

Programme non thématique 2005

APPEL A PROJETS DE RECHERCHE

ATTENTION : Cette partie (I) sera à saisir directement sur le site de soumission
I - FICHE D'IDENTITE DU PROJET

N° dossier : :NT05-1_42133 :Goubault:Eric:

(reprendre la référence qui vous sera attribuée automatiquement par le logiciel de soumission)

Secteur disciplinaire principal (*cf. liste en dernière page de ce dossier*) : Mathématiques et interactions

Autre secteur disciplinaire facultatif (*cf. liste en dernière page de ce dossier*) : Sciences et technologies de l'information et de la communication (STIC)

Titre du projet (*maximum 120 caractères*)

Invariants algébriques des systèmes informatiques

Acronyme ou titre court (*12 caractères*) *INVAL*

Mots-clés (la liste des mots-clés sera donnée sur le logiciel de soumission)

Homologie, Homotopie, Systèmes de réécriture, Systèmes parallèles et distribués

Coordinateur du projet (Partenaire 1)

Civilité	Nom	Prénom	Laboratoire (nom complet)	Type (établissement public, fondation, association, entreprise)
M.	Goubault	Eric	LSL, Laboratoire Sûreté du Logiciel, Commissariat à l'Energie Atomique, Saclay	CEA (EPIC)

Autres partenaires¹

Civilité	Nom	Prénom	Laboratoire (nom complet)	Type (établissement public, fondation, association, entreprise)
M.	Gaucher	Philippe	Preuves, Programmes, Systèmes (PPS)	Université (public)
M.	Guin	Daniel	Institut de Mathématiques et Modélisation de Montpellier (I3M UMR 5149)	Université (public)
M.	Lafont	Yves	Institut de Mathématiques de Luminy (IML, UMR 6206)	Université (public)
M.	Lamarche	François	Laboratoire Lorrain d'Informatique et ses Applications, projet Calligramme (LORIA UMR7503)	INRIA (public)
M.	Loday	Jean-Louis	Institut de Recherche de Mathématiques Avancées, Strasbourg (IRMA, UMR 7501)	Université (public)

¹ Insérer autant de lignes que nécessaire

M.	Malbos	Philippe	Institut Camille Jordan, Lyon (UMR 5208)	Université (public)
----	--------	----------	--	---------------------

Nombre de personnes impliquées dans ce projet (en équivalent temps plein : ETP) :

Chercheurs et enseignants-chercheurs permanents 11

Post-doctorants déjà recrutés 2 Etudiants 3 Ingénieurs et techniciens _____

Durée du projet : 24 mois 36 mois

Montant total de l'aide demandée : 161kE

(reporter ici le total du tableau D-a)

Estimation (pour information) du coût complet de la demande :140kE

(reporter ici le total du tableau D-b)

Résumé du projet (*maximum 3000 caractères*)
(objectifs, résultats attendus, méthodologie)

Le but de ce projet est de prolonger un des thèmes qui est apparu primordial lors de l'Action Spécifique CNRS « Topologie Algébrique pour l'étude des structures de calcul et notamment de la concurrence » (voir <http://www.di.ens.fr/~goubault/asreport.pdf>). Plusieurs équipes dans cette AS ont en effet développé des méthodes algébriques proches, visant à la description des structures du calcul (pour les systèmes de réécriture, le calcul parallèle, certaines formes de lambda-calcul etc.) que l'on voudrait faire converger dans ce projet. L'idée principale est de caractériser l'expressivité d'un paradigme de calcul en lui associant un invariant algébrique, tel que, par exemple, un type d'homotopie, ou de préférence, pour des raisons de calculabilité, un type d'homologie. Ces invariants à leur tour permettent de résoudre certains problèmes, d'analyse statique par exemple (réduction de l'explosion combinatoire lors de la validation de programmes parallèles). On souhaite dans ce projet développer notablement ces méthodes, grâce à une collaboration étroite entre des équipes de mathématiciens (topologie algébrique et algèbre homologique) et des équipes d'informaticiens.

Abstract (*Not exceed 3000 car.*)
(objectives, expected results, methodology)

The goal of this project is to implement one of the themes which appeared as essential during the "Action Spécifique CNRS Topologie Algébrique pour l'étude des structures de calcul et notamment de la concurrence" (see <http://www.di.ens.fr/~goubault/asreport.pdf>). Several teams in this AS have developed similar algebraic methods, aiming at the description of structures of computation (for rewriting systems, concurrent programs, lambda-calculi etc.), that we would like to see converge in this project. The idea is to characterize the expressivity of a paradigm of computation by associating an algebraic invariant, such as e.g. a homotopy type, or preferably a homology type since the latter one may be more amenable to effective computation. These invariants allow to solve problems like some encountered in static analysis for instance (reduction of the state-space when trying to automatically validate concurrent programs). We wish to develop these methods in this project, through a close interaction between mathematicians (algebraic topology and homological algebra) and computer scientists.

Je déclare exactes toutes les informations contenues dans ce document

Lu et approuvé, date et signature du coordinateur du projet

Goubault, Eric

Visa du Directeur du laboratoire

Nom, prénom, date et signature
Cammoun, Riadh

En cas de recouvrement thématique avec d'autres appels à projets lancés par le GIP ANR, les porteurs de projet devront veiller à choisir l'appel d'offres le mieux adapté à leur projet. Les

équipes impliquées dans plusieurs AAP soumis au GIP ANR devront le mentionner explicitement.

Programme non thématique 2005

APPEL A PROJETS DE RECHERCHE

II - PRESENTATION DETAILLEE DU PROJET

A - Identification du coordinateur et des autres partenaires du projet

Acronyme ou titre court du projet : **INVAL**

A-1 – Partenaire 1 = Coordinateur du Projet

Un coordinateur, responsable scientifique du projet, doit être désigné par les partenaires.

Civilité ²	Nom ²	Prénom ²
M.....	GOUBAULT.....	Eric.....
Grade ²	Directeur de Recherche CEA.....	
Mail ²	<u>Eric.Goubault@cea.fr</u>	
Tél ²	01 69 08 94 72	Fax 01 69 08 83 95

Laboratoire ² (nom complet)					
Laboratoire Sûreté du Logiciel.....					
N° Unité (s'il existe)				
Adresse complète du laboratoire ²					
DTSI/SOL CEA/Saclay (bât. 528)					
Ville ²	Gif-sur-Yvette	Code postal ²	91191	Région ²	Ile-de-France
Organismes de tutelle (indiquer le ou les établissements et organismes de rattachement, souligner l'établissement susceptible d'assurer la gestion du projet) :					
<u>CEA</u>					

Principales publications :

Liste des principales publications ou brevets (max. 5) de l'équipe 1 (définie tableau ci-dessous) au cours des cinq dernières années, relevant du domaine de recherche couvert par la présente demande dans l'ordre suivant : Auteurs (faisant apparaître en souligné les auteurs faisant effectivement partie de la demande), Année, Titre, Revue, N°Vol, Pages. N'indiquez pas les publications soumises.

