

**OBJECTIFS DE FORMATION ET PROGRAMME D'INFORMATIQUE,  
COMMUNS AUX CLASSES PRÉPARATOIRES SCIENTIFIQUES  
DE PREMIÈRE ET DE SECONDE ANNÉES  
MPSI, PCSI, PTSI, MP, PC, PSI, PT, TPC, TSI**

## **I. OBJECTIFS DE FORMATION**

L'enseignement d'informatique dispensé dans ces classes a pour principaux objectifs d'offrir :

- Une familiarisation avec l'utilisation d'outils informatiques évolués (logiciel de calcul formel et numérique, logiciels d'acquisition et de traitement de données, logiciels de modélisation, logiciels de simulation.) en vue de permettre l'approfondissement des disciplines scientifiques et techniques.
- Une introduction à l'informatique en tant que discipline, par une initiation élémentaire au traitement automatique de l'information, à l'algorithmique et à la programmation structurée (illustrée à l'aide du langage du logiciel de calcul formel retenu).

### **I.1. UTILISATION D'OUTILS INFORMATIQUES**

Le but est d'habituer les étudiants à se servir de logiciels, qui fournissent un support au raisonnement par la confrontation rapide et commode des hypothèses et résultats, et permettent :

- D'enrichir la compréhension des phénomènes mathématiques et des modèles physiques par la simulation de leurs comportements en fonction de divers paramètres ;
- De mieux cerner la notion de domaine de validité d'une hypothèse ou d'une méthode par l'étude de cas limites ;
- D'étudier certains problèmes par la mise en oeuvre de modèles dont la résolution numérique manuelle serait trop lourde ou trop complexe ;
- D'alléger la part de calcul systématique au profit de l'intuition mathématique ou du sens physique.

### **I.2. ALGORITHMIQUE ET PROGRAMMATION**

Il s'agit de faire comprendre et d'illustrer la démarche suivante :

- Mise en forme et analyse d'un problème ;
- Élaboration d'un algorithme adapté au problème, en fonction des moyens mis en oeuvre ;
- Organisation des données ;
- Identification des arguments et construction méthodique d'un programme, clair et commenté ;
- Mise en oeuvre sur ordinateur ;
- Expérimentation avec des jeux de données, convenablement choisis ;
- Critique des résultats obtenus au regard du problème posé (on insistera particulièrement sur ce point).

Il faut mettre en évidence les limitations d'une telle approche, en prenant en compte le domaine de validité du modèle utilisé, la nature des algorithmes mis en oeuvre ainsi que la précision des calculs effectués. On s'attache à développer le sens critique des étudiants vis-à-vis des résultats obtenus par un moyen informatique et à obtenir à plus long terme une utilisation à bon escient de tels moyens.

Les problèmes à traiter doivent être recherchés dans les programmes des disciplines enseignées dans les classes concernées.

## II. PROGRAMME

### II.1. PRÉAMBULE

#### II.1.1. Horaires et intégration pédagogique des outils informatiques

L'initiation au logiciel de calcul formel et à l'algorithmique est faite dans la première période de première année. Cette formation est complétée, en seconde période de première année et en seconde année par une utilisation de l'informatique intégrée dans les enseignements scientifiques et technologiques, et pendant les deux années, par des interrogations orales en salle d'informatique. Ces séances ont pour objet non seulement la pratique du logiciel de calcul formel mais aussi l'initiation des étudiants à l'utilisation de logiciels plus spécialisés en modélisation, simulation, acquisition et traitement de données, mécanique et automatique.

Ces séances d'interrogations orales sont à répartir entre les enseignements de mathématiques, de sciences physiques et de sciences industrielles. Il est très souhaitable qu'elles soient encadrées, au moins partiellement, par les professeurs scientifiques de la classe. Dans tous les cas, ces professeurs restent responsables de la définition des contenus des activités.

Bien que l'apprentissage de l'outil informatique soit limité à la formation théorique et aux séances d'interrogations orales pour les étudiants, l'emploi d'un tel outil par les enseignants dans le cours magistral des diverses disciplines scientifiques est fortement encouragé en vue de sa bonne intégration pédagogique.

#### II.1.2. Environnement

Les spécifications minimales du matériel à utiliser sont publiées par ailleurs. Le système d'exploitation doit intégrer une interface graphique (environnement multi-fenêtres avec souris ou dispositif équivalent). Une liste limitée de logiciels de calcul formel adaptés au travail en classe préparatoire scientifique est définie au niveau national. L'équipe pédagogique scientifique de l'établissement choisit l'un de ces logiciels, qui servira d'outil informatique en mathématiques, sciences physiques, mécanique et automatique. Par ailleurs, le langage de programmation attaché au logiciel choisi servira de support à la pratique de l'algorithmique.

Une liste de logiciels spécialisés à utiliser en mathématiques, sciences physiques, mécanique et automatique fait également l'objet d'une publication régulièrement actualisée. Pour ces logiciels, aucune connaissance spécifique ne peut être exigée des étudiants.

#### II.1.3 Champs d'application

L'application des outils informatiques dans les disciplines scientifiques n'a pas pour objectif de faire apprendre aux étudiants un catalogue de solutions. Il s'agit tout au contraire de développer chez eux la capacité d'utiliser ces outils à bon escient.

