

# ARCHI 07

Boussens, 19-23 mars 2007

Ecole thématique  
« Architecture des systèmes matériels enfouis  
et méthodes de conception associées »  
[www.lirmm.fr/archi07/](http://www.lirmm.fr/archi07/)

## Bilan

---

1. Bilan scientifique .....	1
Intervenants.....	1
Planning et contenu des cours .....	2
Session posters .....	4
2. Participation .....	4
3. Evaluation par les participants.....	5
4. Organisation de l'école .....	8
Comité d'organisation .....	8
Comité scientifique.....	8
5. Soutiens.....	8
6. Bilan financier.....	9
7. Annexes.....	9

---

### 1. Bilan scientifique

L'objectif de cette école était d'aborder un ensemble de thématiques liées à la conception de systèmes enfouis. Huit cours ont été proposés par des intervenants d'origine (géographique et scientifique) variée.

#### Intervenants

Nom	Statut	Laboratoire/Université
David Defour	MdC	ELIAUS / U. Perpignan
Bernard Goossens	Professeur	ELIAUS / U. Perpignan
Dominique Lavenier	DR CNRS	IRISA
Pierre Michaud	CR INRIA	IRISA
Christine Rochange	MdC	IRIT / U. Toulouse
Olivier Sentieys	Professeur	IRISA / ENSSAT
Arnaud Tisserand	CR CNRS	LIRMM
Sid Touati	MdC	PRISM/ U. Versailles

## Planning et contenu des cours

Jour	Matin	Après-midi
lundi 19 mars	arrivée - accueil	cours P. Michaud (2h) cours A. Tisserand (1h30)
mardi 20 mars	cours A. Tisserand (1h30) cours C. Rochange (2h)	cours S. Touati (3h) posters
mercredi 21 mars	cours O. Sentieys (3h)	visite Airbus
jeudi 22 mars	cours D. Lavenier (2h) posters	cours D. Defour (3h)
vendredi 23 mars	cours B. Goossens (2h) discussions	départ

### **Architecture des processeurs généralistes haute-performance**, par P. Michaud

Éléments de technologie (transistors MOSFET, portes logiques temps de réponse), mémoires dynamiques et statiques, composants logiques de base (verrou, bascule, registre), architecture générale d'un processeur, jeux d'instructions, pipeline, dépendances entre instructions, mémoires caches, mémoire virtuelle, prédiction de branchements, renommage de registres, exécution dans le désordre, exécution superscalaire, processeurs multi-flot, multi-cœurs, consommation énergétique et température.

### **Unités de calcul flottant (exemples)**, par A. Tisserand

Arithmétique des ordinateurs, systèmes de numération (représentation des entiers relatifs, des réels, virgule fixe, virgule flottante, système logarithmique).

Représentation flottante : historique, norme IEEE-754 (objectifs, formats de base, valeurs spéciales, modes d'arrondi, conversions, drapeaux ou exceptions, dynamique de la représentation. Calcul flottant.

Unités flottantes : addition, multiplication, division.

### **Comment exploiter davantage le parallélisme d'instructions (ILP)**, par B. Goossens

Parallélisme d'instructions, limitations du parallélisme (contrôle, partage de registres, accès mémoire), exécution ordonnée ou non ordonnée, dépendances sur les registres, prédiction de branchements et astuces de codage, renommage de registres, dépendances mémoire, spéculation mémoire, chargement d'instructions parallèle et astuces de codage, prédiction de branchements multiple, le mur de l'ILP, limitations liées à la fenêtre d'instructions, limitations liées au contrôle, comment dépasser le mur de l'ILP, données volatiles et rémanentes. Tous ces concepts ont été illustrés sur l'exemple de la boucle SAXPY.

### **Optimisation de codes embarqués bas niveau**, par S. Touati

Enjeux de l'optimisation de codes embarqués (diversité des systèmes embarqués et leurs caractéristiques, processeurs embarqués). Leviers d'optimisation. Structure d'un compilateur et techniques d'optimisation.

Optimisations pour la vitesse : recherche de sous-expressions communes, élimination de code mort ou inaccessible, déplacement des invariants de boucle, réductions en force, déroulage de boucles, clonage de fonctions, déplacement de code, ordonnancement d'instructions, pipeline logiciel.