Goubault, E. et Haucourt, E., "A practical application of geometric semantics to static analysis of concurrent programs", CONCUR'05
*
Fajstrup, L., Goubault, E., Haucourt, E. et Raussen, M., "Components of the fundamental category", Applied Categorical Structures, éditions Kluwer, 2004
E. Goubault, "Concurrency: A Geometric Perspective", Homology, Homotopy and Applications, 2003
P. Gaucher et E. Goubault, "Topological Deformation of Higher Dimensional Automata", Homology, Homotopy and Applications (2003)

² Champ obligatoire

Fajstrup, L., Goubault, E. et Raussen, M., "Algebraic Topology and Concurrency", Accepté à Theoretical Computer Science à paraître 2005

Coordinateur (Partenaire 1)

	Nom	Prénom	Emploi actuel	% de temps consacré au projet	Rôle/Responsabilité dans le projet 4 lignes max
Coordinateur	Goubault	Eric	DR CEA	30%	Coordinateur du projet. Topologie algébrique appliquée à la sémantique et à l'analyse de programmes parallèles et distribués
Membres de l'équipe	Haucourt	Emmanuel	Doctorant (PPS – CEA Saclay)	50%	Topologie algébrique appliquée à la sémantique et à l'analyse de programmes parallèles et distribués

Pour chacun des membres de l'équipe dont l'implication dans le projet est supérieure à 25%, fournir une biographie **d'une page maximum** qui comportera :

A/ Nom, prénom, âge, doctorat, stage post-doctoral, situation actuelle

B/ Autres expériences professionnelles

C/ Liste des 5 publications (ou brevets) les plus significatives des cinq dernières années

D/ Prix, distinctions

<p>Nom, prénom, âge, doctorat, stage post-doctoral, situation actuelle</p>	<p>GOUBAULT, Eric, 37 ans, DTSI/SOL, CEA/Saclay, 91191 Gif-sur-Yvette Docteur de l'Ecole Polytechnique (1995), sur la « <i>Géométrie du parallélisme</i> » (sémantique et analyse de programmes parallèles) ; président du jury : Maurice Nivat, directeur de thèse : Patrick Cousot Habilitation à Diriger les Recherches (2001), Paris Dauphine Qualification aux postes de Professeur des Universités (2002)</p> <p>Ingénieur en chef des Mines en détachement auprès du Commissariat à l'Energie Atomique (1998-2005) Directeur de Recherche « Informatique Fondamentale » au CEA/Saclay Professeur chargé de cours à l'Ecole Polytechnique Chercheur associé à l'Université de Paris VII (laboratoire Preuves, Programmation, Systèmes)</p>
<p>Autres expériences professionnelles</p>	<p>Chargé de Recherche de 1^{ère} classe au CNRS, affecté au Laboratoire d'Informatique de l'Ecole Normale Supérieure (1995-1998)</p>
<p>Liste des 5 publications (ou brevets) les plus significatives des cinq dernières années</p>	<p>Goubault, E. et Haucourt, E., "A practical application of geometric semantics to static analysis of concurrent programs", CONCUR'05</p> <p>Fajstrup, L., Goubault, E., Haucourt, E. et Raussen, M., "Components of the fundamental category", Applied Categorical Structures, éditions Kluwer, 2004</p> <p>E. Goubault, "Concurrency: A Geometric Perspective", Homology, Homotopy and Applications, 2003</p> <p>P. Gaucher et E. Goubault, "Topological Deformation of Higher Dimensional Automata", Homology, Homotopy and Applications (2003)</p> <p>Fajstrup, L., Goubault, E. et Raussen, M., "Algebraic Topology and Concurrency", Accepté à Theoretical Computer Science à paraître 2005</p>
<p>Prix, distinctions</p>	<p>prix du centre de Mathématiques de l'Ecole Polytechnique (1989)</p>

Nom, prénom, âge, doctorat, stage post-doctoral, situation actuelle	HAUCOURT, Emmanuel, Allocataire-Moniteur PPS, Paris 7/ CEA Saclay, monitorat Université Paris XII (soutenance prévue septembre 2005) Agrégation de Mathématiques (rang 277)
Autres expériences professionnelles	
Liste des 5 publications (ou brevets) les plus significatives des cinq dernières années	(avec E. Goubault) "A practical application of geometric semantics to static analysis of concurrent programs", CONCUR'05 (avec L. Fajstrup, E. Goubault et M. Raussen) "Components of the fundamental category", Applied Categorical Structures, éditions Kluwer, 2004 A framework for component categories, dans ENTCS (Electronic Notes in Theoretical Computer Science) proceedings of GETCO'2004, Elsevier 2005.
Prix, distinctions	

Acronyme ou titre court du projet : INVAL

A-2 : Autres partenaires du projet ³

Un responsable scientifique de l'équipe partenaire doit être désigné

Partenaire 2

Civilité ⁴	Nom ⁴	Prénom ⁴
M.....	Gaucher.....	Philippe.....
Grade ⁴	Chargé de Recherche.....	
Mail ⁴	Philippe.Gaucher@pps.jussieu.fr	
Tél ⁴	01 44 27 70 95	Fax 01 44 27 86 54

Laboratoire ⁴ (nom complet)					
Laboratoire Preuves Programmation Systèmes (PPS)					
N° Unité (s'il existe)				
Adresse complète du laboratoire ⁴					
Laboratoire Preuves Programmation Systèmes Université Denis Diderot Case 7014 2 Place Jussieu					
Ville ⁴	Paris	Code postal ⁴	75251	Région ⁴	Ile-de-France
Organismes de tutelle (indiquer le ou les établissements et organismes de rattachement, souligner l'établissement susceptible d'assurer la gestion du projet) :					
CNRS					

Principales publications :

Liste des principales publications ou brevets (max. 5) de l'équipe du partenaire 2 (définie tableau ci-dessous) au cours des cinq dernières années, relevant du domaine de recherche couvert par la présente demande dans l'ordre suivant : Auteurs (faisant apparaître en souligné les auteurs faisant effectivement partie de la demande), Année, Titre, Revue, N°Vol, Pages. N'indiquez pas les publications soumises.

Philippe Gaucher. Flow does not model flows up to weak dihomotopy, To appear in Applied Categorical Structures (2005)

Philippe Gaucher. Homological properties of non-deterministic branchings and mergings in higher dimensional automata, Homology, Homotopy and Applications, vol. 7 (1):p.51-76, 2005

Philippe Gaucher. Comparing globular complex and flow. New-York Journal of Mathematics 11 (2005), 97-150.

Paul-André Melliès, Sequential algorithms and strongly stable functions, Prépublication de l'équipe PPS (September 2003, number 23), et Theoretical Computer Science: Game Theory Meets Theoretical Computer Science.

Paul-André Melliès, Axiomatic Rewriting Theory VI Residual theory revisited, Proceedings of Conference on Rewriting Techniques and Applications, Copenhagen, 2002. Best paper award of the conference.

François Métayer, Resolutions by polygraphs, Theory and Applications of Categories, 11, 148-184,

³ Remplir une fiche par équipe partenaire

⁴ Champ obligatoire

2003.

Partenaire 2

	Nom	Prénom	Emploi actuel	% de temps consacré au projet	Rôle/Responsabilité dans le projet 4 lignes max
Responsable	Gaucher	Philippe	CR CNRS	100%	Topologie algébrique appliquée au parallélisme et à la distribution.
Membres de l'équipe	Melliès	Paul-André	CR CNRS	25%	Théorie axiomatique de la réécriture
	Métayer	François	MCF	100%	Homologie de la réécriture
	Curien	Pierre-Louis	DR CNRS	10%	Théorie de la concurrence
	Tabareau	Nicolas	Doctorant (PPS –ENS Cachan)	20%	Sémantique des jeux asynchrones
	Mimram	Samuel	Doctorant (PPS –ENS Lyon)	20%	Sémantique des jeux asynchrones

Pour chacun des membres de l'équipe dont l'implication dans le projet est supérieure à 25%, fournir une biographie **d'une page maximum** qui comportera :

A/ Nom, prénom, âge, doctorat, stage post-doctoral, situation actuelle

B/ Autres expériences professionnelles

C/ Liste des 5 publications (ou brevets) les plus significatives des cinq dernières années

