

Présentation de specif

Antoine PETIT (*ENS de Cachan*)

Association loi de 1901, créée il y a 12 ans par Claude Pair, SPECIF (Société des Personnels Enseignants et Chercheurs en Informatique de France) regroupe les enseignants-chercheurs et chercheurs en informatique. Elle a pour vocation la promotion de la discipline informatique en enseignement et en recherche tant dans l'université, au sens large, que dans la société.

Le Conseil d'administration de SPECIF est composé de 24 administrateurs, renouvelables par tiers tous les ans. Le président actuel est Max Dauchet (professeur à Lille 1) et les vice-présidents Marie-Claude Gaudel (professeur à Paris 11 - Orsay) pour la recherche et Camille Bélissant (professeur à Grenoble) pour l'enseignement.

Il est difficile de résumer en quelques lignes les activités d'une association qui compte actuellement plus de 700 membres. Nous nous contenterons donc d'évoquer brièvement les dossiers les plus marquants de l'année écoulée. De plus amples informations sur SPECIF et ses activités sont disponibles sur le serveur Web de l'association à l'adresse

<http://dept-info.labri.u-bordeaux.fr/\textsc{specif}/>

- SPECIF mène une réflexion permanente sur les problèmes de la recherche en informatique, partagée — plus que d'autres encore en raison des impacts socio-économiques de la discipline — entre recherche fondamentale et appliquée et sur la nécessaire structuration de cette recherche. C'est ainsi que lors de son congrès 1998, SPECIF a organisé une journée de présentation des programmes de recherche nationaux et européens avec différents responsables de la commission européenne, du MENRT, du CNRS et de l'INRIA.

- SPECIF a créé en 1998 un prix scientifique récompensant chaque année une excellente thèse en Informatique. Les premiers lauréats, choisis par un jury d'universitaires et chercheurs présidé par Gilles Kahn, membre de l'Académie des sciences, ont été récompensés lors du congrès annuel de SPECIF.

- SPECIF a créé un serveur pédagogique « Spédago » qui se veut avant tout une base de données de cours d'informatique en ligne. Il s'adresse aux enseignants et étudiants souhaitant trouver sur Internet des informations complémentaires concernant les cours qu'ils enseignent ou qu'ils suivent.

- SPECIF milite pour l'existence d'enseignements d'informatique dans les lycées et classes post-bac. Associé à la réforme qui a conduit à la création d'une réelle option informatique dans les classes préparatoires, SPECIF essaye depuis des années d'obtenir la création de concours d'enseignement (CAPES et agrégation) d'Informatique qui sont les seuls à même de garantir, comme c'est le cas pour toutes les autres disciplines, une formation conséquente, uniforme et de qualité (même si les volontaires actuels sont en général irréprochables, le système présent ne pourra fonctionner bien longtemps en l'état). C'est dans cet esprit que SPECIF a été à l'initiative d'une proposition au ministère d'un CAPES

bi-disciplinaire mathématiques et informatique. Le canevas de programme — qui comme rappelé dans le préambule se voulait une base de travail et en aucun cas un document définitif — se trouve un peu plus loin ci-dessous.

- SPECIF est intervenue auprès du MENRT, conjointement avec les organisations professionnelles, pour que soit créé l'OFMI, Observatoire des Formations et des Métiers en Informatique et technologies de l'information.
- SPECIF a organisé une journée de travail sur la formation continue qui prend une place croissante dans nos missions d'enseignants-chercheurs, en particulier en raison de l'évolution extrêmement rapide de certaines techniques ou outils liés à la discipline Informatique.
- SPECIF a œuvré pour que la discipline Informatique puisse être enseignée à son juste niveau dans les DEUG, en particulier dans les mentions du DEUG sciences qui donnent accès de plein droit à un second cycle universitaire en Informatique.

La section 27 du CNU (Informatique) dont est issue la quasi-totalité des membres de SPECIF est la plus nombreuse, toutes sections confondues, faisant ainsi de l'Informatique une des premières disciplines universitaires. Près de 1200 des 2000 membres de cette section ont été recrutés dans les dix dernières années. La plupart d'entre eux sera donc encore en poste en 2025 !