Optimisations pour la mémoire : techniques de compilation (*cross jumping, tail merging*, renommage de registres, abstraction de procédure), compression de code logicielle (travaux de Kolmogorov, décomposition en flux, compression à base de dictionnaires), compression de code avec support matériel (ex : ARM Thumb), optimisation du placement mémoire (optimisation de l'allocation mémoire, mémoires scratch-pad et défis à la compilation, allocation statique ou dynamique, techniques de placement des données pour les DSPs, placement de code).

Optimisations pour l'énergie et la puissance (gestion dynamique de la tension et de la fréquence).

### **Processeurs graphiques**, par D. Defour

Applications des processeurs graphiques, position du GPU dans un système, pipeline graphique (traditionnel et nouveau).

Architecture interne d'un GPU : données, tessellation, géométrie, lumière et *vertex shader, clipping, culling*, tramage, *pixel shader*, test alpha et brouillard.

Utilisation d'un GPU : indicateurs de performance, hiérarchie mémoire, modèle mémoire, utilisation du *frame buffer*, structures de base, algorithmique (tri bitonique, tabulation de données, clusters de GPU pour la bioinformatique).

### **Architectures spécialisées pour la bioinformatique**, par D. Lavenier

Présentation du domaine (définitions, banques génomiques, opérations de base, défis).

Algorithme de base (principe, parallélisation, accélérateur systolique).

Heuristique (principe, mise en œuvre matérielle).

Indexation des données (principe, le projet ReMIX).

### **Analyse de temps d'exécution pour des applications temps-réel**, par C. Rochange

Systèmes temps-réel et temps d'exécution pire-cas (WCET).

Méthodes d'évaluation de WCET : mesures et analyse statique.

Modélisation de l'architecture cible : pipeline, mémoires caches, prédicteur de branchements.

Prise en compte de l'environnement : événements asynchrones, processeur multi-flot, architecture multi-cœurs.

### **DSP**, par Olivier Sentieys

Applications des DSPs, marché. Algorithmes de traitement du signal, fonctions typiques.

Architecture MAC / Harvard : genèse des DSPs, modélisation des générations 1 et 2, panorama des DSPs, performances.

Evolution des DSPs : DSPs conventionnels améliorés, capacités SIMD, DSP hybride MCU, VLIW, superscalaire, comparaison des performances.

Perspectives d'évolution des DSPs.

## Session posters

Nous avons proposé aux participants doctorants de présenter leurs travaux sous forme de posters. Deux sessions d'une heure ont été organisées pour permettre des discussions autour de ces posters (visibles sur le site web de l'école). Les thèmes abordés ont été les suivants :

*WCET Computation of Software Components by Partial Static Analysis*, par C. Ballabriga

*Calcul du WCET de tâches s'exécutant sur un processeur SMT*, par C. Landet

*Prédiction de branchement et calcul de temps d'exécution pire-cas (WCET)*, par C. Burguière

*Renforcement de la sécurité des cryptoprocresseurs par codage de l'information*, par J. Franca

*Data tiling for memory design space exploration*, par R. Corvino

*Processeurs SMT et temps réel strict*, par J. Barre

*Génération de simulateurs fonctionnels de processeurs*, par T. Ratsiambahotra

## 2. Participation

Il y avait 41 inscrits à cette école thématique, dont 8 intervenants. Le tableau ci-dessous indique le statut des participants (hors intervenants) :

Statut	Nombre de participants
doctorant	23
étudiant en Master 2	1
chercheur	3
enseignant-chercheur	4
ingénieur	2

Les laboratoires d'origine des participants (hors intervenants) sont :

Laboratoire/entreprise	Nombre de participants
CDTA (Alger)	1
CEA (Saclay)	3
CEA LETI (Grenoble)	1
ELIAUS (Perpignan)	3
ETIS – ENSEA (Cergy-Pontoise)	1
GIPSA-LAB (Grenoble)	1
IRCCYN	2
IRISA (Lannion)	3
IRISA (Rennes)	1
IRIT (Toulouse)	8
LESTER (Brest)	2
LESTER (Lorient)	1
LIP (Lyon)	2
LIRMM (Montpellier)	2
SESAM (St Etienne)	1
THALES (Palaiseau)	1

La liste complète des participants est donnée en annexe.

### 3. Evaluation par les participants

Une fiche d'évaluation (disponible en annexe) a été distribuée à l'ensemble de participants. Nous avons récupéré 25 fiches remplies.