Dans le cas du logiciel de calcul formel, il importe de conserver toute sa généralité et sa pluridisciplinarité à l'outil. Pour cette raison, on ne recommande pas ici de thèmes précis de travaux pratiques ou d'illustration de cours dans les différentes disciplines. Les activités se prêtant à l'emploi du logiciel, ou à des activités algorithmiques sont signalées dans les programmes de chaque matière.

### II.2. UTILISATION D'UN LOGICIEL DE CALCUL FORMEL

#### II.2.1. Présentation du logiciel aux étudiants

On décrit sommairement la structure et le fonctionnement des ordinateurs (aucune connaissance à ce sujet n'est exigible). On situe le logiciel de calcul formel parmi les outils informatiques. On peut ainsi expliquer brièvement son fonctionnement (interpréteur, langage de programmation, bibliothèques). On donne quelques idées sur la spécificité du calcul formel et ses différences avec le calcul numérique. L'utilisation du logiciel peut s'envisager, soit de façon interactive, par exécution de commandes directes, soit au moyen de l'écriture de programmes enchaînant des commandes, les deux points de vue étant très liés.

## II.2.2. Sous-ensemble du langage à connaître

### Variables

- entier, rationnel, flottant, complexe ;
- chaîne de caractères ;
- tableau à une ou plusieurs dimensions d'indice entier ;
- ensemble, liste, intervalle ;
- expressions algébriques.

On expliquera, de façon succincte, la représentation arborescente des expressions manipulées par le logiciel de calcul formel.

### Opérateurs de comparaisons, opérateurs logiques et états logiques

- =, ≠, <, >, ≤, ≥, et, ou, non, vrai, faux.

Il faut souligner la différence entre le test d'égalité et l'affectation.

### Structures de contrôle

- structures conditionnelles : si... alors... sinon... ;
- structures itératives : boucles conditionnelles ou non conditionnelles.

### Fonctions

- arguments ;
- retour de résultats.

Les fonctions peuvent être éventuellement récursives (récursivité simple). La récursivité est abordée comme moyen d'expression de la récurrence en mathématiques.

Les étudiants doivent connaître la distinction qui existe entre les variables globales et les variables locales.

L'usage de variables locales dans les fonctions est à préférer.

On insiste sur la nécessité d'une programmation très modulaire, reposant sur l'écriture de petits modules.

Le seul mode exigible de passage des arguments est le passage par valeurs.

## II.2.3. Fonctionnalités

### Calculs usuels de type arithmétique ou flottant

- calculs exacts dans  $\mathbf{N}$ ,  $\mathbf{Z}$ ,  $\mathbf{Q}$ , et sur les expressions ;
- calculs approchés dans  $\mathbf{R}$  et  $\mathbf{C}$  ;
- utilisation des opérateurs, fonctions et constantes mathématiques usuels.

### Manipulations de polynômes et fractions rationnelles

- développement et factorisation.

### Manipulations d'expressions trigonométriques

### Commandes mathématiques

- dérivation des fonctions ;
- développements limités et asymptotiques ;
- calcul de limites ;
- suites et séries ;
- calcul matriciel élémentaire ;
- résolution formelle ou numérique de systèmes d'équations ;
- intégration des fonctions ;
- résolution de systèmes d'équations différentielles ;
- analyse vectorielle : gradient, rotationnel, divergence.

Les limitations du système sont présentées de manière succincte.

### Commandes graphiques 2D et 3D

- représentation de courbes et surfaces en coordonnées cartésiennes, paramétriques, polaires, cylindriques et sphériques ;
- courbes et surfaces implicites.

## II.3. ALGORITHMIQUE ET PROGRAMMATION

### II.3.1. Contexte

L'enseignement de la programmation ne constitue pas une fin en soi et est limité à un petit nombre de concepts permettant de décrire un enchaînement d'opérations de base.

Les algorithmes à mettre en œuvre sont de type formel ou numérique. L'objectif principal est d'entraîner les étudiants à combiner, sur des exemples simples, un petit nombre de commandes dont la fonction est clairement indiquée, en vue de résoudre un problème pratique donné. Aucune connaissance n'est exigible sur la complexité des algorithmes et sur les techniques de preuve de programmes.

La mise en œuvre de la programmation n'est pas séparée de l'utilisation du logiciel de calcul formel en tant qu'outil et s'effectue à l'occasion des séances d'interrogations orales, appliquées à la résolution de problèmes de mathématiques, de physique, de chimie, de mécanique et automatique.

### II.3.2. Utilisation interactive du logiciel de calcul formel

Le logiciel est utilisé comme une aide au calcul et la représentation de résultats. Les étudiants doivent être familiers des menus, et des opérations simples d'entrée-sortie. Ils doivent savoir éditer et exécuter des commandes, simples ou enchaînées, pour résoudre un exercice de mathématiques, de sciences physiques ou de sciences industrielles et parvenir à l'obtention d'un résultat formel, numérique ou graphique. L'écriture, syntaxiquement correcte, et la commande de l'évaluation d'expressions doivent être maîtrisées.

L'outil informatique n'est pas une fin en soi mais un moyen efficace pour faire des mathématiques, des sciences physiques ou des sciences industrielles. La connaissance de la liste exhaustive des fonctions prédéfinies et des bibliothèques ne peut être exigée des étudiants. Toutefois, ils doivent savoir utiliser l'aide en ligne ou la documentation du logiciel pour retrouver les informations utiles.