

Suite logicielle de calcul scientifique

Le point de vue des professeurs de mathématiques

Les deux logiciels proposés présentent de gros avantages pour les élèves des séries scientifiques, dans les classes de lycée, comme dans les classes préparatoires aux grandes écoles.

Le logiciel Scilab permet de résoudre des problèmes de mathématiques appliquées et répond par exemple à certaines exigences des nouveaux programmes du cycle terminal : résolution numérique d'équations différentielles et expression graphique, calcul d'intégrales et d'aires, simulation notamment en statistique, résolution de problèmes d'optimisation, visualisation d'objets 2D et 3D, etc. C'est une aide précieuse pour le professeur, s'il désire illustrer sa leçon, et pour les élèves, en travaux dirigés comme en travail personnel.

Le logiciel MuPAD est davantage orienté vers le calcul formel. Il permet d'effectuer des calculs « exacts », de déterminer des primitives, de résoudre de manière symbolique certaines équations différentielles. C'est un outil de travail qui peut déjà être utilisé au cycle terminal (voir les travaux de l'équipe de Versailles autour de Richard Breheret) et qui est précieux en classe préparatoire.

L'introduction des TPE en terminale renforce les usages possibles, puisque, dans ces activités pluridisciplinaires, l'élève aura maintes fois à résoudre des problèmes de nature plus concrète. Il sera amené à simuler, à résoudre de manière approchée, à conjecturer des solutions qu'il pourra d'une certaine façon tester, activités pour lesquelles les outils habituels : calculatrice, tableur, se révèlent insuffisants.

Tout ce qui vient d'être dit pour le lycée est également vrai après le baccalauréat. Les élèves de BTS comme ceux des classes préparatoires, y compris les classes de BCPST et les séries économiques et commerciales (les premières viennent d'adopter un logiciel du même type et non libre ; la diffusion du cédérom serait un progrès sensible pour leur équipement ; les secondes y réfléchissent actuellement) attendent de pouvoir utiliser les possibilités offertes en algèbre linéaire comme en analyse : résolution approchée numérique des équations différentielles non linéaires, calculs matriciels, calcul différentiel et intégral, séries et intégrales de Fourier, etc.

Si l'on prend en compte, de plus, que Scilab est l'un des outils les plus répandus, que ce soit dans les grandes écoles ou dans les entreprises, la familiarisation des élèves dès le lycée avec ce logiciel paraît importante.

Scilab du point de vue des physiciens et chimistes

Les sciences physiques au lycée mettent en place une représentation du réel pour laquelle la langue naturelle est indispensable mais non suffisante. L'outil mathématique fournit le support qui permet de synthétiser et de mémoriser. Un modèle présente l'intérêt de permettre d'effectuer des prévisions sur le comportement d'un système. Ces prévisions sont nécessairement traduites sous la forme de nombres.

Le logiciel Scilab apparaît comme un moyen de calcul numérique très puissant et d'une souplesse inégalée par la calculatrice ou le tableur, outils traditionnels de l'élève de l'enseignement secondaire. Scilab a été conçu pour manipuler des vecteurs numériques ou des tableaux de nombres : cela le rend plus proche des besoins des physiciens, plus souple d'emploi, plus rapide et plus précis qu'un logiciel de calcul formel. Il peut être utilisé dans deux activités classiques.

Au laboratoire

Le physicien utilise dans sa pratique quotidienne de nombreux dispositifs d'acquisition de données expérimentales. Ces appareils sont souvent associés à des logiciels de traitement qui leur sont dédiés et n'autorisent que les opérations limitées et immuables. De nos jours, les appareils de mesure ou les cartes d'acquisition disposent généralement d'un moyen de récupérer les valeurs numériques sous la forme d'un fichier texte standard qui peut être lu par un tableur ou un logiciel de calcul numérique. C'est là que la puissance et la souplesse de Scilab restent inégalées. Scilab est d'abord un logiciel de calcul numérique qui utilise une syntaxe simple et très proche de l'écriture mathématique courante. Ses possibilités de calcul ne sont limitées que par l'imagination ou les connaissances mathématiques du physicien ou du chimiste qui les emploie. Il permet de sauvegarder très simplement des données ou des résultats de calcul, de tracer des

courbes, des figures, de les imprimer, de les transférer sur les logiciels de bureautique auxquels l'élève est habitué. Le tableur que l'élève a appris à utiliser dans sa scolarité au collège ne présente ni le choix des fonctions mathématiques, ni la souplesse de mémorisation des données, ni les possibilités de programmation de Scilab.

En classe ou à la maison

La manipulation des grandeurs numériques est indispensable à une bonne compréhension des modèles utilisés. Les notions de dérivée, d'intégrale, les passages à la limite sont souvent mal compris des élèves : les représentations par symboles ne facilitent pas cette compréhension. L'observation de l'évolution pas à pas d'une valeur numérique dans un modèle est un prodigieux moyen d'assimiler ce modèle et de faire des « expérimentations numériques ». C'est à ce prix que l'élève peut assimiler la véritable portée des relations représentant un modèle. C'est l'intelligence des valeurs numériques et de leurs évolutions qui donne du sens aux relations qui lient les grandeurs physiques.

Les équations différentielles sont indispensables au physicien car elles servent à décrire le comportement dans le temps d'un système ou la répartition d'un phénomène dans l'espace. Dans l'enseignement secondaire, les équations différentielles sont abordées de façon marginale et tardivement dans l'enseignement des mathématiques. Le physico-chimiste se retrouve bien seul et désarmé. Heureusement, le recours à une représentation par des équations aux différences permet de faire comprendre l'évolution d'un système et sa représentation par une équation différentielle.

Dans le cas des séries infinies qui décrivent le comportement de nombreux systèmes bouclés (série STL, génie électrotechnique ou électronique), l'étude numérique pas à pas est souvent un point de passage obligé.

L'élève peut devenir acteur de sa propre compréhension en expérimentant les modèles analytiques qui lui sont fournis à l'aide de valeurs numériques. La simulation est un puissant outil pédagogique qui permet de prévoir le comportement d'un modèle et de le pousser dans ses limites. Aucune calculatrice ne peut fournir le confort d'utilisation et la souplesse d'emploi de Scilab associé à un ordinateur et une imprimante de performances courantes. L'activité liée au TPE trouve naturellement dans Scilab un moyen d'action supplémentaire et d'enrichissement des sujets abordés.

Après le baccalauréat

La richesse des outils mathématiques offerts par Scilab permet de prolonger son utilisation bien au delà du baccalauréat. L'élève ne trouvera que des avantages aux réflexes acquis lors de ses études secondaires : seuls changeront la complexité des modèles abordés et la richesse des outils mathématiques.

Le fait de raisonner sur des vecteurs et tableaux numériques prépare bien l'élève au calcul matriciel dont la compacité permet de s'affranchir de la difficulté représentée par les dimensions élevées des systèmes linéaires étudiés. Extraire les valeurs propres ou les valeurs singulières d'une matrice est un jeu d'enfant. Les calculs de probabilités et statistiques permettent de mettre en oeuvre des modèles parfois très sophistiqués pour un coût dérisoire. L'expérimentation numérique peut être associée avec bonheur à la représentation graphique pour bien comprendre le sens d'une fonction de corrélation ou d'un calcul de moyenne à fenêtre glissante.

Le temps du pédagogue est précieux : tracer l'abaque de Black d'un système en appuyant sur une simple touche permet au professeur de régulation de se consacrer à l'essentiel.

Claudine Ruget
Doyenne de l'Inspection générale de Mathématiques
Pierre Malléus
Inspecteur général de Physique-Chimie