21 participants ont déclaré participer à cette école pour la première fois.

Motivation de l'inscription	Nombre de réponses
Initiative personnelle	16
Incitation du directeur de recherche	7
Sollicitation des organisateurs	2

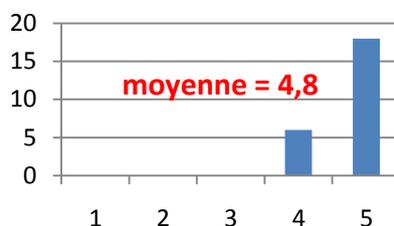
Les disciplines de recherche sont variées :

Discipline	Nombre de réponses
Informatique	15
Electronique	6
Electronique/informatique	2
Traitement du signal	1

L'ancienneté dans la recherche est de 3,7 ans en moyenne.

#### Appréciation du processus d'inscription

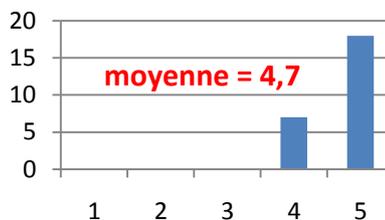
(bulletin disponible sur le site web, à renvoyer par courrier postal, fax ou email)



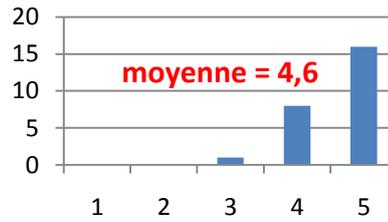
#### Appréciation sur le contenu de l'école

(en italique, figurent les commentaires des participants)

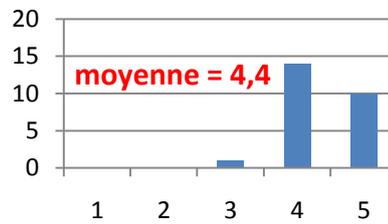
**Intérêt général**



**Contenu des interventions**

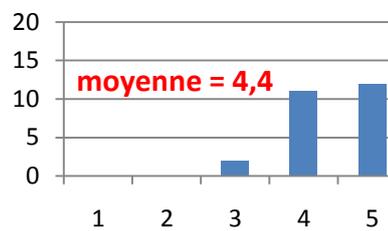


**Cohérence scientifique**

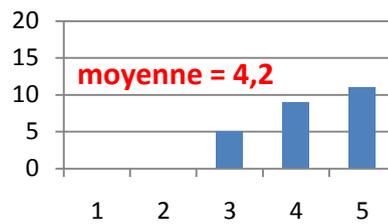


**Modalités pédagogiques**

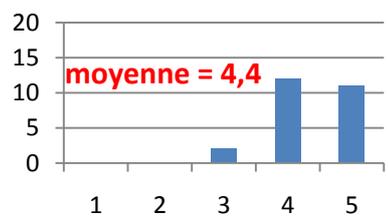
- il faudrait des séances plus interactives (ex : TP)



