

Introduction

Ce quatrième volume sur les équations du mouvement s'inscrit dans l'application des acquis du troisième volume, où sont présentés et développés le principe fondamental de la dynamique dans son application au mouvement des solides indéformables et ses diverses conséquences scalaires dont sont issues les équations de ce mouvement.

Au cours de leur évolution dans l'espace, les corps peuvent être dans des situations d'équilibre, statiques ou prendre la forme de mouvements uniformes dits « stationnaires », dont la stabilité, c'est-à-dire l'aptitude à se maintenir, doit être évaluée si les corps sont soumis à des sollicitations qui tendent à les en écarter. Ces sollicitations induisent des petits mouvements qui peuvent soit, après oscillations, ramener les corps dans leur état d'équilibre, soit s'amplifier et rompre cet équilibre. En outre, la combinaison de composants oscillatoires dans un même dispositif peut, par couplage de leurs comportements respectifs, conduire à des systèmes stabilisés et stabilisateurs comme le gyroscope.

Ce volume comprend quatre chapitres. Le premier, qui situe le problème, part des conséquences scalaires du principe fondamental, identifie les situations d'équilibre envisageables, leurs conditions d'obtention et les valeurs des paramètres de situation qui leur correspondent. Il examine ensuite les conséquences de variations infinitésimales des paramètres autour de leurs valeurs d'équilibre précédemment identifiées et en déduit les équations qui traduisent les mouvements résultants ; ces équations, dites « des petits mouvements », expriment le comportement du dispositif mécanique ainsi perturbé et donnent des indications utiles sur sa stabilité.

Le deuxième chapitre est en quelque sorte un insert mathématique dans le volume. Étudier le comportement d'un oscillateur demande de résoudre les équations des petits mouvements établies au chapitre précédent. Il s'agit d'équations différentielles linéaires,

à coefficients constants qui possèdent une infinité de solutions ; comme le mouvement que l'on veut examiner est *a priori* de nature oscillatoire, on recherche des solutions dont la forme est compatible avec cet objectif, soit à partir de l'expression vectorielle du système différentiel à résoudre, soit en recourant à la transformation de Laplace.

Le chapitre 3 s'intéresse à l'étude des oscillateurs. C'est tout d'abord l'oscillateur unique, dont le mouvement permet de mettre en évidence les différents modes d'oscillation et de stabilité d'un tel dispositif, qui nous occupe. Le chapitre aborde ensuite le couplage d'oscillateurs qui fait apparaître l'influence réciproque des différents composants mobiles d'un système au sein duquel ils sont accouplés et leur rôle dans la stabilité de l'ensemble. Mais, dans ce cas, l'étude de stabilité fait appel au traitement des fonctions de transfert qui ne relève pas du présent ouvrage ; cependant, pour illustrer l'utilisation qui en est faite, le chapitre présente à titre d'exemple le recours aux critères de Routh qui font partie des méthodes utilisées pour étudier la stabilité des systèmes dynamiques en automatique et en électronique, sans en donner de validation théorique.

Comme le gyroscope est un dispositif dont le couplage de ses constituants lui permet d'afficher des effets stabilisateurs très divers dans des applications tout aussi diverses, le chapitre 4 lui est entièrement dédié. Après avoir développé le principe du couplage gyroscopique, l'étude se poursuit par son exploitation dans les cas du pendule gyroscopique utilisé notamment pour la commande d'attitude des satellites, et du gyrocompas, comme instrument de navigation qui permet de garder la référence du nord géographique. Le problème qui y est joint montre l'utilisation du gyroscope comme stabilisateur de houle sur un navire.

Cette série d'ouvrages sur les équations du mouvement s'achèvera, avec un cinquième volume, par l'étude des systèmes de solides et une introduction à la robotique. Les auteurs auront ainsi proposé au lecteur un large panorama sur cette question des équations du mouvement qui sont au cœur de l'étude du mouvement des solides indéformables, et dont l'exploitation est constamment d'actualité dans le domaine spatial, même si, évidemment, celles qui y sont utilisées sont nettement plus complexes. Mais la base est la même.