SPECIF souhaite représenter du mieux possible cette communauté jeune et dynamique auprès des pouvoirs publics et des professionnels et promouvoir ainsi la discipline Informatique.

Max Dauchet
professeur des universités
président de SPECIF
Université de Lille 1
dauchet@lifl.lifl.fr

Antoine Petit
professeur des universités
membre du CA de SPECIF
ENS de cachan
Antoine.Petit@lsv.ens-cachan.fr

Proposition de canevas de programme d'un CAPES mathématiques et informatique

Composition du groupe de travail :

- Antoine PETIT, professeur des universités, ENS de cachan
- Claudine RUGET, inspecteur général de l'Education nationale
- Jean VUILLEMIN, professeur des universités, ENS Ulm

Le présent document propose un canevas d'un possible CAPES bi-disciplinaire mathématiques et informatique. Une réflexion complémentaire devra être menée pour descendre à un niveau de détails suffisant et construire ainsi un réel programme (comparable par exemple avec celui du CAPES de mathématiques actuel). Il est bien évident que cette réflexion devra également intégrer des éléments aussi divers que la nature de la formation préparant à ce CAPES, le profil attendu des candidats et les missions des futurs certifiés.

Nous pensons néanmoins que ce canevas montre clairement la faisabilité technique et scientifique d'un programme complet de CAPES mathématiques et informatique.

Canevas de programme d'un CAPES mathématiques et informatique

Ce canevas est, pour simplifier sa lecture, constitué de deux parties indépendantes : mathématiques et informatique. Il est néanmoins bien évident que les interactions entre ces deux champs disciplinaires devront être particulièrement mises en avant. Parmi beaucoup d'autres, et à titre purement illustratif, citons l'utilisation des nombres premiers en cryptographie ou bien les liens entre arithmétique binaire et circuits logiques. De même, toutes les sections du programme s'y prêtant, tant dans la partie mathématique que dans la partie informatique, devront être l'occasion de souligner le caractère effectif des résultats obtenus, d'écrire les algorithmes relatifs et de les programmer.

Tout candidat devra maîtriser parfaitement au moins un langage de programmation (Pascal, C, C++, Java, ML, LISP,...) et être capable d'utiliser un logiciel de calcul formel.

A — Mathématiques

ALGÈBRE

(1) Nombres et structures

(a) Ensembles

Vocabulaire élémentaire relatif aux ensembles, lois de composition, applications, relations d'équivalence et d'ordre.

(b) Groupes

(i) Groupes, morphismes de groupes. Sous-groupes. Groupes cycliques. Ordre d'un élément. Sous-groupe distingué, groupe quotient. Groupe opérant sur un ensemble, orbites.

(ii) Permutations d'un ensemble fini, groupe symétrique.

(c) Anneaux et corps

(i) Anneaux unitaires, morphismes d'anneaux. Sous anneaux.

(ii) Anneaux commutatifs, anneaux intègres ; idéaux. Corps commutatifs, sous corps, caractéristique.

(d) Nombres entiers, nombres rationnels

(i) Raisonnement par récurrence. ensembles finis

(ii) Anneau \mathbb{Z} . Divisibilité dans \mathbb{Z} . Division euclidienne. Idéaux de \mathbb{Z} .

(iii) Arithmétique binaire.

(iv) Nombres premiers.

(v) Congruences.

(2) Polynômes et fractions rationnelles

La lettre K désigne ici un sous corps de \mathbb{C} .

(a) Polynômes à une indéterminée

(i) Algèbre $K[X]$

L'anneau $K[X]$ est intègre ; divisibilité dans $K[X]$, division euclidienne ; Idéaux de $K[X]$. Polynômes irréductibles, décomposition en facteurs irréductibles. PGCD, PPCM.

(ii) Racines des polynômes, multiplicité. Relations entre les coefficients et les racines d'un polynôme scindé. Résultant et discriminant. Notions élémentaires sur l'élimination.