D/ Prix, distinctions

Nom, prénom, âge, doctorat, stage post-doctoral, situation actuelle	GAUCHER, Philippe, 38ans, docteur de 3 ^{ème} cycle (1992) « <i>Opérations sur l'homologie des algèbres de Lie et homologie cyclique</i> », Habilitation à diriger les recherches (2002), Chargé de recherche au CNRS, 1 ^{ère} classe (PPS).
Autres expériences professionnelles	Enseignement en mathématiques à l'UFR de Mathématiques de Université Louis Pasteur, Strasbourg.
Liste des 5 publications (ou brevets) les plus significatives des cinq dernières années	<p>Philippe Gaucher. Flow does not model flows up to weak dihomotopy. To appear in Applied Categorical Structures (2005).</p> <p>Philippe Gaucher. Homological properties of non-deterministic branchings and mergings in higher dimensional automata, Homology, Homotopy and Applications, vol. 7 (1):p.51-76, 2005.</p> <p>Philippe Gaucher. Comparing globular complex and flow. New-York Journal of Mathematics 11 (2005), 97-150.</p> <p>Philippe Gaucher. A model category for the homotopy theory of concurrency, Homology, Homotopy and Applications, vol. 5 (1):p.549-599, 2003.</p> <p>Philippe Gaucher. Concurrent Process up to Homotopy (II). C. R. Acad. Sci. Paris Ser. I Math., 336(8):647-650, 2003(French).</p> <p>Philippe Gaucher. Concurrent Process up to Homotopy (I). C. R. Acad. Sci. Paris Ser. I Math., 336(7):593-596, 2003 (French).</p>
Prix, distinctions	

Nom, prénom, âge, doctorat, stage post-doctoral, situation actuelle	MELLIES, Paul-André, 36 ans, Doctorat à l'INRIA Rocquencourt sous la direction de Jean-Jacques Lévy « <i>Description abstraite des Systèmes de Réécriture</i> » (Décembre 1995), Postdoctorat à l'Université Libre d'Amsterdam (1995) Postdoctorat au Laboratory for Foundations of Computer Science (Edimbourg 1996-1999) Chargé de Recherche au CNRS depuis 1999 (Section 01)
Autres expériences professionnelles	
Liste des 5 publications (ou brevets) les plus significatives des cinq dernières années	<p>Paul-André Melliès Asynchronous Games 2: the true concurrency of innocence. Extended abstract publié à Concur 2004 (Londres, LNCS 3170). La version journal à paraître dans TCS Special Issue, Selected papers of CONCUR 2004.</p> <p>Paul-André Melliès Asynchronous Games 4: A fully complete model of propositional linear logic. To appear in the IEEE Proceedings of Logic in Computer Science 2005 (Chicago).</p> <p>Paul-André Melliès Axiomatic Rewriting Theory 6: Residual Theory Revisited. Proceedings of Rewriting Techniques and Applications 2002 (Copenhagen).</p> <p>Paul-André Melliès et Jérôme Vouillon Recursive Polymorphic Types and Parametricity in an Operational Framework. To appear in the IEEE Proceedings of Logic in Computer Science 2005 (Chicago).</p> <p>Paul-André Melliès A topological correctness criterion for non-commutative logic Linear Logic in Computer Science. Livre publié à la London Mathematical Society (LNS 316, 2004), édité par T. Ehrhard, J-Y. Girard, P. Ruet et P. Scott.</p>
Prix, distinctions	Prix du meilleur article RTA 2002.

Nom, prénom, âge, doctorat, stage post-doctoral, situation actuelle	METAYER, François, 48 ans, doctorat en mathématiques soutenu a Paris 7 en 1994, sous la direction de Jean-Yves Girard, « <i>Une étude homologique des réseaux</i> ». Actuellement « visiting scholar » à Boston University, Maître de conférences à Paris X Nanterre, en disponibilité jusqu'au 31 août 2005, je réintègre mon poste le 1er septembre 2005. Membre associé à PPS.
Autres expériences professionnelles	Enseignant en lycée, en France et au Canada Ancien élève de l'ENS St Cloud.
Liste des 5 publications (ou brevets) les plus significatives des cinq dernières années	Implicit exchange in multiplicative proofnets, <i>Mathematical Structures in Computer Science</i> , 11, 261-272, Cambridge, 2001. Resolutions by polygraphs, <i>Theory and Applications of Categories</i> , 11, 148-184, 2003.
Prix, distinctions	

A-2 : Autres partenaires du projet ⁵

Un responsable scientifique de l'équipe partenaire doit être désigné

Partenaire 2

Civilité ⁶	Nom ⁴	Prénom ⁴
M.....	Guin.....	Daniel.....
Grade ⁴	Professeur des Universités.....	
Mail ⁴	dguin@darboux.math.univ-montp2.fr	
Tél ⁴	04 67 14 35 19	Fax 04 67 14 35 58

Laboratoire ⁴ (nom complet)			
Institut de Mathématiques et Modélisation de Montpellier (I3M)			
N° Unité (s'il existe)	UMR CNRS 5149.....		
Adresse complète du laboratoire ⁴			
Institut de Mathématiques et Modélisation de Montpellier (I3M) UMR5149 Université Montpellier 2, Place Eugène Bataillon, CC051			
Ville ⁴	Montpellier	Code postal ⁴	34980
Région ⁴	Languedoc-Roussillon		
Organismes de tutelle (indiquer le ou les établissements et organismes de rattachement, souligner l'établissement susceptible d'assurer la gestion du projet) :			
CNRS			

Principales publications :

Liste des principales publications ou brevets (max. 5) de l'équipe du partenaire 2 (définie tableau ci-dessous) au cours des cinq dernières années, relevant du domaine de recherche couvert par la présente demande dans l'ordre suivant : Auteurs (faisant apparaître en souligné les auteurs faisant effectivement partie de la demande), Année, Titre, Revue, N°Vol, Pages. N'indiquez pas les publications soumises.

Oudom, Jean-Michel; Guin, Daniel Sur l'algèbre enveloppante d'une algèbre pré-Lie. C. R. Math. Acad. Sci. Paris 340 (2005), no. 5, 331--336.
Bendiffalah, B.; Guin, D. Cohomologie de l'algèbre triangulaire et applications. J. Algebra 282 (2004), no. 2, 513--537.
Bendiffalah, B.; Guin, D. Cohomologie de diagrammes d'algèbres triangulaires. Colloquium on Homology and Representation Theory (Spanish) (Vaquerías, 1998). Bol. Acad. Nac. Cienc. (Córdoba) 65 (2000), 61--71.

⁵ Remplir une fiche par équipe partenaire

⁶ Champ obligatoire

Partenaire 2

	Nom	Prénom	Emploi actuel	% de temps consacré au projet	Rôle
Responsable	Guin	Daniel	Professeur des Universités	25%	Théories homologiques et cohomologiques
Membres de l'équipe					

Pour chacun des membres de l'équipe dont l'implication dans le projet est supérieure à 25%, fournir une biographie **d'une page maximum** qui comportera :

A/ Nom, prénom, âge, doctorat, stage post-doctoral, situation actuelle

B/ Autres expériences professionnelles

C/ Liste des 5 publications (ou brevets) les plus significatives des cinq dernières années

D/ Prix, distinctions

Nom, prénom, âge, doctorat, stage post-doctoral, situation actuelle	GUIN Daniel, 59 ans, Thèse d'état, Professeur, Université Montpellier II.
Autres expériences professionnelles	
Liste des 5 publications (ou brevets) les plus significatives des cinq dernières années	<p>Oudom, Jean-Michel; Guin, Daniel Sur l'algèbre enveloppante d'une algèbre pré-Lie. C. R. Math. Acad. Sci. Paris 340 (2005), no. 5, 331--336.</p> <p>Bendiffalah, B.; Guin, D. Cohomologie de l'algèbre triangulaire et applications. J. Algebra 282 (2004), no. 2, 513--537.</p> <p>Bendiffalah, B.; Guin, D. Cohomologie de diagrammes d'algèbres triangulaires. Colloquium on Homology and Representation Theory (Spanish) Vaquerías, 1998). Bol. Acad. Nac. Cienc. (Córdoba) 65 (2000), 61--71.</p>
Prix, distinctions	

