

Réforme du lycée, identification de besoin de formation en informatique en CPGE (UPS pour Liesse)

Dans la continuité de la réforme du lycée (qui arrive en terminale cette année) les programmes des CPGE scientifiques vont plus ou moins évoluer. Les programmes officiels ne sont pas encore sortis mais les grandes lignes en sont désormais connues (voir documents annexés, présentés en AG de l'UPS en juin 2020 par l'Inspection Générale de l'Education Nationale), ce qui permet d'identifier des besoins de formation des enseignants de CPGE, en particulier en informatique.

Ces besoins se déclinent suivant 4 axes différents :

1. création d'une nouvelle filière MPI où l'informatique tiendra une place importante, avec un programme ambitieux. Une vingtaine de classe de première année est envisagée.
2. modification du programme d'information tronc commun (toutes filières)
3. modification du programme de l'option informatique en MP
4. introduction dans les cours de sciences-physiques de capacités numériques

I A propos des points 1 à 3

Nous avons organisé une consultation des adhérents de l'UPS pendant les vacances de la Toussaint pour évaluer la pertinence de proposer des stages de formation.

Cette consultation a donné lieu à 206 réponses, dont 161 enseignants de tronc commun et 27 d'option informatique. Partant des programmes attendus, nous avons suggéré différents points, les collègues devaient répondre s'ils étaient intéressés par une formation, et éventuellement préciser (langage, axes 1 2 ou 3). Les résultats sont les suivants :

Méthodes de programmation et algorithmique :

spécification, annotation, choix de conception, terminaison, preuves de programmes, tests associés, récursivité, diviser pour régner, complexité, min-max, programmation dynamique. Les 3 axes sont concernés mais avec des langages différents :

- Python (tronc commun) : 152
- OCaml (option info et MPI): 25
- C (MPI): 34

Étude approfondie du langage OCaml : option informatique de MP et la filière MPI

- 34

Langage C & structures de données en C : pointeurs, portée syntaxique ; tableau, liste, pile, file, dictionnaire, ... (filière MPI)

- 40

Utilisation de Linux ; redirections, pipes ; fichiers, inodes, etc. (filière MPI ou pour les intéressés)

- 66

Graphes :

- bases (vocabulaire et notations), pondération et étiquettes, parcours (applications aux cycles et à la connexité), plus court chemin (Dijkstra, A*), (tronc commun en 1re année)
- arbre couvrant dans un graphe pondéré (Kruskal), graphe biparti, couplage (filière MPI et option informatique) ;.....

- Tronc commun : 157
- MPI/option : 30

Notion de structure de données ; structures de données usuelles : type abstrait ; pile, file, tableau, etc.(tronc commun 1re année)

- 136

Dictionnaires et programmation dynamique : clés, hachage, exemples en Python, mémoïsation,(tronc commun en 2è année)

- 129

Algorithmes pour l'intelligence artificielle :

- Apprentissage supervisé (k plus proches voisins), non supervisé (k-moyennes, convergence). Jeux à deux joueurs sur un graphe biparti (stratégies et positions gagnantes). Heuristique, min-max (tronc commun en 2è année)
 - ce qui précède plus arbre de décision, élagage alpha-beta. Algorithme A*, surapprentissage, ... (filière MPI)

- Tronc commun : 134
- MPI : 32

Bases de données & SQL (Tronc commun 2è année et MPI)

- Tronc commun : 85
- MPI : 18

Logique et déduction naturelle (option informatique de MP et filière MPI) :

Variables propositionnelles, connecteurs logiques, arité, formules, satisfiabilité, modèles, tautologie, antilogie, lois de De Morgan, tiers exclu, conséquence logique, forme normale conjonctive, forme normale disjonctive, problème SAT, déduction naturelle, règle d'inférence, dérivation, arbre de preuves. Exemples en OCaml....

- 33

Langages formels :

-langages réguliers (option informatique de MP)
 -grammaires non contextuelles (filière MPI)

- 28

Décidabilité et classes de complexité (filière MPI)

- 28

Concurrence et synchronisation (filière MPI)

- 4

II A propos du point 4

Nous avons listé les capacités numériques intégrées aux programmes de physique et de chimie. Certains collègues sont très peu formés à l'informatique, il faudrait prévoir des stages de différents niveaux, y compris grands débutants.

Extrait du préambule des programmes :

“ L'introduction de capacités numériques dans le programme prend en compte la place nouvelle des sciences numériques dans la formation des scientifiques notamment dans le domaine de la simulation. Elles offrent aux étudiants la possibilité d'effectuer une modélisation précise du monde réel, par exemple par la prise en compte d'effets non linéaires.>>

Concrètement, il s'agit de :

- Faire appréhender aux étudiants les algorithmes et méthodes numériques mis en oeuvre par les différents logiciels de traitement des données (dont l'utilisation est toujours recommandée par ailleurs)
- Recourir dès que possible aux fonctions utiles disponibles dans les modules de la bibliothèque standard de Python(numpy, scipy, matplotlib, random) en s'appuyant sur la documentation
- Développer, grâce au codage, des capacités utiles à la physique-chimie : raisonnement, logique, décomposition d'un problème complexe en étapes plus simples

Plus précisément, le programme de première année prévoit des capacités numériques dans les différents champs des sciences physiques suivants (extraits des documents des IG de physique et de chimie diffusées lors de l'AG de l'UPS 2020) :

Mesures et incertitudes :

- Incertitude type et composé : simuler, à l'aide d'un langage de programmation ou d'un tableur, un processus aléatoire permettant de caractériser la variabilité de la valeur d'une grandeur composée.
- A l'aide d'un langage de programmation ou d'un tableur, simuler un processus aléatoire de variation des valeurs expérimentales de l'une des grandeurs –simulation Monte-Carlo – pour évaluer l'incertitude sur les paramètres du modèle.

Ondes et signaux :

- Point de fonctionnement d'un circuit
- Simulation de la réponse d'un système linéaire du premier ordre à une excitation par la méthode d'Euler
- Simulation de l'action d'un filtre sur un signal périodique

Mécanique

- Résolution numérique d'une équation différentielle du deuxième ordre non-linéaire
- Obtention des trajectoires d'un point matériel dans un champ de force centrale conservatif

Thermodynamique

- Tracé de courbes isothermes ou isobare
- Modélisation des variations de température et de pression dans l'atmosphère

Transformation chimique

- Déterminer, à l'aide d'un langage de programmation, l'état final d'un système, siège d'une transformation, modélisée par une ou deux réactions à partir de conditions initiales et valeurs(s) de la(es) constante(s) d'équilibre.
- A l'aide d'un langage de programmation ou d'un logiciel dédié, tracer l'évolution temporelle d'une concentration ; d'une vitesse volumique de formation ou de consommation, d'une vitesse de réaction et tester une loi de vitesse donnée.

Evolution d'un système et mécanismes réactionnels

- Établir un système d'équations différentielles et le résoudre numériquement afin de visualiser l'évolution des concentrations au cours du temps dans le cas d'un mécanisme à deux actes élémentaires successifs. Mettre en évidence les approximations de l'étape cinétiquement déterminante ou de l'état stationnaire d'un intermédiaire réactionnel.
- Établir un système d'équations différentielles et le résoudre numériquement, avec un langage de programmation, afin de visualiser l'évolution des concentrations au cours du temps pour mettre en évidence les situations de contrôle cinétique ou thermodynamique.

Réaction acide-base et précipitation

Tracer, à l'aide d'un langage de programmation, le diagramme de distribution des espèces d'un ou plusieurs couple(s) acide-base, ou d'espèces impliquées dans une réaction de précipitation.