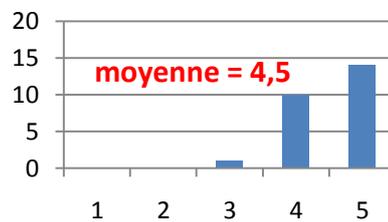
**Supports pédagogiques**



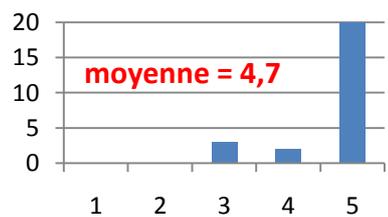
**Pédagogie des interventions**



**Contacts avec les intervenants**

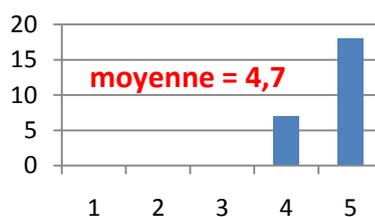


**Contacts entre participants**

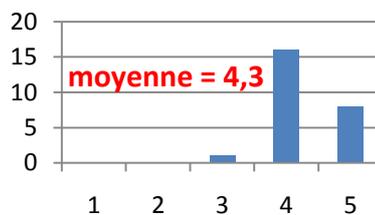


## Appréciation sur le cadre et l'organisation

### Organisation générale

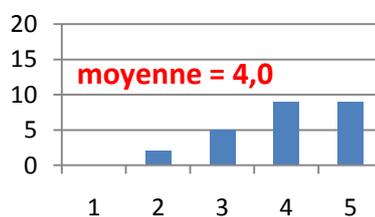


### Hébergement

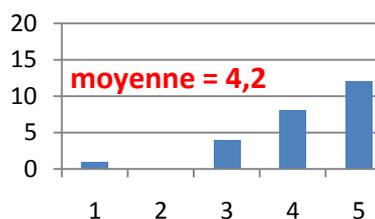


### Repas

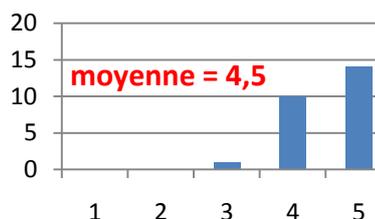
- trop longs
- trop copieux



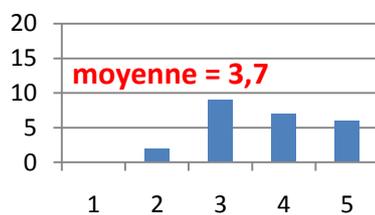
### Horaires



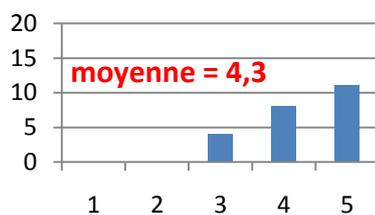
### Ambiance



### Loisirs



### Transport



## Remarques et suggestions

- thématiques suggérées pour une prochaine édition de l'école :

- *system-on-chip, multicoeurs, ...*
- *coprocesseurs (en particulier cryptographiques)*
- *échanges mémoire/CPU, CPU/coprocesseur, ...*
- *architectures reconfigurables*
- *panorama synthétique des différentes familles de cibles possibles (micorprocesseur, microcontrôleur, DSP, FPGA, ...) : caractéristiques et domaines d'application*
- *technologie et circuits*
- *optimisation de code embarqué bas-niveau*

- la coupure du mercredi après-midi (visite) est appréciable

- il pourrait y avoir une présentation des projets de recherche en cours (autour de l'architecture des systèmes enfouis)

- il faudrait que tous les participants présentent leurs activités de recherche (posters ou présentations courtes)

## 4. Organisation de l'école

### Comité d'organisation

Véronique Debats (IRIT – Service « communication »)

Christine Rochange (IRIT – co-responsable scientifique)

Arnaud Tisserand (LIRMM – co-responsable scientifique)

### Comité scientifique

Michel Auguin (I3S, Nice)

François Charot (IRISA, Rennes)

Frédéric Pétrot (TIMA, Grenoble)

Pascal Sainrat (IRIT, Toulouse)

Olivier Sentieys (ENSSAT, Lannion)

Arnaud Tisserand (LIRMM, Montpellier)

Lionel Torres (LIRMM, Montpellier)

## 5. Soutiens

Pour l'organisation de cette école, nous avons reçu différents soutiens :

Source	Nature du soutien
Airbus	visite A380
CNRS	financier
GdR ASR	financier
INRIA	financier
IRIT	logistique
LIRMM	financier
Université Toulouse III	financier

## 6. Bilan financier

Tous les montants sont indiqués en Euros (après arrondi).

<b>Recettes</b>	subvention CNRS	7000
	subvention INRIA	2000
	subvention GdR ASR	1000
	subvention LIRMM	1000
	subvention U. Toulouse	700
	inscriptions	9000
	<b>total</b>	<b>20700</b>
<b>Dépenses</b>	frais de séjour	14407
	repas de gala	920
	missions intervenants	3690
	reprographie et fournitures	546
	navettes bus + visite Airbus	1100
	<b>total</b>	<b>20673</b>

## 7. Annexes



# Ecole thématique ARCHI'07

Boussens, 19-23 mars 2007

## FICHE D'EVALUATION

Pour donner une réponse, merci de cocher la ou les case(s)  correspondante(s) ou remplir les champs \_\_\_\_\_. Les notes vont de 0 (nul) à 5 (très bien).

