

LPXX – SYSTÈMES COUPLÉS

17 juin 2021

Nicolas Barros & Abel Feuvrier

Oui
MR C

Baby won't you dance with me ?

The Rolling Stones, Doom and Gloom

Niveau : L2

Commentaires du jury

Bibliographie

- ♣ *Le cours de M. Rigaut*, Un des meilleurs profs de → Plan, idées
physique du game
- ♣ *H Prépa Ondes*, Brébec → Contenu aussi
- ♣ *La leçon d'Étienne*, Étienne → Très bien
- ♣ *Poly de TP divers*, Jérémy Ferrand → Éléments sur N oscillateurs couplés
- ♣ *Jolidon bleu*, Jolidon → N oscillos couplés
- ♣ *Petite simu*, Université du Mans → Utilisé par e-learning physique himself, les grands esprits se rencontrent. Voir "couplage par un ressort" et "chaîne d'oscillateurs" dans la catégorie "couplage"

Prérequis

- Système masse-ressort, oscillateur harmonique
- Équation de propagation

Expériences

- ☞ Mumuse avec masse ressort ? Voir même la chaîne de 4 masses ressort

Table des matières

1	Systèmes masse-ressort couplés	2
1.1	Présentation	2
1.2	Mise en équation	2
1.3	Aspect énergétique	2
1.4	Oscillations forcées	2
2	Système à $N \gg 1$ degrés de liberté	2
2.1	Présentation	2
2.2	Mise en équation	3
2.3	Approximation des milieux continus	3
2.4	Résolution	3
3	Milieu continu	3
3.1	Présentation	3
3.2	Équations de couplage	3
3.3	Équation de propagation	3
3.4	Comparaison micro/macrosopique	3

Introduction

Deux systèmes sont dits couplés si l'évolution de l'un n'est pas indépendante de l'évolution de l'autre. Par exemple un système masse-ressort amorti est couplé avec l'air ambiant (frottements fluides), c'est ce qui fait qu'il se stabilise. En fait, un système est couplé dès qu'il n'est pas isolé, ce qui est le cas de la plupart des systèmes physique qui nous intéressent.

Dans cette leçon, on va voir quelques conséquences du couplage entre deux oscillateurs, puis généraliser à un très grand nombre d'oscillateur et voir ce qui apparaît.

1 Systèmes masse-ressort couplés

1.1 Présentation

Dispositif, notations

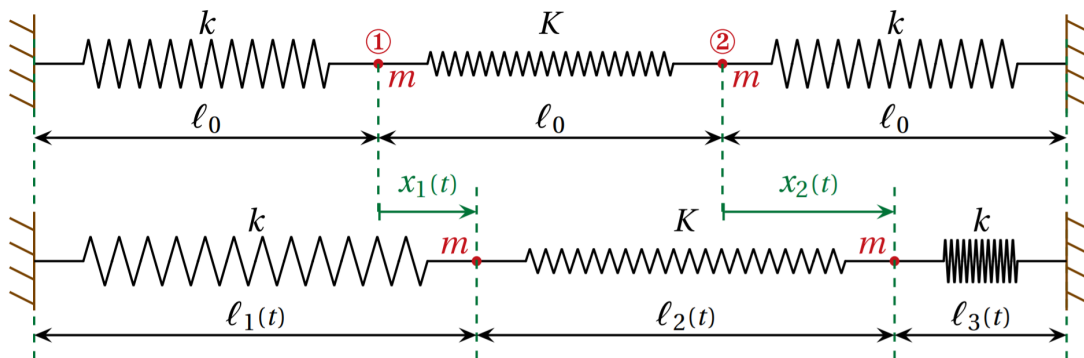


FIGURE 1 – Systèmes masse-ressort couplés

1.2 Mise en équation

Giga pfd, découplage des équations, résolution. Illustration des modes propres avec la petite animation qui va bien [ici](#).

1.3 Aspect énergétique

Apparition d'un terme de couplage dans le bilan énergétique, dégénérescence des fréquences propres. Faire une petite expérience + mesure des fréquences propres? Avec les pendules couplés en petites oscillations on peut s'en sortir. Ça permettrait de mettre des valeurs numériques dans cette partie 1 de gros bourrin.

1.4 Oscillations forcées

Notation complexe, résonance, antirésonance. Cas avec frottement? Ça permettrait de voir que pulsation propre $\neq$ pulsation de résonance quand y a des frottements.

Et en fait, cette étude très scolaire nous donne des clés pour comprendre un phénomène ultra courant : la propagation dans un milieu matériel. Voyez plutôt.

2 Système à $N \gg 1$ degrés de liberté

2.1 Présentation

C'est la même en plus gros

2.2 Mise en équation

N équations du deuxième ordre... Comment faire ?

2.3 Approximation des milieux continus

Insister un peu, c'est pas évident comme carabistouille

2.4 Résolution

On injecte, on trouve l'équation de d'Alembert, on est contents. Interpréter l'expression de la célérité.

↓ À quoi comparer les paramètres qu'on a trouvé ?
↓

3 Milieu continu

Selon le temps qu'il reste, on peut plus ou moins détailler cette partie. Elle n'apporte pas grand-chose de supplémentaire jusqu'à la comparaison macro/micro, essayer d'y arriver si possible

3.1 Présentation

Notations, schéma (à aller piquer chez M. Rigaut aussi)

3.2 Équations de couplage

Module d'Young

3.3 Équation de propagation

Commenter la célérité

3.4 Comparaison micro/macroscopique

En comparant les célérités obtenues avec les deux modèles, on peut essayer de prévoir un ordre de grandeur du module d'Young d'un solide, et on trouve le bon ordre de grandeur.

Conclusion

Le couplage permet la propagation. Parfois il peut aussi l'empêcher (ondes électromagnétiques dans un conducteur véner par exemple) ou la modifier (ondes électromagnétiques dans un plasma) selon la forme qu'il prend, on verra ça dans une leçon ultérieure.

On a pas parlé de couplage non linéaire mais ça existe (cf les diapasons du poly de TP).