

# Mieux calculer !

David Defour, Bernard Goossens, Philippe Langlois,  
David Parello, Guillaume Revy

prenom.nom@univ-perp.fr

DALI, Université de Perpignan et LIRMM

<http://webdali.univ-perp.fr>



**UPVD**  
Université de Perpignan Via Domitia

# Plan

- 1 Trois aspects pour mieux calculer
  - Partie 1: Précision finie
  - Partie 2: Haute performance des calculs et parallélisme d'instruction
  - Partie 3 : Interactions entre précision et nouvelles architectures performantes
- 2 Organisation
- 3 Contrôle de connaissances
- 4 Les ressources du cours
- 5 Et après ...

# Mieux calculer ?

Objectif général du cours.

*Etudier les interactions entre **précision numérique des algorithmes en précision finie – nombres flottants/fixes– et performance des unités de calcul**, avec un accent sur le **parallélisme d'instructions**, le **parallélisme de données** et quelques architectures “à la mode”.*

Trois parties

- 1 Arithmétiques flottante et fixe, algorithmes numériques et précision
- 2 Micro-architecture spéculative et parallélisme d'instructions
- 3 Interaction précision/performance pour les nouvelles architectures

# Partie 1: Précision finie

## Arithmétique flottante, arithmétique fixe

- Représentation, arrondi
- Différences entre arithmétiques réelle et flottante
- Norme IEEE-754
- Arithmétique à virgule fixe

## Algorithmes numériques et analyse de la précision finie

- Quelle est la difficulté de résoudre précisément un problème ?  
(conditionnement)
- Quel est l'effet de l'arithmétique en précision finie sur la qualité numérique d'un algorithme ? (stabilités, erreur inverse)
- Quelle est la précision de la solution calculée ? (erreur directe)
- Comment améliorer la précision de la solution calculée ? (error-free transformation et compensation)

## Partie 2: HPC et parallélisme d'instruction

### Micro-architecture spéculative

- fetch et prédiction de sauts, décodage et renommage de registres, exécution out-of-order, load spéculatifs, checkpointing

### Parallélisme d'instruction (ILP)

- Définition, mesures
- Techniques de capture d'ILP: élimination des dépendances de contrôle par la prédiction des sauts, élimination des dépendances de registres par le renommage et la prédiction de valeur, élimination des dépendances mémoire par la spéculation sur les loads

### Outil PerPI

- Une analyse automatique de l'ILP

## Partie 3 : Interactions entre précision et nouvelles architectures performantes

### Parallélisme d'instruction et architecture VLIW

- Architecture de type VLIW et parallélisme explicite (ST200 de STMicroelectronics)
- Implantations efficaces d'opérateurs flottants : rapide et certifiée
- Exemple de l'évaluation d'un polynôme

### Parallélisme de données et processeurs graphiques (GPU)

- Les GPU : une nouvelle race de processeur de course.
- Le tiercé gagnant : parallélisme de donnée / GPU / langage de haut niveau
- Les obstacles : Consommation énergétique, gestion des architectures futures, confiance dans les calculs

# Organisation en 2011–2012

**Planning** : 5 séances, jeudi, 13h15-16h30

|   |              |
|---|--------------|
| (10/11) Précision finie : calcul, amélioration          | Ph. Langlois |
| (17/11) Interaction précision et nouvelles archi : VLIW | G. Revy      |
| (24/11) Interaction précision et nouvelles archi : GPU  | D. Defour    |
| (01/12) Calcul haute performance                        | D. Parello   |
| (08/12) ILP et outil PerPI                              | B. Goossens  |

# Bibliographie

Liens sur les supports de cours (p.10).

Autres références (avec lien, parfois).

- [What Every Computer Scientist Should Know About Floating-Point Arithmetic](#), by David Goldberg, published in the March, 1991 issue of Computing Surveys. Copyright 1991, Association for Computing Machinery, Inc., reprinted by permission.

## Contrôle de connaissances

**Principe** : choix et étude d'un article de recherche (proposition des enseignants), épreuve écrite.

*Liste partielle des articles proposés – sera complétée par les intervenants :*

- 1 sur l'amélioration de la précision d'algorithmes numériques  
[Accurate evaluation of the k-th derivative of a polynomial](#)
- 2 sur la performance des algorithmes précis  
[More instruction level parallelism explains the actual efficiency of compensated algorithms](#)
- 3 sur l'implantation de fonction sur processeur VLIW
- 4 sur l'exploitation de l'ILP
- 5 Sur l'accélération des calculs grâce aux GPU

## Ressources

*Contactez les intervenants pour la mise à jour des liens en 2011*

Séance 1. Calcul en précision finie : limites et améliorations Ph. Langlois

- [slides](#) (part.1), [polycopié](#) complet et sa bibliographie, [slides](#) (part.2)

Séance 2. Interaction précision et nouvelles archi : VLIW G. Revy

- [slides](#)

Séance 3. Interaction précision et nouvelles archi : GPU D. Defour

- [slides](#)

Séances 4 et 5. HPC, micro-architecture, ILP et outil PerPI

D. Parello, B. Goossens

- [slides](#) : [micro-archi](#), [ILP PerPI](#), [supp.](#), [supp.2](#)

**Si les thèmes abordés vous intéressent,  
contacter directement les intervenants de ce cours !**

Exemples de sujets et stages de recherche

- Pour qu'une automobile ne traverse pas mon salon !
- Sur la vraie performance des algorithmes numériques
- L'outil PerPI
- Simulation de consommation électrique avec GPU
- ...

**DALI** : <http://webdali.univ-perp.fr>