A-2 : Autres partenaires du projet ⁷

Un responsable scientifique de l'équipe partenaire doit être désigné

Partenaire 2

Civilité ⁸	Nom ⁴	Prénom ⁴
M.....	Lafont.....	Yves.....
Grade ⁴	Professeur des Universités.....	
Mail ⁴	lafont@iml.univ-mrs.fr	
Tél ⁴	04 91 26 96 37	Fax 04 91 26 96 55

Laboratoire ⁴ (nom complet)			
Institut de Mathématiques de Luminy (IML, UMR 6206 du CNRS)			
N° Unité (s'il existe)	UMR 6206 du CNRS		
Adresse complète du laboratoire ⁴			
Institut de Mathématiques de Luminy (IML, UMR 6206 du CNRS) 163 avenue de Luminy, Case 907			
Ville ⁴	Marseille	Code postal ⁴	13288
		Région ⁴	
Organismes de tutelle (indiquer le ou les établissements et organismes de rattachement, souligner l'établissement susceptible d'assurer la gestion du projet) :			
CNRS			

Principales publications :

Liste des principales publications ou brevets (max. 5) de l'équipe du partenaire 2 (définie tableau ci-dessous) au cours des cinq dernières années, relevant du domaine de recherche couvert par la présente demande dans l'ordre suivant : Auteurs (faisant apparaître en souligné les auteurs faisant effectivement partie de la demande), Année, Titre, Revue, N°Vol, Pages. N'indiquez pas les publications soumises.

P. Dehornoy, Y. Lafont, Homology of Gaussian groups, Annales de l'Institut Fourier 53 (2), p. 489-540 (2003)

Y. Lafont, Towards an Algebraic Theory of Boolean Circuits, Journal of Pure and Applied Algebra 184 (2-3), p. 257-310 (2003)

P. Dehornoy, "On completeness of word reversing", Discrete Math. 225, année 2000, pages 93--119.

P. Dehornoy, "Groupes de Garside", Ann. Scient. Ec. Norm. Sup. 35, année 2002, pages 267--306.

P. Dehornoy, "Thin groups of fractions", Contemporary Math. 296, année 2002, pages 96--129.

P. Dehornoy, "Complete positive group presentations", J. of Algebra 268, année 2003, pages 156--197.

⁷ Remplir une fiche par équipe partenaire

⁸ Champ obligatoire

Partenaire 2

	Nom	Prénom	Emploi actuel	% de temps consacré au projet	Rôle/Responsabilité dans le projet 4 lignes max
Responsable	Lafont	Yves	Professeur des Universités	50%	Homologie des systèmes de réécriture
Membres de l'équipe	Dehornoy	Patrick	Professeur des Universités	25%	Homologie des systèmes de réécriture
	Guiraud	Yves	ATER	100%	

Pour chacun des membres de l'équipe dont l'implication dans le projet est supérieure à 25%, fournir une biographie **d'une page maximum** qui comportera :

A/ Nom, prénom, âge, doctorat, stage post-doctoral, situation actuelle

B/ Autres expériences professionnelles

C/ Liste des 5 publications (ou brevets) les plus significatives des cinq dernières années

D/ Prix, distinctions

Nom, prénom, âge, doctorat, stage post-doctoral, situation actuelle	LAFONT Yves, 43 ans, Thèse (1988) : « <i>Logiques, catégories et machines</i> », dirigée par Jean-Yves Girard, Université de Paris 7. Professeur à l'Université de la Méditerranée, Faculté des Sciences de Luminy, Institut de mathématiques de Luminy, Equipe de logique de la programmation
Autres expériences professionnelles	
Liste des 5 publications (ou brevets) les plus significatives des cinq dernières années	<p>Y. Lafont, Towards an Algebraic Theory of Boolean Circuits, <i>Journal of Pure and Applied Algebra</i> 184 (2-3), p. 257-310, Elsevier (2003).</p> <p>P. Dehornoy & Y. Lafont, Homology of Gaussian groups, <i>Annales de l'Institut Fourier</i> 53 (2), p. 489-540, Université Joseph Fourier (2003).</p> <p>Y. Lafont, Soft Linear Logic and Polynomial Time, <i>Theoretical Computer Science</i> 318 (special issue on Implicit Computational Complexity) p. 163-180, Elsevier (2004).</p> <p>Y. Lafont & F. Métayer, Towards a homotopical theory of computation (en préparation)</p>
Prix, distinctions	

Nom, prénom, âge, doctorat, stage post-doctoral, situation actuelle	GUIRAUD Yves, 27 ans, Thèse (2000-2004), « <i>Présentations d'opéades et systèmes de réécriture</i> », dirigée par Daniel Guin, Université Montpellier 2 (Financée par une bourse DGA-CNRS). ATER à l'Université de la Méditerranée Aix-Marseille 2, 2004-2005 Institut de mathématiques de Luminy Equipe de logique de la programmation
Autres expériences professionnelles	Colles en classes préparatoires (30 heures, Lycée Daudet, Nîmes) Vacations en DEUG MIAS (30 heures, Université Montpellier 2) Accueil de la bibliothèque de recherche du département de mathématiques de l'Université Montpellier 2
Liste des 5 publications (ou brevets) les plus significatives des cinq dernières années	<p>The three dimensions of proofs, mars 2005, acceptée à « Structures and deduction », ICALP 2005</p> <p>Termination orders for 3-dimensional rewriting, novembre 2004 Prépublication soumise</p> <p>Termination orders for 3-polygraphs, mai 2005 Note soumise</p> <p>Cartesian monoids and explicit substitutions, juin 2005 Prépublication</p> <p>Présentations d'opéades et systèmes de réécriture, juin 2004 Mémoire de thèse</p>
Prix, distinctions	

A-2 : Autres partenaires du projet ⁹

Un responsable scientifique de l'équipe partenaire doit être désigné

Partenaire 2

Civilité ¹⁰	Nom ⁴	Prénom ⁴
M.....	Lamarche.....	François.....
Grade ⁴	Directeur de Recherche.....	
Mail ⁴	lamarche@loria.fr	
Tél ⁴	03 83 58 17 10	Fax 03 83 58 17 01

Laboratoire ⁴ (nom complet)				
LORIA, projet Calligramme				
N° Unité (s'il existe)	UMR 7503.....			
Adresse complète du laboratoire ⁴				
LORIA UMR 7503, projet Calligramme Campus Scientifique BP239				
Ville ⁴	Vandoeuvre-lès-Nancy	Code postal ⁴	54506	Région ⁴
Organismes de tutelle (indiquer le ou les établissements et organismes de rattachement, souligner l'établissement susceptible d'assurer la gestion du projet) : CNRS et INRIA				

Principales publications :

Liste des principales publications ou brevets (max. 5) de l'équipe du partenaire 2 (définie tableau ci-dessous) au cours des cinq dernières années, relevant du domaine de recherche couvert par la présente demande dans l'ordre suivant : Auteurs (faisant apparaître en souligné les auteurs faisant effectivement partie de la demande), Année, Titre, Revue, N°Vol, Pages. N'indiquez pas les publications soumises.

