

Modélisation de systèmes complexes en agronomie et environnement

Modelling of complex systems in agronomy and environment

Avant-propos

La modélisation théorique et la recherche expérimentale ont pour but unificateur l'élucidation des processus biologiques sous-jacents à un phénomène observable. Nous en voyons ici quelques exemples dans le cas de systèmes intéressant plus ou moins directement l'agronomie et l'environnement. Les deux premiers exposés introduisent une vision modélisée de concepts biologiques de base, et les trois suivants sont centrés sur des problèmes de dynamique de populations en conditions naturelles ou en chemostat. Tous illustrent le fait que la modélisation permet de rendre compte de processus trop complexes pour pouvoir être abordés par le langage naturel, parfois même contre-intuitifs. Ils montrent aussi comment, à partir de problèmes spécifiques, il est possible d'aboutir à des conclusions plus générales ainsi qu'à des possibilités de prévisions. Une démarche similaire aurait pu être suivie dans quantité d'autres domaines, tels que la formation de motifs au cours du développement, la dynamique des interactions en épidémiologie, la connectivité neuronale et le traitement de l'information, la croissance des tumeurs, la ramification des végétaux, et ainsi de suite. En fait, la vie étant par nature un ensemble de processus dynamiques aux interactions multiples, difficilement accessible au « sens commun », tous ses aspects s'enrichissent peu à peu d'approches modélisées. Une difficulté est que ces modélisations s'appuient le plus souvent sur des formulations mathématiques ou dérivées de la physique. Ainsi, elles ne peuvent guère être pratiquées que par ceux qui sont venus à la biologie après avoir reçu une formation initiale de sciences dites « dures » ou à ceux

Foreword

The common aim of theoretical modelling and experimental research is to elucidate the underlying biological processes of observable phenomena. Here we are going to see a few examples of this general question in the particular case of systems more or less directly involved in agronomy and environment. The first two papers are an introduction to a modelling approach of basic biological concepts, while the three texts that follow deal with problems of population dynamics under natural or controlled conditions. Altogether, these five articles tend to show how modelling renders it possible to give account of processes that are too complex to be approached by natural language or that are even counter-intuitive. These articles also show how it is possible to start from specific problems for converging on general conclusions and predictions. A similar approach could have been followed in a number of other domains, such as pattern formation during development, interaction dynamics in epidemiology, neuron connectivity and information treatment, tumour growth, plant ramification and so on. Life is based on a set of dynamic processes with multiple interactions with one another and these processes are not easily accessible to the 'common sense'. Modelling approaches thus have been progressively introduced in the study of the diverse manifestations of life. There is however the difficulty that most of these modelling activities are based on formalisms originating from mathematics or physics, with the consequence that modelling is restricted in practise to those researchers that have been trained in mathematics and physics before coming to biology. Now, there

qui se sont donné dès le départ une double formation de mathématique ou physique et de biologie. Or, il existe traditionnellement une sorte de sélection à rebours des étudiants biologistes en ce qui concerne leur aptitude aux mathématiques et à la physique : viennent généralement vers la biologie ceux qui se sont révélés les plus faibles dans ces autres sciences au cours de leurs études secondaires. C'est sans doute la raison pour laquelle une forte proportion de biologistes professionnels reste encore à l'écart des méthodes de modélisation. Que l'Académie des sciences et l'Académie d'agriculture de France soient remerciées pour leur contribution au rapprochement des points de vue par l'organisation de cette séance sur la modélisation de systèmes complexes en agronomie et environnement.

Michel Thellier

*Académie des sciences et
Académie d'agriculture de France
Université de Rouen
France*

Adresse e-mail : michel.thellier@univ-rouen.fr

Disponible sur Internet le 27 octobre 2005

is a sort of counter-selection of the students in biology concerning their skill in mathematics and physics: those that will come to biology are most often those that have revealed to be the weakest in these other, more abstract sciences, in the course of their secondary studies. This is probably the reason why so many professional biologists are still reluctant to modelling. We have to be grateful to the French Academy of Sciences and the French Academy of Agriculture for their contribution to a better understanding of the modelling approaches by classical biologists, via the organisation of this present reflection on the modelling of complex systems in agronomy and environment.

Michel Thellier

*Académie des sciences et
Académie d'agriculture de France
Université de Rouen
France*

E-mail address: michel.thellier@univ-rouen.fr