

## Avant-propos

La plupart des problèmes physiques peuvent être écrits sous la forme d'équations mathématiques (différentielles, intégrales, etc.). Les mathématiciens ont toujours cherché à trouver des solutions analytiques aux équations rencontrées dans les différentes sciences de l'ingénieur (mécanique, physique, biologie, etc.). Ces équations sont parfois si compliquées qu'il faut beaucoup d'efforts pour les simplifier. Au milieu du XX<sup>e</sup> siècle, l'arrivée des premiers ordinateurs a donné naissance à de nouvelles méthodes de résolution que l'on qualifiera de méthodes numériques. Elles permettent de résoudre numériquement, le plus précisément possible, les équations rencontrées (issues de la modélisation bien sûr) et d'approcher la solution aux problèmes posés. La solution approchée est le plus souvent calculée sur ordinateur au moyen d'un algorithme adéquat.

L'expérience montre qu'entre une approche numérique standard et une approche soigneusement réfléchie et optimisée, un gain de temps de calcul d'un facteur 100, voire davantage, est souvent observé. Il est clair que l'on peut passer ainsi, grâce à cet effort, d'un calcul totalement déraisonnable à un calcul parfaitement banal : tout l'enjeu des méthodes numériques est là ! C'est dire l'importance pour le chercheur et pour l'ingénieur de bien connaître ces méthodes, leurs avantages et leurs limites. Dans la plupart des domaines scientifiques, le calcul passera par l'exploitation de techniques de représentation des fonctions et des algorithmes de calcul de dérivées et d'intégrales, de la résolution d'équations différentielles, de la localisation de zéros, de la recherche d'éléments propres de matrices, etc.

L'objectif de ce livre est d'introduire et d'étudier les méthodes numériques de base pour pouvoir faire du calcul scientifique. Ce dernier désigne la mise en œuvre de méthodes adaptées au traitement d'un problème scientifique issu de la physique (météorologie, pollution, etc.) ou de l'ingénierie (mécanique des structures, mécanique des fluides, traitement du signal, etc.).

Cet ouvrage est constitué de trois parties et de deux annexes. La première partie livre une introduction du traitement numérique en faisant un rappel sur l'algèbre linéaire. La deuxième partie traite l'approximation des fonctions en trois chapitres : interpolation, dérivation et intégration numérique. La troisième partie fournit les différentes méthodes pour résoudre les systèmes linéaires : méthode directe, itérative, calcul des valeurs propres et vecteurs propres en terminant avec les méthodes des moindres carrés.

Chaque chapitre débute par des rappels et des définitions illustrés par des exemples numériques variés et des représentations graphiques. À la fin de chaque chapitre, le lecteur est initié aux différentes commandes du logiciel Matlab relatives aux méthodes exposées. Comme dans de nombreux domaines, la pratique joue un rôle essentiel dans la compréhension et la maîtrise de ces méthodes. On ne peut raisonnablement pas espérer les assimiler sans les manipuler sur des exemples concrets et variés. Pour cette raison, nous proposons différents exemples qui sont traités par Matlab et qui peuvent servir de travaux pratiques.

Rappelons que le logiciel Matlab est actuellement largement utilisé dans l'enseignement, l'industrie et la recherche. Il est devenu un outil standard dans de nombreux domaines grâce aux différentes boîtes à outils (optimisation, statistique, contrôle, traitement d'image, etc.). Le graphisme s'est considérablement amélioré dans les nouvelles versions. Nous avons consacré un annexe à cet outil pour une prise en main.