

MECANIQUE ALEATOIRE
Vibrations non linéaires, turbulences, séismes,
houle, fatigue
Paul KREE & Christian SOIZE

Notes de lecture

par Philippe PASQUET, CISI

L'ouvrage **Mécanique aléatoire**, de Paul Kree et Christian Soize, est paru (aux éditions DUNOD) il y a plus de dix ans dans la foulée du rapport sur les sciences mécaniques – déjà en danger ! – établi par l'Académie des Sciences en 1980.

Les auteurs revendiquent deux objectifs : proposer la mécanique aléatoire comme alternative à la mécanique déterministe, aussi largement utilisée qu'insuffisante et contribuer au rapprochement entre les mathématiciens et les utilisateurs des mathématiques – ce qui est aussi depuis bientôt vingt ans l'un des buts prioritaires de l'IPSI.

Ils ont donc le grand mérite de vouloir concilier deux sciences qui n'avaient alors que peu de rapports : les probabilités et la mécanique. Mais ce faisant, ils encourent un certain risque que ne manque pas de souligner le Professeur Germain dans sa préface quand il avoue son manque d'expérience sur le sujet du livre. Que devrait dire le lecteur potentiel ? Que dire quand, au manque d'expérience, s'ajoute un certain manque de compétence dans ce domaine ?

Heureusement, les auteurs nous laissent entrevoir plusieurs lectures possibles par le biais d'un astucieux schéma en début d'ouvrage. On y voit apparaître trois parties principales que l'on pourrait qualifier ainsi :

- présentation théorique des outils de base susceptibles d'être utilisés dans n'importe quel domaine de la physique ... aléatoire ;
- applications à quatre problèmes de mécanique classique (voir le sous-titre de l'ouvrage) ;
- approfondissement des concepts probabilistes.

Le praticien sera particulièrement concerné par la deuxième partie pour mieux entrer dans les formulations. En effet, les outils mathématiques deviennent rapidement ardues si l'on s'intéresse non seulement aux résultats mais aussi à leurs justifications. La profusion de lemmes, de théorèmes et autres lois est, avouons-le humblement, assez décourageante pour qui s'est éloigné de ces passionnants concepts depuis quelques années déjà.

Les chapitres consacrés aux applications (qui pèsent tout de même 200 pages, soit environ le tiers de l'ouvrage) intéresseront les ingénieurs qui dimensionnent des structures dans des environnements "flous". L'application la plus répandue est sans doute celle qui traite des calculs aux séismes. On comprend très bien la nature aléatoire, non seulement du phénomène, mais aussi des résultats de mesure – quand ils existent. L'ingénieur dispose de plusieurs modèles pour contourner l'aspect aléatoire ou plutôt le reporter sur les données et quelquefois se retrancher derrière des dispositions réglementaires : méthode modale à partir d'un spectre moyen ou méthode directe à partir d'un accélérogramme en général reconstitué. Les auteurs nous entraînent sur un chemin beaucoup plus rigoureux qui fait intervenir deux échelles de temps. Le

modèle probabiliste du court terme résulte d'un traitement statistique d'accélérogrammes mesurés. Il faut aussi obtenir une description sur une longue période de temps.

Le chapitre sur la houle est développé de manière identique. Les modèles de houle déterministe sont présentés puisque la modélisation de la houle aléatoire fait appel à la superposition d'une infinité d'ondes planes harmoniques (houle d'Airy).

C'est en parcourant ces chapitres applicatifs (les deux autres concernent les effets de la turbulence atmosphérique et la fatigue mécanique) que l'on éprouve le besoin de revenir en arrière vers les notions de probabilités, statistique et filtrage qui sont rassemblées en début d'ouvrage. La lecture attentive de ce livre demande donc beaucoup de réflexion et de travail, mais l'effort est récompensé : on comprend mieux pourquoi les modélisations déterministes sont parfois simplistes.

Là où l'ingénieur retiendra les résultats essentiels, l'étudiant et le chercheur seront davantage intéressés par l'exhaustivité des démonstrations. Si l'on considère les deux objectifs initiaux des auteurs, on peut donc penser qu'ils sont atteints :

- La mécanique aléatoire est un complément nécessaire à la mécanique classique, même si les développements dans les codes de calculs restent assez limités au regard des concepts expliqués dans ce livre.
- La contribution de cet ouvrage au rapprochement entre mathématiciens et utilisateurs est importante puisque les théorèmes sont appliqués à de nombreux exemples d'analyse, le plus spectaculaire étant l'étude de l'action d'un vent turbulent sur la Tour Montparnasse.