(iii) Théorème de D'Alembert ; polynômes irréductibles dans $\mathbb{C}[X]$ et dans $\mathbb{R}[X]$.

(b) Fractions rationnelles à une indéterminée

(i) Corps $K[X]$

(ii) Fonctions rationnelles, pôles et zéros

(iii) Décomposition en éléments simples

(3) Algèbre linéaire

(a) Espaces vectoriels

(i) Espaces vectoriels. Applications linéaires. Espace vectoriel produit d'une famille finie d'espaces vectoriels.

(ii) Sous espaces vectoriels : sous espace engendré par une partie, somme de sous espaces, somme directe, projecteurs.

(iii) Bases.

(b) Espaces vectoriels de dimension finie

(i) Dimension d'un espace de dimension finie, dimension d'un sous espace, d'une somme directe.

- (ii) Rang d'une application linéaire, formes linéaires et hyperplans.
- (iii) Dualité.
- (c) Matrices
 - (i) Espace des matrices à p lignes et n colonnes ; produit, transposition. Groupe linéaire. Matrices symétriques et antisymétriques.
 - (ii) Matrice d'une application linéaire. Effet d'un changement de base.
 - (iii) Trace d'une matrice carrée.
 - (iv) Rang d'une matrice.
 - (v) Systèmes d'équations linéaires.
- (d) Applications multilinéaires, déterminants
 - (i) Définition des applications multilinéaires, des applications symétriques et alternées.
 - (ii) Déterminant de n vecteurs dans une base d'un espace vectoriel de dimension n .
 - (iii) Déterminant d'un endomorphisme, d'une matrice carrée.
 - (iv) Applications des déterminants (inverse d'une matrice, orientation d'un espace vectoriel, résolution des systèmes linéaires).
 - (e) calcul matriciel
- (4) Espaces euclidiens
 - (a) Espaces euclidiens
 - (i) Isomorphisme canonique avec le dual. Sommes directes orthogonales.
 - (ii) Adjoint d'un endomorphisme.
 - (iii) Groupe orthogonal et groupe spécial orthogonal.
 - (iv) Déterminant de n vecteurs dans un espace euclidien orienté de dimension n . produit vectoriel.
 - (v) Dans le cas des dimensions deux et trois, étude géométrique des endomorphismes orthogonaux.
 - (vi) Similitudes en dimension deux et trois.
 - (b) calcul matriciel et normes euclidiennes
 - (i) Problème des moindres carrés.
 - (ii) Décomposition QR.
- (i) Suites convergentes, divergentes, suites de Cauchy. Relations de comparaison.
- (ii) Suites monotones de nombres réels.
- (iii) Théorème du point fixe pour une application contractante d'un intervalle fermé de \mathbb{R} dans lui-même.
- (iv) Étude asymptotique.
- (v) Étude de suites définies par une relation de récurrence. Approximation d'une solution d'une équation numérique.
- (b) Fonctions d'une variable réelle
Les fonctions sont ici définies sur un intervalle de \mathbb{R} et à valeurs réelles ou complexes. Limite, continuité ; image d'un intervalle, d'un segment par une application continue.
- (c) Espaces vectoriels normés, réels ou complexes
 - (i) Normes et distances induites. Voisinages.
 - (ii) Limite d'une application suivant une partie, continuité en un point.
 - (iii) Suites
 - (iv) Applications linéaires continues.
 - (v) Normes matricielles.
- (d) Espaces complets
 - (i) Suites de Cauchy.
 - (ii) Séries dans un espace normé complet.
 - (iii) Théorème du point fixe pour les applications contractantes d'une partie fermée d'un espace complet.
- (2) Fonctions d'une variable réelle : calcul différentiel et intégral.
 - (a) Approximation des fonctions sur un segment.
 - (b) Dérivation.
 - (i) Inégalité des accroissements finis. Prolongement des applications de classe C^1 sur un intervalle privé d'un point.
 - (ii) Extremums locaux des fonctions dérivables réelles.
 - (iii) Fonctions de classe C^k .
 - (iv) Fonctions convexes.
 - (c) Intégration sur un segment
Les connaissances exigibles portent sur l'intégration des fonctions continues par morceaux.
 - (i) Propriétés de l'intégrale.