### Inscription

Votre inscription à l'école résulte de :

- votre initiative
- l'incitation de votre directeur de recherche ou de laboratoire
- l'incitation des organisateurs de l'école
- autre (préciser) \_\_\_\_\_

S'agit-il de votre première participation à une école thématique ?    oui     non

Appréciation du processus d'inscription :    0     1     2     3     4     5

Remarques : \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

### Appréciation sur le contenu de l'école

Intérêt général de l'école	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>
Contenu des interventions	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>
Cohérence scientifique	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>
Modalités pédagogiques	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>
Supports pédagogiques	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>
Aspects pédagogiques des interventions	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>
Contacts avec les intervenants	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>
Contacts entre les participants	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Remarques : \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

## Appréciation sur le cadre et l'organisation

Organisation générale	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>
Hébergement	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>
Repas	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>
Horaires	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>
Ambiance	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>
Loisirs	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>
Transport	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Remarques : \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

## Origine scientifique

Etes-vous : participant  intervenant

Discipline de formation initiale : \_\_\_\_\_

Cursus : \_\_\_\_\_

Ancienneté dans le recherche : \_\_\_\_\_

Domaine de recherche : \_\_\_\_\_

Thème de recherche actuel : \_\_\_\_\_

## Remarques et suggestions

Par exemple : sujets que vous auriez voulu voir traités, suggestions pour la prochaine édition, ...

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

## Liste des participants

Nom	Prénom	Statut	Laboratoire/entreprise	Ville
BALLABRIGA	Clément	doctorant	IRIT	Toulouse
BARRE	Jonathan	doctorant	IRIT	Toulouse
BENZABA	Wahiba	chercheur	CDTA	Alger
BONENFANT	Armelle	MdC	IRIT	Toulouse
BOUACHE	Mourad	doctorant	ELIAUS	Perpignan
BOUKHOBZA	Jalil	MCF	UBO	Brest
BRIDAY	Michaël	MCF	IRCCYN	Nantes
BURGUIERE	Claire	doctorante	IRIT	Toulouse
CASSE	Hugues	MCF	IRIT	Toulouse
COLLANGE	Sylvain	doctorant	ELIAUS	Perpignan
CORVINO	Rosilde	doctorant	GIPSA-LAB	Grenoble
COURTAY	Antoine	doctorant	LESTER	Lorient
CURT	Nicolas	M2R	IRIT	Toulouse
DAMAJ	Samer	doctorant	CEA Saclay/LCEI	Gif-sur-Yvette
DE MELO	Frédéric	Ingénieur	ETIS - ENSEA	Cergy-Pontoise
FRANCO	Julien	doctorant	SESAM/CMP	St Etienne
GOUJA	Waelle	doctorant	LESTER - THALES	Palaiseau
GRACE	Erwan	doctorant	IRISA	Lannion
HILAIRE	Thibault	chercheur	IRISA	Lannion
KASSEM	Rola	doctorant	IRCCYN	Nantes
LALLET	Julien	doctorant	IRISA	Lannion
LANDET	Cédric	doctorant	IRIT	Toulouse
LOUVET	Nicolas	doctorant	ELIAUS	Perpignan
MELONI	Nicolas	doctorant	LIRMM	Montpellier
OJAIL	Maroun	doctorant	CEA Saclay/LCEI	Gif-sur-Yvette
PEREIRA	Agostinho	ingénieur	LIRMM	Montpellier
RAFFIN	Erwan	doctorant	IRISA	Rennes
RATSIAMBAHOTRA	Tahiry	doctorant	IRIT	Toulouse
REVEY	Guillaume	doctorant	LIP	Lyon
SYED YAZDANAI	Samar	doctorant	UBO	Brest
THEVENIN	Mathieu	doctorant	CEA Saclay / LIST	Gif-sur-Yvette
VEYRAT-CHARVILLON	Nicolas	doctorant	LIP	Lyon
VIAL	Franck	chercheur	CEA LETI/DCIS/SMOC	Grenoble

### INTERVENANTS

DEFOUR	David	MCF	ELIAUS	Perpignan
GOOSSENS	Bernard	Prof	ELIAUS	Perpignan
LAVENIER	Dominique	DR	IRISA	Rennes
MICHAUD	Pierre	CR	IRISA	Rennes
ROCHANGE	Christine	MCF	IRIT	Toulouse
SENTIEYS	Olivier	Prof	IRISA	Lannion
TISSERAND	Arnaud	CR	LIRMM	Montpellier
TOUATI	Sid	MCF	PRISM - INRIA Futurs	Versailles cedex