

Avant-propos

Ce livre est issu d'un cours donné, en présence et à distance, pendant une quinzaine d'années, en 4^e année d'université (aujourd'hui Master 1^{re} année) dans la filière MIAGE (Méthodes informatiques appliquées à la gestion des entreprises). Cette filière a l'intérêt de former des informaticiens d'entreprises avec un socle de connaissances suffisamment large pour s'adapter au contexte de différentes entreprises, administrations et organismes. Elle porte, en effet, sur une multidisciplinarité incluant l'informatique, les systèmes d'information, l'organisation et la gestion, la communication, la professionnalisation et... les mathématiques appliquées. La filière MIAGE est proposée par 22 universités françaises, dont 6 offrent une version commune à distance, partagée également par 5 institutions étrangères associées. Dans cette filière, les étudiants sont issus de filières scientifiques ou d'économie-gestion. Leur bagage mathématique, sans être élémentaire, n'est pas celui d'un étudiant engagé dans une filière mathématique longue. Les notions de mathématiques appliquées du programme de la filière MIAGE portent sur les statistiques descriptives, les probabilités, l'analyse de données, les processus aléatoires et la simulation numérique. Cet ouvrage se réfère aux deux derniers points.

Il faut préciser d'emblée, l'origine des étudiants de la filière MIAGE étant une contrainte à respecter sur le plan pédagogique, qu'il ne s'agit pas d'un ouvrage dans lequel le mathématicien chevronné trouvera la rigueur qu'il serait en droit d'attendre. Nous avons fait, volontairement, l'impasse sur des définitions et des démonstrations qui auraient pu rebuter bon nombre d'étudiants de la filière. L'objectif recherché est plutôt celui de l'utilisabilité des méthodes et des outils mathématiques qui permettent de résoudre des problèmes d'analyse et d'optimisation qui se posent dans le monde professionnel. Il ne s'agit donc pas de contenter des étudiants en mathématiques, mais des étudiants ou des stagiaires en formation continue recherchant l'utilité des outils mathématiques, possédant cependant un bagage mathématique de licence générale. Nous avons donc cherché à aller droit au but sans vouloir alourdir l'exposé par des

considérations mathématiques trop avancées ou trop rigoureuses, ce qui justifie l'appellation « introduction » dans le titre de cet ouvrage. Il existe d'ailleurs d'excellents livres, indiqués dans la bibliographie, qui donnent un exposé mathématique très complet des questions abordées et nous renvoyons le lecteur curieux vers ces ouvrages. Que les mathématiciens nous pardonnent donc cette attitude qu'ils peuvent juger un peu leste.

Cet ouvrage concerne un public bien plus large que celui de la filière MIAGE, en formation initiale comme en formation continue, en université ou en école d'ingénieur et de gestion. Pour cette raison, outre les applications classiques de gestion de stocks ou de files d'attente, des applications supplémentaires ont été ajoutées au cours initial, dans des domaines comme la fiabilité des équipements, la génétique, la dynamique des populations, la finance de marchés et une initiation aux métaheuristiques.

L'ouvrage comporte 12 chapitres que l'on peut regrouper en trois parties.

Partie 1 – Notions mathématiques de base : cette partie est constituée de rappels (nous l'espérons), de compléments relatifs aux probabilités et porte sur les deux premiers chapitres :

- chapitre 1 : « Rappels élémentaires de probabilités » ;
- chapitre 2 : « Modèles probabilistes ».

Le dernier chapitre constitue une application directe des notions de probabilités et de modèles probabilistes :

- chapitre 3 : « Gestion de stocks ».

Partie 2 – Processus stochastiques : cette partie expose en deux chapitres les notions fondamentales relatives aux processus dans lesquels intervient le hasard :

- chapitre 4 : « Chaînes de Markov » ;
- chapitre 5 : « Processus de Markov ».

Bien que portant tous deux le nom de Markov, ces deux chapitres sont complémentaires. Pour les chaînes de Markov, le temps est considéré comme discret, alors que pour les processus de Markov, le temps est considéré comme continu.

Les chapitres suivants sont consacrés à des applications des chaînes et des processus de Markov :

- chapitre 6 : « Systèmes d'attente » ;
- chapitre 7 : « Applications diverses ».

Les systèmes d'attente constituent un domaine important de préoccupations dans le monde professionnel et nécessitent de s'y attarder sur tout un chapitre, en prenant comme exemple deux types élémentaires de files d'attente, M/M/1 et M/M/S.

Dans le chapitre 7 sont regroupées des applications portant sur des sujets variés : fiabilité et disponibilité des équipements, génétique, dynamique des populations avec le modèle proie-prédateurs, le mouvement brownien en physique et son application en finance de marchés.

Partie 3 – Simulation : les calculs théoriques ne permettant pas de trouver, dans un temps raisonnable, les résultats exacts, même avec des ordinateurs puissants (qui ne sont pas à la portée de tout le monde), les méthodes de simulation sont un recours de plus en plus fréquent pour obtenir des solutions se rapprochant de la solution recherchée. Le hasard étant le fil rouge de l'ouvrage, il faut revenir aux probabilités et aux lois usuelles pour simuler au mieux la réalité sous une forme virtuelle. Les principes de base sont exposés dans les deux chapitres suivants :

- chapitre 8 : « Programmes générateurs » ;
- chapitre 9 : « Principes de simulation ».

Puis nous revenons sur des exemples déjà exposés de manière théorique pour leur appliquer les méthodes de la simulation :

- chapitre 10 : « Simulation d'une gestion de stocks » ;
- chapitre 11 : « Simulation d'un processus d'attente ».

Enfin, un dernier chapitre mentionne l'application de la simulation à des problèmes d'optimisation, notamment combinatoires :

- chapitre 12 : « Optimisation et simulation ».

Ce chapitre peut être considéré comme une initiation aux métaheuristiques. Une revue sommaire est effectuée sur les méthodes locales, puis de manière plus détaillée, avec deux méthodes de plus en plus utilisées : les algorithmes génétiques et les colonies de fourmis.

Nous avons cherché, tout au long de cet ouvrage, à rester concrets et nous avons donc pris de nombreux exemples pour illustrer l'usage des outils mathématiques et en montrer l'utilité. Quelques développements, portant sur des calculs un peu longs, ont été reportés en annexe pour ne pas alourdir la rédaction.

Nous avons également inclus dans le texte de courtes notices biographiques de scientifiques dont la contribution aux sujets évoqués a été primordiale. Il est toujours

bon de rappeler que les outils mathématiques exposés sont issus de leurs travaux de recherche.

Concernant la bibliographie, comme il s'agit d'un ouvrage d'initiation, nous avons cru bon d'orienter le lecteur vers des ouvrages de base, dont beaucoup sont très accessibles.

Concernant les programmes de simulation, ils ont été presque tous développés en PHP et sont à la disposition des lecteurs qui voudraient se les approprier pour un usage personnel. Il suffit d'écrire à l'adresse électronique de l'auteur¹ en précisant la demande et les programmes désirés pourront être communiqués sans droit. Ce sera aussi l'occasion de pouvoir tenir compte des remarques et des questions des lecteurs en permettant à l'auteur d'entretenir des relations profitables à tous.

Enfin, pour terminer cet avant-propos, il convient, pour ma part, de remercier Francis Rogard qui, malgré ses importantes et nombreuses occupations syndicales, politiques ou familiales, a bien voulu relire une partie du manuscrit et me faire part de ses remarques judicieuses.

1. gerard-michel.cochard@u-picardie.fr.