

Informatique

Présentation du sujet

Le sujet porte sur les méthodes et algorithmes de simulation de problèmes à N corps, tels que la dynamique gravitationnelle. La prédiction d'une éclipse ou du passage d'une comète nécessite des calculs précis sur de grandes échelles de temps et de distances.

La première partie consiste à valider les compétences de base en programmation, au travers de quelques fonctions très simples, utiles pour la suite du sujet.

La seconde partie vise à exprimer et programmer deux schémas d'intégration numérique : le schéma d'Euler explicite et le schéma de Verlet. Ces schémas sont appliqués à l'équation d'un oscillateur harmonique afin de comparer leurs performances et montrer que le schéma de Verlet assure une meilleure précision pour les problèmes conservatifs.

La troisième partie consiste à appliquer le schéma de Verlet dans le cadre d'un problème de dynamique gravitationnelle à N corps. Une analyse de la complexité permet de montrer que le temps de calcul varie avec le carré du nombre de corps. Cette conclusion est confirmée par des tests expérimentaux.

La quatrième partie s'intéresse au stockage des données célestes dans une base de données et aux manipulations d'extraction des informations utiles à la simulation. Elle se termine par la fonction principale permettant de lancer le calcul.

Analyse globale des résultats

Le sujet est de longueur raisonnable pour le temps imparti. De nombreux candidats abordent la totalité du sujet.

Pour cette première épreuve d'informatique, le jury se réjouit du niveau satisfaisant des copies. Le langage est bien maîtrisé et permet de traduire les solutions aux questions sans difficulté. Certains candidats ont très bien compris le fil conducteur du sujet et proposent des programmes clairs et bien construits.

Seule une petite proportion des candidats (de l'ordre de 5 %) a des difficultés à manipuler les données (les listes) ou construire leurs programmes.

Les questions relatives aux bases de données sont moins bien réussies et montrent des lacunes importantes en langage SQL.

Les difficultés syntaxiques ne sont pas un élément discriminatoire. Les réponses pertinentes d'un point de vue algorithmique sont valorisées.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux candidats

Au regard des copies évaluées, le jury propose aux futurs candidats de prêter attention aux remarques suivantes :

- l'indentation en python délimite les blocs d'instructions et doit apparaître clairement dans la rédaction ;
- l'initialisation d'une variable dans une boucle ou hors de la boucle n'a pas les mêmes conséquences pour l'algorithme ;

- le nombre d'itérations d'une boucle doit être bien réfléchi, en notant que la fonction `range(n)` permet d'effectuer n itérations indicées de 0 à $n - 1$;
- l'opérateur `+` appliqué à deux listes (`L1+L2` conduit à la concaténation des listes, le même opérateur appliqué à deux tableaux (`numpy.array`) conduit à la somme des éléments du tableau ;
- la concision et l'élégance des programmes sont appréciées dans l'évaluation ;
- des noms de variables explicites aident à la compréhension du code ;
- il convient de distinguer valeur exacte et valeur approchée dans l'écriture d'un schéma numérique ;
- dans une démonstration ou dans l'écriture d'un code, une justification minimale est attendue. Si une question demande d'établir un résultat, les principales étapes de la démonstration doivent être portées sur la copie. À l'opposé, toutes les étapes d'un calcul ne nécessitent pas d'être portées sur la copie. Outre la correction de la démonstration, le jury évalue la pertinence des choix quant aux éléments d'informations portés à sa connaissance par le candidat ;
- l'ordre des questions importe. Prendre soin de traiter les questions en respectant leur ordre dans le sujet. La présentation d'une copie fait également partie des compétences attendues d'un candidat à une école d'ingénieur.

Première partie

Les deux premières questions sont une aide aux candidats permettant de souligner le rôle particulier des opérateurs `+` et `*` pour les listes. Quelques candidats n'ont pas relevé la différence avec les tableaux.

Les trois fonctions simples demandées sont très bien réussies par les candidats.

Deuxième partie

Cette partie met en œuvre deux schémas numériques. Le schéma d'Euler explicite est bien connu des candidats. L'accent doit néanmoins être mis sur la rigueur et la présentation. Bien que relativement simples, ces questions sont parfois traitées sans explications ou justifications minimales.

De la même façon, certains blocs de codes doivent être commentés. Le candidat est juge des parties importantes qu'il estime devoir faire l'objet de commentaires. Par ailleurs, l'écriture d'un code peut être introduite par une phrase explicative, souvent absente. Quelques questions font appel au calcul. Même si ce dernier n'aboutit pas, il importe de l'initier et d'en montrer les principales étapes.

Il faut tenir compte des résultats mentionnés dans les questions précédentes. Trop de candidats affirment que le schéma de Verlet conserve l'énergie quand un calcul précédent montre une légère variation.

Enfin, des questions établissent un lien entre l'informatique et des disciplines scientifiques enseignées en classes préparatoires. Le traitement de ces questions doit présenter la même rigueur que dans les disciplines d'origine.

Troisième partie

L'écriture de fonctions Python calculant les forces a généralement été convenablement traitée. Cependant, de nombreux candidats n'exploitent pas les fonctions initialement introduites au début

de l'épreuve. De fait, même quand le code est correct, il présente une lourdeur d'écriture évidente. De plus, il est révélateur de la difficulté rencontrée par certains candidats à prendre du recul sur le sujet. C'est pourquoi le jury invite les candidats à ne pas se précipiter dans l'écriture d'un code. Il convient d'abord de s'interroger sur l'existence de fonctions préalablement construites qui peuvent aider à l'écriture du nouveau code. Cette remarque fait écho à la partie du programme officiel qui souligne l'importance d'une organisation modulaire des programmes ainsi que sur la nécessité d'une programmation structurée.

Globalement, les calculs de complexité, relativement simples dans cette épreuve, n'ont pas présenté de difficultés.

Quatrième partie

Cette partie est la moins réussie de l'épreuve. La majorité des candidats ne maîtrise pas le langage SQL. Le jury a cependant fait preuve de bienveillance dès lors qu'une requête était exprimée sous une forme logique satisfaisante.

Conclusion

Le sujet aborde la majeure partie du programme d'informatique commune. Le choix d'un sujet s'appuyant sur une application concrète de l'informatique assure une cohérence avec la formation d'ingénieur. Cette approche sera reconduite sur des problématiques de simulation ou d'algorithmique courantes en informatique.

Les bons résultats à cette épreuve montrent que les étudiants, soutenus par leurs professeurs, ont su dès la première année montrer des compétences affirmées en informatique. Le jury encourage les futurs candidats à travailler l'informatique en alliant réflexion sur feuille de papier et mise en œuvre des algorithmes sur ordinateur.