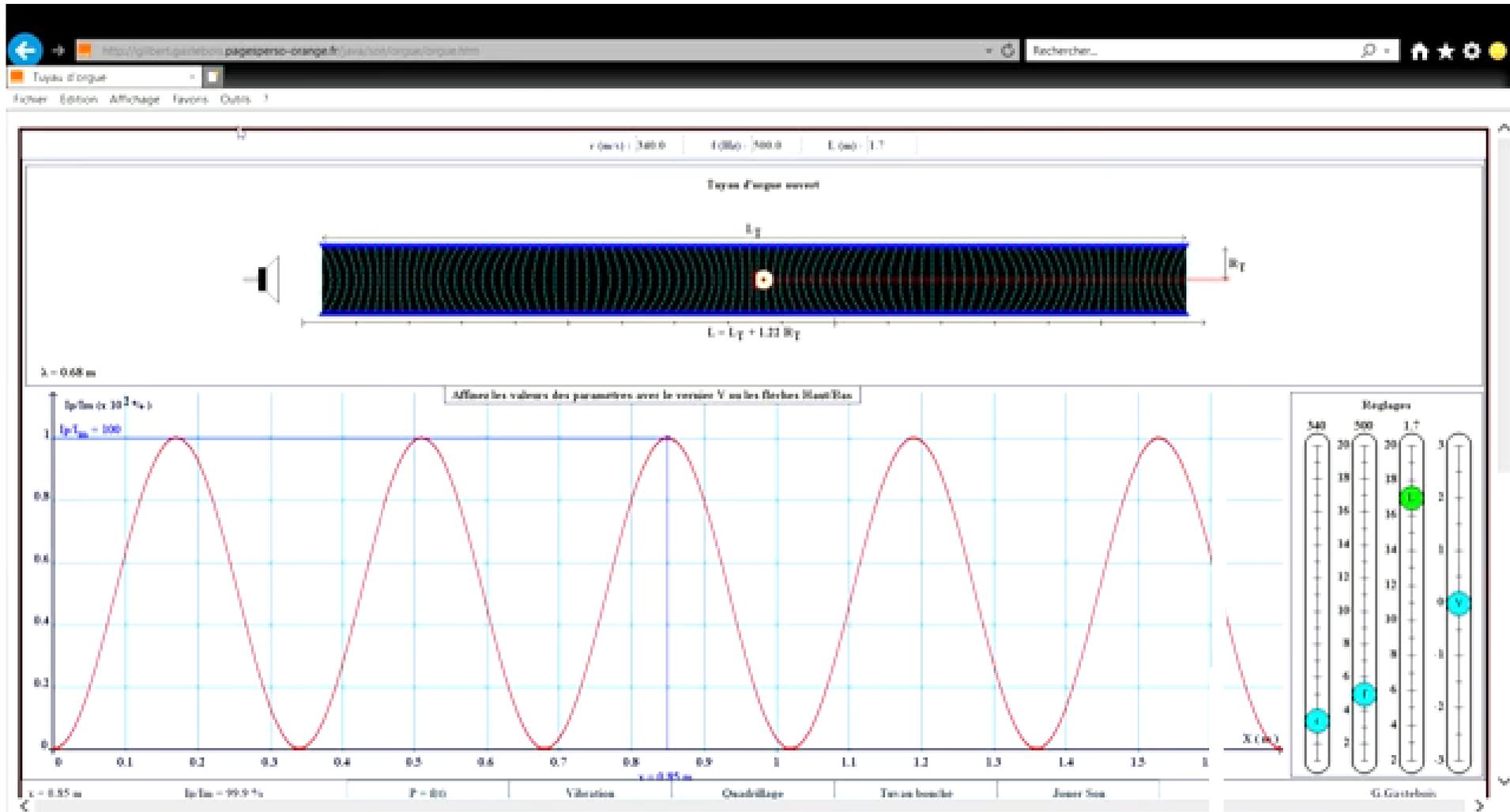
2^e mode = 2^ème harmonique

$$L = \lambda$$

1^{er} mode = 1^ère harmonique

$$L = \frac{\lambda}{2}$$

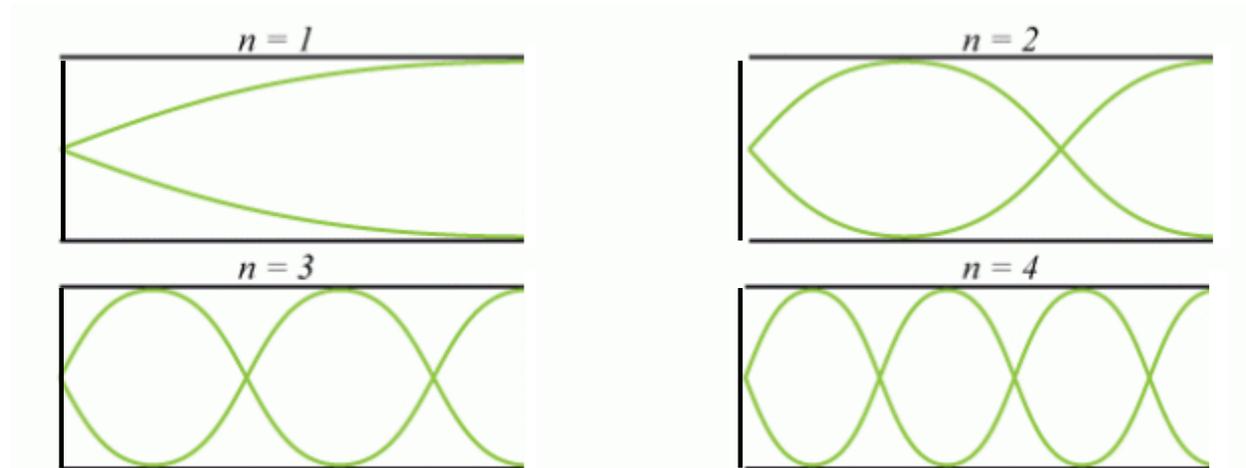
III. ONDE STATIONNAIRE : DANS UN TUBE OUVERT OUVERT