F. Lamarche (avec R. Blute et P. Ruet) "Entropic Hopf Algebras and Models of Non-Commutative Logic", Theory and Applications of Categories, vol 10, 2002, pp. 0--36,

F. Lamarche "On the Algebra of Structural Contexts", Mathematical Structures in Computer Science, 50 pages,

F. Lamarche "Multiplicative Linear Logics and Fibrations", CTCS2002, Electronic Notes in Theoretical Computer Science Vol. 69, 21 pages,

F. Lamarche et Lutz Strassburger: "Naming proofs in Classical Logic", Proceedings of TLCA 2005. Springer Lect Notes in Compl. Sci Vol. 3461, pp.246-261

F. Lamarche et Lutz Strassburger "Constructing Free Boolean Categories", Proceedings of LICS 2005, IEEE Press, 11 pages.

⁹ Remplir une fiche par équipe partenaire

¹⁰ Champ obligatoire

Partenaire 2

	Nom	Prénom	Emploi actuel	% de temps consacré au projet	Rôle/Responsabilité dans le projet 4 lignes max
Responsable	Lamarche	François	DR INRIA	30%	Logique linéaire, théorie des catégories
Membres de l'équipe	Strassburger	Lutz	Postdoctorant	20%	Logique linéaire, théorie des catégories

Pour chacun des membres de l'équipe dont l'implication dans le projet est supérieure à 25%, fournir une biographie **d'une page maximum** qui comportera :

A/ Nom, prénom, âge, doctorat, stage post-doctoral, situation actuelle

B/ Autres expériences professionnelles

C/ Liste des 5 publications (ou brevets) les plus significatives des cinq dernières années

D/ Prix, distinctions

Nom, prénom, âge, doctorat, stage post-doctoral, situation actuelle	LAMARCHE François, né le 21/05/55, citoyen canadien Directeur de recherche, 2ème classe, INRIA-Lorraine
Autres expériences professionnelles	
Liste des 5 publications (ou brevets) les plus significatives des cinq dernières années	<p>(avec Philippe de Groote) Classical Non-Associative Lambek Calculus: <i>Studia Logica</i> 71, pp.355-388, 2002.</p> <p>Multiplicative Linear Logics and Fibrations: Proceedings of CTCS 2002 R. Blute and P. Selinger, eds <i>Electronic Notes in Theoretical Computer Science</i> VOI 69.</p> <p>On the Algebra of Structural Contexts: To appear in <i>Math. Struc. in Comp. Sci.</i> 2005</p> <p>(avec Lutz Strassburger) Naming Proofs in Classical Logic: Proceedings of TLCA 2005, P. Urzyczyn, ed. <i>Springer Lect. Notes. Comp. Sci.</i>, Vol. 3461 pp. 246-261</p> <p>(avec Lutz Strassburger) Constructing Free Boolean Categories: Proceedings of LICS 2005 IEEE Press</p>
Prix, distinctions	

A-2 : Autres partenaires du projet ¹¹

Un responsable scientifique de l'équipe partenaire doit être désigné

Partenaire 2		
Civilité ¹²	Nom ⁴	Prénom ⁴
M.....	Loday.....	Jean-Louis.....
Grade ⁴	Directeur de Recherche CNRS.....	
Mail ⁴	loday@math.u-strasbg.fr	
Tél ⁴	03 90 24 01 88	Fax 03 90 24 03 28

Laboratoire ⁴ (nom complet)			
Equipe Algèbre et Topologie de l'IRMA Institut de Recherche Mathématique Avancée (UMR 7501)			
N° Unité (s'il existe)	UMR 7501.....		
Adresse complète du laboratoire ⁴			
Equipe Algèbre et Topologie de l'IRMA Institut de Recherche Mathématique Avancée (UMR 7501) CNRS et Université Louis Pasteur 7 rue René-Descartes			
Ville ⁴	Strasbourg	Code postal ⁴	68084
		Région ⁴	
Organismes de tutelle (indiquer le ou les établissements et organismes de rattachement, souligner l'établissement susceptible d'assurer la gestion du projet) :			
CNRS			

Principales publications :

Liste des principales publications ou brevets (max. 5) de l'équipe du partenaire 2 (définie tableau ci-dessous) au cours des cinq dernières années, relevant du domaine de recherche couvert par la présente demande dans l'ordre suivant : Auteurs (faisant apparaître en souligné les auteurs faisant effectivement partie de la demande), Année, Titre, Revue, N°Vol, Pages. N'indiquez pas les publications soumises.

(avec D. Quillen) Cyclic homology and the Lie algebra homology of matrices. Comment. Math. Helv. 59 (1984), no. 4, 569—591.
Opérations sur l'homologie cyclique des algèbres commutatives. Inventiones Mathematicae 96 (1989), no.1, 205-230.
(avec T. Pirashvili) Universal enveloping algebras of Leibniz algebras and (co)homology. Math. Ann. 296 (1993), no. 1, 139—158.
Cyclic homology. Grund. math. Wiss., 301. Springer-Verlag, Berlin, 1992. Second edition 1998 (513 p.).
(avec M. Ronco) On the structure of cofree Hopf algebras. to appear in J. reine u. angewandte Mathematik (Crelle's Journal) in 2005.

¹¹ Remplir une fiche par équipe partenaire

¹² Champ obligatoire

Partenaire 2

	Nom	Prénom	Emploi actuel	% de temps consacré au projet	Rôle/Responsabilité dans le projet 4 lignes max
Responsable	Loday	Jean-Louis	DR CNRS	25%	
Membres de l'équipe					

Pour chacun des membres de l'équipe dont l'implication dans le projet est supérieure à 25%, fournir une biographie **d'une page maximum** qui comportera :

A/ Nom, prénom, âge, doctorat, stage post-doctoral, situation actuelle

B/ Autres expériences professionnelles

C/ Liste des 5 publications (ou brevets) les plus significatives des cinq dernières années

D/ Prix, distinctions

Nom, prénom, âge, doctorat, stage post-doctoral, situation actuelle	LODAY Jean-Louis, 59 ans, Directeur de Recherche au CNRS (section 01 Mathématiques, secteur SPM), classe exceptionnelle.
Autres expériences professionnelles	1988-95 Directeur de recherche (1 ^{ère} classe) CNRS 1982-88 Maître, puis Directeur de recherche (2 ^{ème} classe) CNRS 1975-82 Chargé de recherche CNRS 1973-75 Attaché de recherche CNRS (Thèse d'Etat, mars 1975) 1972-73 Service militaire 1971-72 Attaché de recherche CNRS 1969-71 Assistant, Université Louis Pasteur, Strasbourg 1965-69 ENS Ulm (Agrégation de mathématiques et DEA)
Liste des 5 publications (ou brevets) les plus significatives des cinq dernières années	(avec D. Quillen) Cyclic homology and the Lie algebra homology of matrices. Comment. Math. Helv. 59 (1984), no. 4, 569—591. Opérations sur l'homologie cyclique des algèbres commutatives. Inventiones Mathematicae 96 (1989), no.1, 205-230. (avec T. Pirashvili) Universal enveloping algebras of Leibniz algebras and (co)homology. Math. Ann. 296 (1993), no. 1, 139—158. Cyclic homology. Grund. math. Wiss., 301. Springer-Verlag, Berlin, 1992. Second edition 1998 (513 p.). (avec M. Ronco) On the structure of cofree Hopf algebras. to appear in J. reine u. angewandte Mathematik (Crelle's Journal) in 2005.
Prix, distinctions	

A-2 : Autres partenaires du projet ¹³

Un responsable scientifique de l'équipe partenaire doit être désigné

Partenaire 2

Civilité ¹⁴	Nom ⁴	Prénom ⁴
M.....	Malbos.....	Philippe.....
Grade ⁴	Maître de conférences.....	
Mail ⁴	Philippe.Malbos@pps.jussieu.fr	
Tél ⁴	01 44 27 77 67	Fax 01 44 27 86 54

Laboratoire ⁴ (nom complet)			
Institut Camille Jordan (UMR 5208)			
N° Unité (s'il existe)	UMR 5208		
Adresse complète du laboratoire ⁴			
Bâtiment Braconnier Université Claude Bernard Lyon 1 43, avenue du 11 novembre 1918			
Ville ⁴	Villeurbanne	Code postal ⁴	69622
Région ⁴	Rhône-Alpes		
Organismes de tutelle (indiquer le ou les établissements et organismes de rattachement, souligner l'établissement susceptible d'assurer la gestion du projet) :			
CNRS			

Principales publications :

Liste des principales publications ou brevets (max. 5) de l'équipe du partenaire 2 (définie tableau ci-dessous) au cours des cinq dernières années, relevant du domaine de recherche couvert par la présente demande dans l'ordre suivant : Auteurs (faisant apparaître en souligné les auteurs faisant effectivement partie de la demande), Année, Titre, Revue, N°Vol, Pages. N'indiquez pas les publications soumises.