ANALYSE

- (1) Suites et fonctions
 - (a) Suites de nombres réels ou complexes

- (ii) Primitives d'une fonction continue.
- (iii) Inégalité des accroissements finis.
- (iv) calcul approché d'une intégrale.
- (d) Etude locale des fonctions
Développements limités; Exemples de développements asymptotiques.
- (e) Fonctions usuelles

(3) Séries

- (a) Séries de nombres réels et complexes
 - (i) Séries à termes positifs. Critères de convergence.
 - (ii) Séries à termes réels ou complexes. Transformation d'Abel.
 - (iii) Espace vectoriel des séries. Série produit de deux séries.
 - (iv) calcul approché de la somme d'une série convergente.

(b) Séries de fonctions

Les fonctions considérées sont à valeur dans un espace de dimension finie sur \mathbb{R} ou \mathbb{C} .

- (i) Convergence simple, convergence uniforme sur un ensemble. Convergence normale.
- (ii) Continuité de la somme d'une série en un point. Intégration terme à terme.
- (iii) Exemple d'étude d'une fonction définie par la somme d'une série.

(c) Séries entières

Les coefficients sont réels ou complexes.

- (i) Rayon de convergence; propriétés de la somme.
- (ii) Dans le cas réel, dérivation et intégration terme à terme. Développement en série de $\exp(x)$, $\ln(1+x)$, et $(1+x)^a$, où a est réel.
- (iii) Définition de l'exponentielle complexe et des fonctions trigonométriques complexes.

B — Informatique

(1) Architecture – Systèmes

- (a) Circuits logiques
 - (i) Portes logiques, algèbre de Boole.
 - (ii) Circuits combinatoires, arithmétiques, à mémoire.
- (b) Architecture
 - (i) Jeux d'instructions et modèles d'exécution.
 - (ii) Machines RISC.

(iii) Structure d'un ordinateur.

(c) Systèmes d'exploitation

- (i) Architecture d'un système d'exploitation, exemples de systèmes.
- (ii) Services d'un système d'exploitation.

(2) Algorithmique – Programmation

(a) Notions de calculabilité et de complexité

- (i) Exemples de problèmes indécidables.
- (ii) Notions de complexité en temps et en espace.
- (iii) La classe NP à travers des exemples.

(b) Données, contrôle, récursivité

- (i) Types atomiques, tableaux, enregistrements.
- (ii) Structures de contrôle.
- (iii) Structures de données : listes, ensembles, arbres, graphes.

(c) Analyse de problèmes

- (i) Analyse structurée.
- (ii) Analyse orientée-objet.

(d) Programmation

Tout candidat devra maîtriser parfaitement au moins un langage de programmation (Pascal, C, C++, Java, ML, LISP,...). Des éléments des différents types de programmation (impérative, fonctionnelle, orientée-objet) sont également requis.

(3) Réseaux et Bases de données

(a) Réseaux

- (i) Codage et transmission de l'information.
- (ii) Mécanismes d'adressage, de routage, de reprise sur erreur.
- (iii) Applications : le courrier électronique, Web,...

(b) Bases de données

- (i) Description logique.
- (ii) Organisations physiques et algorithmes.
- (iii) Mécanismes d'interrogations.

(4) Automates finis – Compilation

(a) Automates finis

- (i) Exemples de modélisations par automate fini.
- (ii) Automates déterministes, non déterministes.
- (iii) Représentation des automates par des circuits.

- (iv) Expressions rationnelles, langages associés.
- (b) Analyse lexicale et syntaxique et compilation
- (i) Notions de grammaires algébriques et d'arbres de dérivation.
- (ii) Eléments d'analyse lexicale, syntaxique et de compilation.