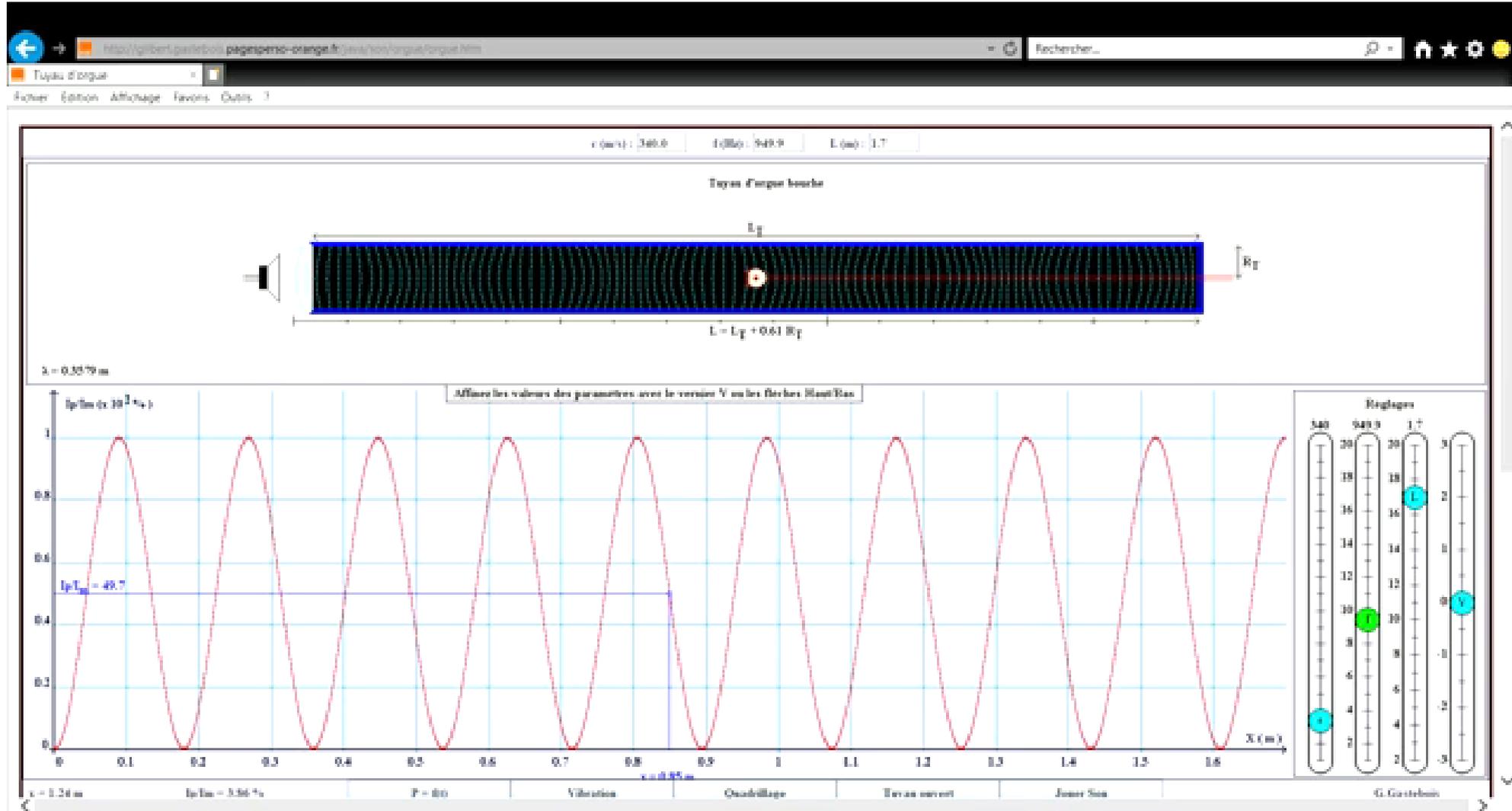
II. ONDE STATIONNAIRE : DANS UN TUBE OUVERT FERMÉ

- Du côté fermé : la pression est maximale et la vitesse des particules d'air est nulle.
- Du côté ouvert : les molécules d'air sont libres d'osciller.
- La fréquence de résonance du tube ouvert fermé :

$$f = (2n - 1) \frac{c}{4L}$$



II. ONDE STATIONNAIRE : DANS UN TUBE OUVERT FERMÉ



Bibliographie

- Son & Enregistrement, Francis Rumsey & Tim McCormick
- Physique pour l'audiovisuel, 2^e édition, Stéphane Gautier & Arnaud Margollé, deboeck Supérieur.
- https://www.youtube.com/watch?v=0bEwrov4k_c&ab_channel=MichelOlivier
- https://www.youtube.com/watch?v=P3oS1tsEorw&ab_channel=AndyMacDoor