P. Malbos. Critères de finitude homologique pour la non convergence des systèmes de réécriture de termes, Thèse de doctorat, Université Montpellier II, (2004).

P. Malbos. Rewriting Systems and Hochschild-Mitchell Homology. GETCO 2002, Electronic Notes in Theoretical Computer Science, vol. 81, 14 pages, (2003).

F. Gruau, P. Malbos. The Blob: A Basic Topological Concept for "Hardware-Free" Distributed Computation. Kobe, Japan, UMC 2002, Lecture Notes in Computer Science, vol. 2509, pp. 151-163, (2002).

¹³ Remplir une fiche par équipe partenaire

¹⁴ Champ obligatoire

Partenaire 2

	Nom	Prénom	Emploi actuel	% de temps consacré au projet	Rôle/Responsabilité dans le projet 4 lignes max
Responsable	Malbos	Philippe	MCF	50%	Etude homologique des systèmes de réécriture
Membres de l'équipe					

Pour chacun des membres de l'équipe dont l'implication dans le projet est supérieure à 25%, fournir une biographie **d'une page maximum** qui comportera :

A/ Nom, prénom, âge, doctorat, stage post-doctoral, situation actuelle

B/ Autres expériences professionnelles

C/ Liste des 5 publications (ou brevets) les plus significatives des cinq dernières années

D/ Prix, distinctions

Nom, prénom, âge, doctorat, stage post-doctoral, situation actuelle	MALBOS Philippe, 31 ans, docteur de 3 ^{ème} cycle (2004), post-doctorat à The School of Informatics, University of Wales(2004), Maître de conférence, UCBL.
Autres expériences professionnelles	Attaché Temporaire d'Enseignement et de Recherche à l'UFR d'informatique de l'Université Paris 7 (2004-2005).
Liste des 5 publications (ou brevets) les plus significatives des cinq dernières années	<p>P. Malbos. Critères de finitude homologique pour la non convergence des systèmes de réécriture de termes, Thèse de doctorat, Université Montpellier II, (2004).</p> <p>P. Malbos. Rewriting Systems and Hochschild-Mitchell Homology. GETCO 2002, Electronic Notes in Theoretical Computer Science, vol. 81, 14 pages, (2003).</p> <p>F. Gruau, P. Malbos. The Blob: A Basic Topological Concept for "Hardware-Free" Distributed Computation. Kobe, Japan, UMC 2002, Lecture Notes in Computer Science, vol. 2509, pp. 151-163, (2002).</p>
Prix, distinctions	

Programme non thématique 2005

B - Description du projet

La partie (B) pourra être rédigée en français ou en anglais

Acronyme ou titre court du projet : **INVAL**

B-1 – Objectifs et contexte : (2 pages maximum en arial 11, simple interligne)

On situera le projet dans le contexte international en y précisant les objectifs et les enjeux.

Depuis une bonne dizaine d'années, un certain nombre de travaux de nature géométrique ont été appliqués avec succès dans des domaines divers de l'informatique. Leur but commun est une meilleure compréhension du calcul (calcul parallèle et distribué, réécriture et lambda-calcul,) par des méthodes inspirées de celles qui ont eu tellement de succès en physique et en mécanique : la définition formelle d'espaces adaptés aux problèmes étudiés, et l'étude de ceux-ci au moyen d'invariants algébriques. Ce courant de recherche est particulièrement bien représenté en France, et le projet INVAL vise à prolonger les mouvements de fédération des différentes équipes qui ont investi sur ce domaine, et qui ont pu définir ce projet à travers des réunions préliminaires (AS « Topologie Algébrique pour l'étude des structures de calcul et notamment de la concurrence » en particulier).

B-11 - Parallélisme

Pour ce qui est du parallélisme, l'idée essentielle consiste donc à voir un programme parallèle comme un « espace de flots », c'est à dire un espace topologique d'états (ou disons de configurations machine) sur lequel on peut observer les traces d'exécution. La vision dynamique du calcul est ancienne ; la sémantique opérationnelle des langages séquentiels se fait par systèmes de transition, qui ne sont rien d'autre que des systèmes dynamiques discrets. Mais dans notre cas, la géométrie y est bien plus riche et elle joue un rôle crucial. Par exemple, il faut comprendre que le non déterminisme dû à l'exécution d'actions indépendantes crée de nombreuses traces possibles, toutes « équivalentes » dans le sens où quelque soit l'ordonnancement choisi, le calcul effectué sera le même : géométriquement parlant, les traces produites sont équivalentes modulo déformation (homotopie). Par contre, toute synchronisation crée des trous dans ces espaces, et donc, des inéquivalences homotopiques.

Du coup, on retombe sur un vieux thème mathématique : la classification des espaces topologiques (modulo déformation), mais en fait, pas tout à fait, et il a fallu un certain temps pour le réaliser. Il y a une notion très importante dans le calcul, c'est l'irréversibilité du temps (certes il existe également une théorie du calcul réversible, mais n'entrons pas dans les détails). La notion de déformation qu'il faut étudier doit donc respecter cette direction privilégiée (et s'appelle la *dihomotopie*, « di » pour « dirigé »). Cela donne lieu à de nombreux développements mathématiques nouveaux et profonds, alliant topologie, algèbre, logique, théorie des catégories, voir par exemple à ce sujet [G00] et [G03]. Ces directions de recherche sont activement poursuivies par des membres de ce projet, en particulier, Eric Goubault (CEA et PPS), Emmanuel Haucourt (CEA et PPS) et Philippe Gaucher (PPS). Notons que P. Leroux [Le02] a également montré que, dans l'étude des graphes orientés pondérés provenant de la théorie de l'information, on pouvait faire la distinction entre passé et futur en introduisant deux types de coproduits. Ceux-ci satisfont à des relations duales des relations des *algèbres dendriformes* introduites par Jean-Louis Loday (IRMA) [Lo01] dans un tout autre contexte, la K-théorie algébrique.

Un des objectifs scientifiques primordial auquel ce projet s'attaquerait, serait de fabriquer des invariants algébriques pour la *T-homotopie* [GP03] introduite par Philippe Gaucher. Ceci permettrait d'analyser par des voies homotopiques ou homologiques [GP05b] des problèmes liés aux calculs parallèles et distribués. Un autre objectif serait de produire une structure de catégorie de modèle [GP05a] décrivant précisément les types de dihomotopie, incluant en particulier une compréhension précise de la T-homotopie. Ceci nous donnerait un cadre général pour la classification des calculs parallèles et distribués. Un autre objectif concerne le calcul effectif de certains invariants, comme par exemple le pendant du groupe fondamental dans la théorie dirigée, ou des invariants homologiques.

