

Matière pour les questions théoriques de l'examen du cours AMS301

Commentaires préliminaires

- Vous aurez des questions (*parfois courtes*) correspondants à plusieurs séances de cours.
- Les questions *en bleu* demandent un peu plus de temps pour répondre (*discussion d'un programme, d'un algorithme ou d'une méthode*). Pour ces questions, nous afficherons un bout de code, un bout d'algorithme et/ou un schéma relatif à la question posée pour faciliter les explications. *Vous aurez au moins une question en bleu !*
- Les questions ci-dessous ne seront pas forcément posées telles quelles. Si vous êtes à l'aise, on pourra poser des questions un peu plus avancées.

Cours 1 (*Architectures, algorithmique et programmation parallèle*)

- Expliquer les notions suivantes : processeur (CPU), carte graphique (GPU), mémoire vive (RAM), disque dur (HDD), cœur, nœud de calcul, réseau d'interconnexion, processus, communication, synchronisation, stratégie « *divide and conquer* ».
- Expliquer ce qu'est un « *deadlock* » et donner un exemple.
- Expliquer ce que fait un petit programme parallélisé vu au cours, ou légèrement plus compliqué que ceux vu au cours. (*Un programme est montré sur un slide. Vous devez prédire/expliquer ce qui va se passer à l'exécution.*)
- Expliquer la signification des fonctions suivantes : MPI_Init, MPI_Finalize, MPI_Send, MPI_Recv, MPI_Comm_size, MPI_Comm_rank. (*On ne demande pas le détail des entrées de chaque fonction, uniquement le rôle et l'utilisation de chaque fonction.*)

Ne font pas partie de la matière : les détails sur les machines (slides 10 à 16) + slides 20 à 22.

Cours 2 (*Algorithmique et programmation parallèle — Suite*)

- Expliquer et différencier les notions de calcul parallèle et de calcul en concurrence.
- Expliquer les notions suivantes : décomposition de domaine, décomposition 1D/2D/3D, décompositions par maille/par nœuds, décomposition fonctionnelle, communications locale/globale, diffusion, réduction, schémas de communication structuré/non-structuré.
- Expliquer la parallélisation d'un algorithme simple vu au cours, ou légèrement plus compliqué que ceux vu au cours. (*Un algorithme est montré sur un slide. Vous devez expliquer/discuter.*)
- Expliquer les notions suivantes : communication point-à-point, communication collective, modes bloquant/non-bloquant, synchronisation.
- Expliquer la signification des fonctions suivantes : MPI_Isend, MPI_Irecv, MPI_Wait, MPI_Barrier, MPI_Wtime, MPI_Bcast, MPI_Reduce. (*On ne demande pas le détail des entrées de chaque fonction, uniquement le rôle et l'utilisation de chaque fonction.*)

Ne font pas partie de la matière : slides 22 et 24

Cours 3 (*Méthodes itératives stationnaires — Résolution parallèle par différences finies*)

- Principe des méthodes directes/itératives avec avantages/inconvénients.
- Définir les notions suivantes : matrice d'itération, méthode stationnaire/instationnaire, résidu, erreur, consistance, convergence, critère d'arrêt.
- Expliquer le principe de la décomposition régulière et l'écriture des schémas stationnaires.
- Expliquer les différentes méthodes stationnaires vues au cours (*Jacobi, Gauss-Seidel, relaxation, par points, par blocs*), discuter les avantages et inconvénients, discuter la parallélisation pour des matrices denses.

- Expliquer les différentes étapes pour la résolution parallèle d'un problème elliptique 2D par différences finies : écriture du système linéaire, écriture du schéma itératif (*Jacobi ou Gauss-Seidel*) et discussion de la parallélisation.

Ne fait pas partie de la matière : slide 8

Cours 4 (Analyse de la performance parallèle et algèbre linéaire dense en parallèle)

- Définir les notions suivantes : temps de communication, temps de latence, l'accélération, l'efficacité, scalabilité faible, scalabilité forte.
- Expliquer la loi d'Amdahl.
- Discuter les communications sur une grille régulière partitionnée. Effet surface/volume.
- Expliquer et discuter quelques stratégies de parallélisation du produit matriciel de matrices denses.

Cours 5 (Méthodes directes)

- Principe de la résolution itérative des systèmes triangulaires : aspects théoriques, aspects algorithmiques et parallélisation.
- Expliquer les principes de l'élimination de Gauss et de la factorisation de Gauss. Notion de pivot et de matrice de permutation. Discuter l'existence et l'unicité de la factorisation de Gauss avec/sans permutation. Discuter les aspects algorithmique (*complexité*).

Ne font pas partie de la matière : les différentes factorisations (slides 12 et 17), les propriétés des matrices de permutations (slide 16).

Cours 6 (Méthodes itératives instationnaires)

- Expliquer la construction des méthodes itératives instationnaires vues au cours (*méthode de la plus grande pente, gradient conjugué et GMRES*) : choix de la direction d'avancée et choix du pas pour les méthodes. Discuter la convergence et les aspects algorithmiques de ces méthodes. Lien avec les espaces de Krylov.
- Expliquer ce qu'est un espace de Krylov. Propriétés de la solution de la méthode du gradient conjugué à l'itération k (*résultats des slides 13 et 14*).
- Principe de la méthode du GMRES (*les deux étapes indiquées sur le slide 15*) et les propriétés théoriques/algorithmiques (*slide 17*). Comparaison de ces propriétés avec celles du gradient conjugué.

Ne font pas partie de la matière : les propriétés en gris sur le slide 12, le slide 13 (sauf résultat), le texte en gris sur le slide 15, et le slide 16.

Cours 7 (Résolution parallèle par éléments finies)

Le cours 7 ne fait pas partie de la matière pour les questions théoriques car il est lié au projet 2. Toutefois, des questions de compréhension directement liées au projet 2 pourront être posées dans le cadre de l'évaluation de ce projet.

Cours 8 (Méthodes de décomposition de domaine)

- Expliquer le principe des méthodes stationnaires par bloc, et en quoi elles peuvent être considérées comme des méthodes de décomposition de domaine.
- Expliquer le principe des méthodes itératives de Schwarz. Comparer avec les méthodes stationnaires par bloc.
- Expliquer le principe du préconditionnement. Expliquer le lien entre les méthodes stationnaires par bloc et le préconditionnement.

Ne font pas partie de la matière : les taux de convergence sur le slide 4, slide 18, algorithme du gradient conjugué préconditionné (boîte dans le slide 22).