

# Informatique

## Semestre 9PRCD - Parallélisme, Régulation et Calcul Distribué

MODULE	UE	INTITULÉ	INTERVENANTS	COEF. /ECTS	
	<b>I9PRCD-D</b>	<b>Algorithmique et applications</b>	J. ROMAN (Resp.)	<b>5.00</b>	
IS309		Algèbre linéaire creuse	E. AGULLO L. GIRAUD J. ROMAN (Resp.)	3.50	p. 0
IS310		Algorithmique pour méthodes hiérarchiques	O. COULAUD (Resp.)	1.50	p. 0

# IS309 : Algèbre linéaire creuse

## Partagé par l'UE (les UEs) :

I9PRCD-D Algorithmique et applications

p. 0

## Crédits ECTS :

3.50

## Évaluation :

S1: ET(3h,E,da,ca) x3.5

## Volumes horaires :

Cours Intégré :	16.00
Travaux Dirigés :	8.00
Travail Individuel :	15.00

## Enseignant(s) :

AGULLO Emmanuel  
GIRAUD Luc  
ROMAN Jean

## Titre :

Algèbre linéaire creuse

## Résumé :

La résolution de grands systèmes linéaires est un des outils les plus utilisés et les plus consommateurs de calcul dans les applications scientifiques actuelles. Le but de ce cours est de faire une étude approfondie des algorithmes parallèles de résolution de grands systèmes d'équations linéaires creux par méthodes directes et par méthodes itératives.

La première partie sera dédiée aux problèmes algorithmiques rencontrés lors de la mise en oeuvre efficace d'un solveur direct haute performance en utilisant le modèle de graphe sous-jacent.

L'objectif de la deuxième partie de ce cours sera de présenter les algorithmes parallèles pour les méthodes itératives, et un certain nombre de méthodes de préconditionnement génériques les plus utilisées en pratique.

Les TDs/TPs consisteront en une mise en oeuvre effective de la parallélisation d'un algorithme de gradient conjugué préconditionné pour des matrices creuses au format CSR.

## Plan :

1.Première partie: Parallélisation des méthodes directes

- Modèle de graphe associé à l'élimination de Gauss, remplissage, niveaux de parallélisme
- Renumerotation par dissections emboîtées
- Solveur par blocs
- Distribution des blocs sur architectures distribuées
- Etudes de cas.

2.Deuxième partie: Parallélisation des méthodes itératives

- Introduction
  - + Rappel de notions élémentaires d'algèbre linéaire: norme de matrice, conditionnement...

- + Introduction générale sur les méthodes itératives: avantages et inconvénients par rapport aux méthodes directes.
- Méthodes itératives de base
  - + Jacobi et Gauss-Seidel
  - + Algorithmes de Jacobi et de Gauss-Seidel par blocs en parallèle.
- Format de stockage des matrices creuses
- Méthodes itératives à base de projection
  - + Espaces de Krylov
  - + Méthodes de Krylov
  - + Parallélisation d'une méthode de Krylov.
- Méthodes de préconditionnement générique
  - + Principe du préconditionnement
  - + Factorisation ILU(0)
  - + Factorisation ILU(k)
  - + Factorisation ILUtp(tol,p).

**Prérequis :**

Connaissances en algèbre linéaire et en algorithmique parallèle (modules IS104 et IS106).

**Document(s) :**

Tous documents autorisés.

**Mot(s) clé(s) :**

Algèbre linéaire creuse, méthodes directes et itératives, calcul parallèle haute performance.

# IS310 : Algorithmique pour méthodes hiérarchiques

## Partagé par l'UE (les UEs) :

I9PRCD-D Algorithmique et applications

p. 0

## Crédits ECTS :

1.50

## Évaluation :

S1: ET(30m,LA,da,ca) x1.5

## Volumes horaires :

Cours : 10.66

Travail Individuel : 4.00

## Enseignant(s) :

COULAUD Olivier

## Titre :

Algorithmique pour méthodes hiérarchiques

## Résumé :

Le calcul des interactions entre particules, par exemple coulombiennes ou gravitationnelles, est une partie importante d'un grand nombre de simulations physiques. On peut citer les domaines d'application suivants : mécanique céleste, physique des plasmas, mécanique des fluides (méthode des vortex), dynamique moléculaire mais aussi le domaine des équations intégrales. Les méthodes classiques conduisent à des algorithmes avec une complexité quadratique. L'objectif de ce cours est d'introduire des algorithmes hiérarchiques basés sur des arbres (quadtree ou octree) pour atteindre une complexité linéaire.

## Plan :

Le cours sera divisé en trois parties.  
Dans la première, nous étudierons les méthodes hiérarchiques de Barnes-Hut ainsi que la méthode des multipôles rapides. Ensuite, nous détaillerons dans une deuxième partie les structures de données et les outils pour obtenir des méthodes efficaces. Nous terminerons enfin par les différentes solutions pour paralléliser ces méthodes dans une troisième partie.

## Prérequis :

Connaissances de base du calcul parallèle et distribué.

## Mot(s) clé(s) :

Calcul parallèle et distribué haute performance, algorithmique et structures de données arborescentes, applications multi-physiques et multi-échelles.