Il est à noter que des applications spécifiques de cette théorie naissante sont apparues récemment, par exemple pour l'analyse et la vérification de programmes parallèles [GFR98], [GH05] (référéncées dans la liste de publication du CEA). Le CEA a d'ailleurs lancé une action en ce sens, avec un projet de développement d'analyseur statique basé sur ces approches géométriques. L'idée majeure est que de bons invariants homotopiques représentent un façon efficace de trouver les propriétés essentielles d'un système parallèle, en

évitant les problèmes d'explosion combinatoire (explosion du nombre d'états discrets du système parallèle, à représenter dans un analyseur pour pouvoir synthétiser ses propriétés) auxquels sont confrontés les méthodes plus traditionnelles. Les résultats présentés dans [GH05] montrent d'ores et déjà que ces nouvelles méthodes sont plus efficaces en terme de réduction de l'espace d'états que les méthodes classiques, comme celles utilisées dans le model-checking (par exemple les méthodes de réduction par ordre partiel de SPIN). Il reste néanmoins des efforts à faire dans l'algorithmique et l'implémentation de ces méthodes, que ce projet permettra de supporter.

B-12 - Réécriture et lambda-calcul

La *théorie de la réécriture* s'intéresse à la transformation discrète, c'est-à-dire pas-à-pas, d'objets de nature calculatoire. Elle embrasse une grande variété de formalismes et de structures : les mots, les termes du premier ordre, les termes d'ordre supérieur (c'est-à-dire avec variables liées), les graphes (par exemple, les réseaux de Petri), ou certains objets géométriques discrets plus complexes à la base d'une théorie naissante de la réécriture multidimensionnelle. En fait, si les systèmes de réécriture de termes et de graphes les plus classiques concernent les transformations d'objets de dimension un, la dimension zéro est représentée par les systèmes de transition de la section précédente, Le premier système de réécriture à avoir été étudié en tant que tel est probablement le lambda-calcul, et la théorie générale lui a emprunté des notions clef comme celle de *forme normale*, représentant un objet qui ne peut plus être transformé, devenant ainsi un candidat tout désigné pour représenter la *valeur* d'un objet, ou encore celle de *confluence*, qui permet de garantir que cette valeur est unique.

La réécriture est utilisée aujourd'hui dans une grande variété de contextes : modélisation des langages fonctionnels ou objets, construction de procédures efficaces de décision pour des théories équationnelles, transformations de programmes, assistants de preuves, etc. On peut, par exemple, comme l'ont fait T. Hardin, L. Maranget et B. Pagano [HMP96], démontrer la correction de machines abstraites à l'aide du lambda-sigma-calcul, un lambda-calcul enrichi d'une opération explicite de substitution issu des travaux de Pierre-Louis Curien (PPS) sur les modèles catégoriques du lambda-calcul [ACCL92].

Le lambda-calcul, a ouvert par son analyse la conception ultérieure des langages de programmation dits fonctionnels, des familles LISP ou ML. D'autres systèmes de réécriture sont apparus depuis pour décrire des paradigmes de programmation différents, ou mieux refléter le comportement des compilateurs. La réécriture de mots est utilisée en théorie combinatoire des groupes ou des monoïdes. La réécriture de termes est un outil de base dans les logiciels de calcul formel. La réécriture multidimensionnelle [B93] vise à s'appliquer à plusieurs domaines allant de la topologie (tresses et noeuds) à la théorie du calcul (circuits booléens classiques et quantiques [L03]). La réécriture intervient aussi naturellement dans la recherche d'une description explicite d'opérades, linéaires ou ensemblistes, (structures algébriques permettant d'étudier globalement les « types d'algèbres ») données par générateurs et relations [Gu04].

On peut aussi aller plus loin et rechercher une théorie uniforme de la réécriture derrière les théories locales et très syntaxiques dont nous disposons aujourd'hui. C'est là un des problèmes scientifiques majeurs du domaine. En effet, les systèmes de réécriture actuels ont tendance à être extrêmement compliqués : par exemple le lambda-sigma-calcul possède 8 générateurs, 11 règles de réduction et 11 paires critiques. L'objectif est de remplacer l'approche syntaxique par une approche plus abstraite, et d'envisager la réécriture à un « bon niveau de généralité ». C'est là que des approches géométriques et algébriques ont vu le jour, en particulier avec les travaux de Paul-André Mélliès (PPS) [Me96, Me02], très similaires à ceux effectués dans le cadre du parallélisme. Un des enjeux de ce projet est de faire converger ces deux types d'approches, à travers la notion générale d'invariant algébrique.

Ce projet devrait bénéficier d'un environnement national et international favorable. Tout d'abord, nous l'avons cité, la plupart des membres de ce projet se sont rencontrés lors de l'Action Spécifique CNRS « *Topologie Algébrique pour l'étude des structures du calcul et notamment de la concurrence* », qui s'est terminée en juillet 2004. Ces rencontres ont permis d'identifier le thème de ce projet. Une ACI s'est construite en même temps que cette Action Spécifique, en 2003, il s'agit de l'ACI « *Géométrie du Calcul (GEOCAL)* » (Thomas Ehrard, IML), qui se termine en 2006, et dont plusieurs membres de ce projet font partie. Il est à remarquer néanmoins que l'ACI GEOCAL couvre un spectre très large d'activités, et ne comprend pratiquement pas l'aspect invariants homologiques développé dans ce projet. Il est à noter également que l'ACI GEOCAL arrive à son terme, et que tous les autres projets sur cette thématique sont terminés ou sur le point de terminer, alors même que la dynamique entre les différentes équipes partenaires a pris, et que de nouveaux thèmes de

collaboration émergent. Ce projet se veut aussi être beaucoup plus ciblée que les actions précédentes. Afin de nous préparer à ce nouveau projet, nous avons organisé au sein de l'ACI GEOCAL, une réunion préliminaire.

Par ailleurs, des thèmes du programme Alliance « *Simplicial Sets and Cubical Sets and Knowledge in Distributed Systems* », maintenant terminé, regroupant le département de Mathématiques de The School of Informatics, University of Wales, Bangor, le CEA, PPS, l'I3M ainsi que le LSV, recourent ceux du présent projet.

Des collaborations et des ateliers communs ont eu lieu dans l'Action Spécifique « *Topologie algébrique pour l'étude des structures de calcul et notamment de la concurrence* ».

Les sites de ce projet ont chacun des liens avec une communauté internationale plus large (par exemple, Martin Raussen et Lisbeth Fajstrup à Aalborg, etc.), que nous comptons renforcer lors des ces trois années. De nombreuses conférences internationales, auxquelles les membres de ce consortium sont invités, montrent bien l'intérêt que le thème de ce projet revêt dans la recherche internationale. Citons par exemple la conférence « *n-Categories: Foundations and Applications* » (organisateurs Peter May et John Baez) à l'Institute for Mathematics and its Applications à Minneapolis en juin 2004, et « *Algebraic Topological Methods in Computer Science II* » (organisateurs Gunnar Carlsson et Rick Jardine), University of Western Ontario, London, en juillet 2004.

B-2 – Description du projet et résultats attendus : (8 pages maximum en arial 11, simple interligne)

On décrira le déroulement prévisionnel et les diverses phases intermédiaires ainsi que les méthodologies employées. L'originalité et le caractère ambitieux du projet devront être explicités. L'interdisciplinarité et l'ouverture à diverses collaborations seront à justifier en accord avec l'orientation du projet. La capacité de ou des équipes « porteuse(s) » devra être attestée par la qualification et les productions scientifiques antérieures de leurs membres. Leur rôle dans les différentes phases du projet devront être précisés et la valeur ajoutée des collaborations entre les différentes équipes sera argumentée. Les moyens demandés devront être en accord avec les objectifs scientifiques du projet.

