

# Cordes pincées

## Constructions géométriques

### Procédures Python "Ondes\_nn.py"

---

## 1 - Introduction

Ouvrir dans Edupython "ondes\_01.py". Faire exécuter la procédure (flèche verte dans Edupython).

On voit une corde pincée aux 4/5èmes de sa longueur, dont les extrémités sont fixes, prolongée à gauche et à droite.

Cliquer sur "Animation". Ceci revient à relâcher le point de pincement.

On voit des ondes progressives vertes issues de la forme initiale de la corde se déplacer vers la droite et vers la gauche.

On voit également deux motifs bleus inversés qui correspondent aux ondes réfléchies lorsque les ondes vertes rencontrent les points de fixation de la corde.

On voit également deux motifs rouges qui correspondent à la réflexion des motifs bleus.

La courbe noire est la somme algébrique des ondes vertes, bleues et rouges, et correspond à la géométrie de la corde au cours de son oscillation, entre les deux points fixes d'ancrage.

Bouton "Stop" pour arrêter l'animation. "Incrément" et "Décrément" permettent d'avancer pas par pas.

## 2 - Ondes progressives émises (vertes)

Cliquer sur "Réinitialiser".

Décocher la visualisation des ondes "Onde --> Ref ", "Onde <-- Ref ", "Onde <-- Ref 2", "Onde --> Ref 2" .

On ne garde que la visualisation des 2 ondes " Onde <-- " et "Onde --> " .

Dans "Calcul onde totale", décocher "Onde --> Ref ", "Onde <-- Ref ", "Onde <-- Ref 2", "Onde --> Ref 2" .

On ne garde dans "Calcul onde totale" que les 2 ondes " Onde <-- " et "Onde --> " .

Cliquer 1 fois sur "Incrément". On voit en noir la géométrie initiale de la corde pincée et les 2 formes d'onde superposées, vertes, dont la somme est la courbe noire. L'amplitude verticale de chaque onde verte est la moitié de l'amplitude de la forme noire.

Cliquer plusieurs fois sur "Incrément". Une des deux ondes vertes se déplace vers la gauche, l'autre vers la droite.

On admet ici que c'est l'évolution normale de la corde d'émettre 2 ondes en sens inverses : voir le paragraphe 8 pour la justification avec mécalab\_08.py.

La courbe noire reste la somme des 2 ondes vertes qui se propagent comme sur une corde infinie des 2 côtés.

### 3 - Réflexion sur une extrémité fixe

Cliquer sur "Réinitialiser".

Cocher dans "Visualisation" et dans "Calcul onde totale" : " Onde <-- " et "Onde --> Ref " et décocher les autres cases des rubriques "Visualisation" et "Calcul onde totale".

On voit comment l'onde verte qui va vers la gauche s'additionne à l'onde bleue réfléchie, de signe opposé et qui se propage vers la droite. La corde (visualisée en noir) est bien immobile au point d'ancrage. Il est important de noter les signes opposés des amplitudes de ces 2 ondes.

### 4 - Ondes progressives réfléchies (bleues)

Cliquer sur "Réinitialiser".

Décocher la visualisation des ondes "Onde <-- Ref 2", "Onde --> Ref 2" .

On ne garde que la visualisation des 4 ondes " Onde <-- " et "Onde --> ", "Onde --> Ref ", "Onde <-- Ref ".

Dans "Calcul onde totale", décocher "Onde <-- Ref 2", "Onde --> Ref 2" .

On ne garde dans "Calcul onde totale" que les 4 ondes " Onde <-- " et "Onde --> ", "Onde --> Ref ", "Onde <-- Ref ".

Cliquer 1 fois sur "Incrément". On voit en noir la géométrie initiale de la corde pincée et les 2 formes d'onde superposées, vertes.

On voit également à gauche et à droite les deux ondes bleues représentant l'onde réfléchie, pour le moment à l'extérieur des points d'ancrage de la corde. Le signe de l'amplitude des courbes bleues est l'opposé de celui des courbes vertes (on admet ce résultat pour la réflexion sur une extrémité fixe : voir le paragraphe 8 pour la justification avec mécalab\_08.py)

La courbe noire est la somme des 4 ondes vertes et bleues.

Cliquer plusieurs fois sur "Incrément". Une des deux ondes vertes se déplace vers la gauche, l'autre vers la droite. Les 2 ondes réfléchies bleues se déplacent en sens inverse.

Tant que les ondes bleues n'atteignent pas l'autre point d'ancrage de la corde, la courbe noire donne la géométrie correcte de la corde. Ensuite, il faut prendre en compte la seconde réflexion.

## 5 - Ondes progressives : seconde réflexion (rouges)

Cliquer sur "Réinitialiser".

Cliquer 1 fois sur "Incrément". On voit en noir la géométrie initiale de la corde pincée et les 2 formes d'onde superposées vertes, ainsi que les formes d'onde réfléchies.

Cliquer sur "Incrément" jusqu'au moment où les formes d'onde bleues atteignent le point fixe. elles se réfléchissent sous la forme des ondes rouges, de signe opposé des bleues.

Le cycle peut se répéter indéfiniment.

On peut vérifier à tout instant que la géométrie de la corde oscillante noire correspond à la somme algébrique des amplitudes des 6 ondes vertes, bleues et rouges.

## 6 - Fichier "son"

Cliquer sur "Fichier son" pour obtenir le fichier "son2.wav", 16 bits 44,1 kHz, qui peut être visualisé dans Audacity ou écouté directement, à partir de l'oscillation de la corde.

## 7 - Autres formes d'onde

"Quitter" puis lancer "ondes\_02.py" ou "ondes\_03.py".

La géométrie initiale est alors une demi-sinusoïde ou un pincement étroit (20 % de la longueur de la corde). On introduit la géométrie initiale de la corde ligne 380 de la procédure python.

On peut faire avec ces deux formes d'onde les mêmes observations qu'avec "ondes\_01.py".

## 8 - Calcul à partir de la 2ème loi de Newton : Mécalab

"Quitter" puis lancer "mecalab\_08son06.py" dans Edupython.

Ne pas cliquer sur "Trajectoire" pour ne pas saturer la mémoire.

Cliquer sur "Démarrer". Le calcul est très long : de l'ordre de 40 minutes.

Le mouvement de 80 masses reliées par un fil élastique est calculé avec un pas de temps de 0,0001 s, pour une période de l'oscillation de l'ordre de 25 secondes.

Ceci permet de vérifier que les hypothèses concernant la propagation et la réflexion dans les paragraphes précédents sont correctes.

Les 4 procédures "mecalab\_08\_appli\_014\_b.py", "mecalab\_08\_appli\_015\_b.py", "mecalab\_08\_appli\_016\_b.py" et "mecalab\_08\_appli\_017\_b.py" illustrent ces effets de propagation et de réflexion à partir de la 2ème loi de Newton, avec un pas de temps de 0,001 s. La précision du calcul reste suffisante pour une visualisation qualitative et le calcul est évidemment 10 fois plus rapide qu'avec un pas de temps 10 fois plus petit.