Dynamiques complexes et morphogenèse

Springer

Paris
Berlin
Heidelberg
New York
Hong Kong
Londres
Milan
Tokyo

Chaouqi Misbah

Dynamiques complexes et morphogenèse

Introduction aux sciences non linéaires

Springer

Chaouqi Misbah
LIPhy (laboratoire interdisciplinaire de physique)
CNRS et université Joseph-Fourier Grenoble I
140, rue de la Physique
38402 Saint-Martin-d'Hères

ISBN : 978-2-8178-0193-3 Springer Paris Berlin Heidelberg New York

Imprimé en France

Springer-Verlag est membre du groupe Springer Science + Business Media

Maquette de couverture : *Nadia Ouddane*
Imprimé par : XL Print - 42-Saint-Etienne - V007689/00
Dépot légal : Mai 2011

À Florence, Hisham et Sammy
À mes parents et frères et soeurs

Avant-propos

La nature regorge d'illustrations de phénomènes non linéaires ouvrant la porte à une complexité que la science du XX^e siècle n'a fait qu'entrouvrir et que le XXI^e siècle se doit d'explorer. À partir d'exemples simples et communs puisés dans différentes disciplines (mécanique, hydrodynamique, chimie, dynamique de populations, etc.), cet ouvrage introduit le langage et les notions propres aux sciences non linéaires permettant d'analyser, de comprendre et de décrire tous ces phénomènes en adoptant progressivement une approche formelle à portée universelle. La théorie du chaos est abordée simplement avec une perspective statistique pour comparer et discriminer les phénomènes chaotiques des phénomènes aléatoires. La théorie des catastrophes est exposée avec le même souci de simplicité ; les sept catastrophes élémentaires sont extraites de manière qualitative avec un minium de formalisme mathématique. Une des forces de cette théorie est en effet la faculté d'établir une classification des catastrophes sans avoir besoin de connaître le type d'équations décrivant le système ; celles-ci peuvent être arbitrairement complexes, ou même impossibles à écrire. La théorie de la morphogenèse (émergence des formes) est introduite également à partir d'exemples visualisables aisément, telle la convection ou les systèmes de réaction-diffusion chimique, la relation entre la morphogenèse chimique et celle des êtres vivants, comme le pelage de certains animaux, est alors évoquée. L'étude de l'instabilité des structures spatiales à une et deux dimensions est traitée ainsi que le changement d'états du système le faisant évoluer de solutions stables à des solutions instables ou métastables, et inversement, avec un souci pédagogique poussé. Le dilemme de la sélection d'une vitesse unique d'invasion (parmi un ensemble infini de solutions) d'une solution instable par une solution stable est présenté et résolu à l'aide de considérations élémentaires. Ainsi, ces phénomènes dits complexes sont abordés simplement dans cet ouvrage par des exemples concrets dont l'analyse et la compréhension permettent d'en extraire toute la substance universelle à l'aide d'un formalisme mathématique accessible. De par sa relative simplicité, la majeure partie de cet ouvrage est accessible aux élèves de classes préparatoires, aux étudiants de licence (L1, L2, L3), et très adaptée aux étudiants de maîtrise (M1, M2) et en doctorat, aux ingénieurs. Il s'adresse également à tout ingénieur, tout chercheur et tout enseignant-chercheur souhaitant être au fait des connaissances actuelles en sciences non linéaires.

Table des matières

Table des illustrations