
Vibrations mécaniques

Rappel de notions fondamentales

Cours de M. Cliton / C/1935
E.N.S.A.M. PARIS

tirage 1969

Ce recueil ne constitue pas l'essentiel du cours.
Il n'est destiné qu'à rassembler des notions fondamentales
très classiques, à partir desquelles le cours proprement dit,
présenté oralement, est développé.

Il est donc nécessaire d'assister aux exposés :

- pour compléter cette documentation de base et
la prolonger bien au delà suivant le temps disponible.
- pour apprendre à faire la transition entre le
mécanisme réel et le schéma plus ou moins simplifié.
- pour comparer différentes méthodes
- pour préciser certains raisonnements grâce aux
exercices d'application.

VIBRATIONS MÉCANIQUES

Bien entendu, pour qu'un système mécanique ne présente que des mouvements vibratoires - dans le sens de "petits" mouvements - il sera nécessaire de procéder à un "isolement" convenable de l'ensemble étudié. On remarquera plus loin que, dans la pratique, on ne procède pas toujours ainsi et qu'en conséquence, seules certaines pièces présentant des vibrations, les calculs développés ici ne seront pas directement applicables.

D'autre part, la notion de "mouvement vibratoire" n'a un sens que par rapport à un référentiel donné. Celui-ci, pour les problèmes industriels, sera bien souvent mobile (vibration d'une ailette de turbine par rapport au disque..) et l'étude se ramènera souvent à un problème de dynamique en mouvement relatif : l'introduction des "forces d'inertie" sera une notion commode.

Ce résumé n'envisage que l'étude de systèmes vibrants linéaires. Les systèmes réels s'écartent plus ou moins d'un tel schéma. S'ils s'en écartent peu, ils pourront être assimilés - en première analyse - à un système linéaire, à la suite d'une opération mathématique appelée "linéarisation". Si cette approximation donne des résultats s'éloignant trop de la réalité, on devra aborder l'étude des systèmes non linéaires.

Pour l'étude, la complexité du système, est caractérisée par le nombre de degrés de liberté. On abordera donc tout d'abord les systèmes à un degré de liberté.

Les vibrations se produiront autour de positions d'équilibre stable (équilibre absolu ou relatif). Ces positions d'équilibre - parfois évidentes - seront recherchées par les méthodes habituelles de la statique (introduction des forces d'inertie d'entraînement si le référentiel est mobile). Particulièrement dans le cas de plusieurs degrés de liberté, songer à la méthode des travaux (ou puissances) virtuels, fournissant n équations de la forme

$$Q_i = 0$$

et, si les forces dérivent d'une fonction de force $\frac{\partial U}{\partial q_i} = 0$

Parmi les positions d'équilibre ainsi trouvées, on ne conservera que les positions stables. Celles-ci pour beaucoup de mécanismes seront pratiquement immédiates. Rappelons le th. de Lejeune Dirichlet qui, dans le cas où les forces dérivent d'une fonction de force, indique que les positions stables correspondent à U maximal. (Soit $\frac{d^2 U}{dq^2} < 0$ dans le cas d'un paramètre)