Le projet veut expliciter techniquement les liens existants entre les différentes approches mentionnées dans la section précédente, à travers la notion d'invariants algébriques et géométriques (homologie et homotopie) développés dans chacun des cadres, parallélisme et réécriture en particulier.

B-21 – Invariants algébriques et calcul

1 - Invariants homotopiques

L'homotopie « dirigée », variation de la théorie homotopique classique des espaces topologiques, permet de découvrir et de caractériser des propriétés essentielles de systèmes parallèles et distribués, par exemple, les points morts, les inatteignables, et les ordonnancements essentiels [GH05]. Les types d'homotopie dirigée, si tant est qu'ils soient connus (des travaux récents de P. Gaucher y amèneraient naturellement), devraient fournir les fondements de la caractérisation des modes de coopération et de synchronisation dans des systèmes parallèles et distribués. Les récents travaux de E. Goubault et E. Haucourt, sur les « composantes » de la *catégorie fondamentale* [FHGR04], ouvrent la voie à la classification des programmes parallèles et distribués, où l'observation que l'on en fait est essentiellement séquentielle. A son tour cette classification devrait avoir d'importantes répercussions dans les méthodes de réduction d'espaces d'états.

P.-A. Melliès a développé un cadre général pour redémontrer les résultats syntaxiques fondamentaux du lambda-calcul : développements finis, standardisation, normalisation, à partir d'axiomes sur les structures du calcul : termes, réductions, résidus, emboîtements, paires critiques [Me96, Me02]. Parce qu'elle évite le traitement explicite de toute syntaxe, cette description abstraite des systèmes de réécriture peut être appliquée à une gamme étendue de calculs, ce qui évite de répéter constructions et preuves pour chaque langage particulier. Les théorèmes de standardisation abstraits obtenus font en fait la preuve qu'il existe un choix de chemins particuliers de réduction dans une classe d'homotopie d'un système de réécriture de dimension 2. Ceci devrait avoir un lien direct avec les théories récentes de l'homotopie orientée (développée dans le cadre des modèles du parallélisme, voir plus haut). Des contacts constants ont renforcé cette intime conviction, en particulier durant les récentes réunions de l'Action Spécifique CNRS « *Topologie Algébrique pour l'étude des structures de calcul et notamment de la concurrence* », de l'ACI GEOCAL et du groupe de travail de PPS « *Méthodes homotopiques en informatique* ».

La réécriture multidimensionnelle développée par Albert Burroni (PPS) [B93], voir aussi [Met03], offre une

liaison très prometteuse entre catégories, réécriture et concurrence basée sur la structure de *n-catégorie*, extension naturelle à n dimensions des catégories (celles-ci représentant la dimension 1). Les n -catégories ont pour générateurs les *n-polygraphes*, dont les entités de base sont des *n-cellules*. Le recollement ou concaténation de n -cellules se fait par leurs bords de dimension $n-1$. Ces recollements qui sont d'une complexité croissante avec la dimension n , permettent la description de la réécriture sur des objets en dimension supérieure, le cas $n=2$ correspondant à la réécriture de mots, et le cas $n=3$ à celui de la réécriture de termes. Cela donne lieu, parallèlement, à l'étude et au développement d'une notion d'automate n -dimensionnel, où l'on retrouve, par exemple, en dimension 2 la notion classique de réseau de Petri, ou encore une extension non commutative de cette dernière.

En liaison avec les travaux de E. Goubault et P. Gaucher sur l'homotopie dirigée, A. Burroni a donné une version simple et naturelle des orientaux de Street susceptible de s'adapter à cette étude. Une mise au point d'algorithmes et de leur implantation pour des calculs sur ordinateur a été faite en collaboration avec V. Padovani.

L'article [L03] d'Yves Lafont (IML) sur la théorie algébrique des circuits booléens contient l'ébauche d'une théorie de la réécriture 2-dimensionnelle au sens de Burroni [B93]. Ce cadre est plus général et techniquement plus difficile que celui de la réécriture de termes. Il doit permettre de traiter des structures telles que les *tresses* ou les *circuits booléens réversibles*, qui ne sont pas naturellement décrites par des termes, ou d'orienter des équations habituellement non orientables telles que la commutativité ($x+y = y+x$). Yves Guiraud (IML) a découvert un critère de terminaison adapté à ce cadre et qui s'applique aux exemples déjà connus [Gu04]. Notons que les systèmes considérés sont assez complexes : par exemple, il ne faut pas moins de 6 générateurs et 67 règles pour la théorie des Z_2 -modules !

2 - Invariants homologiques et calcul

La classification des chemins modulo homotopie « dirigée » est le cœur des recherches concernant les modèles géométriques du parallélisme. E. Goubault avait proposé dans sa thèse en 1995 [G95] d'étudier des invariants homologiques effectifs du calcul parallèle, permettant de caractériser algorithmiquement des traits importants de programmes parallèles, tels les points morts, les points inatteignables, les ordonnancements essentiels, et de caractériser la puissance expressive des constructions parallèles et des synchronisations. Malgré tout, ces invariants homologiques, basés sur des constructions classiques d'homologie relative sur des bicomplexes de modules, s'avèrent n'être pas assez discriminants en général. P. Gaucher a développé depuis des théorie homologiques [GP05b] bien plus puissantes, qu'il reste encore à savoir calculer. Il s'agit d'un objectif scientifique à lever essentiel à l'applicabilité de la théorie.

Il existe également, depuis bien plus longtemps, d'autres considérations homologiques sur les systèmes de réécriture, en fait, à l'origine, sur les systèmes de réécriture de mots. Le théorème de Squier [S87] établit un lien entre l'existence d'un système de réécriture canonique fini, présentant un monoïde, et la finitude de son troisième groupe d'homologie (ceci ayant été généralisé ensuite à tous ses groupes d'homologie par Kobayashi). Récemment, Philippe Malbos (UCBL) a proposé dans sa thèse [M04] une extension du théorème de Squier aux systèmes de réécriture de termes du premier ordre mettant en jeu sémantiquement la notion de théorie algébrique de Lawvere. L'article [DL03] de Patrick Dehornoy (rattaché au site IML) et Lafont sur l'homologie des groupes gaussiens introduit différentes techniques pour calculer l'homologie du groupe d'un monoïde possédant un certain nombre de propriétés telles que la noéthérianité et l'existence de PPCM. C'est le cas, par exemple, des groupes de tresses, ou plus généralement, des groupes d'Artin de type sphérique. Dans les bons cas, ces techniques permettent de résoudre divers autres problèmes, comme le problème de mot, ou la simplifiabilité. Les principes géométriques sous-jacents sont apparentés à l'approche de Squier pour la réécriture ou à la théorie du calcul développée par P.-A. Mélliès. L'existence d'une unification, peut-être dans un cadre catégorique, est une question fascinante méritant d'être étudiée.

On peut penser également que des invariants de l'homotopie dirigée (développés à l'origine pour le parallélisme) pourraient être également utiles à ces problèmes de réécriture.

Les relations entre logique et calcul (et réductions dans le lambda-calcul par exemple) sont très intimes : ce sont les théorèmes du type Curry-Howard, où l'élimination des coupures correspond à des étapes de calcul (beta-réduction dans le lambda-calcul). Il est donc naturel d'examiner les liens techniques entre la théorie de la preuve en logique et la formulation géométrique du calcul. Des travaux récents [GG03] de Jean Goubault-Larrecq (LSV) conjointement avec Eric Goubault décrivent la théorie de la preuve de certaines logiques par des objets géométriques (espaces simpliciaux et espaces topologiques), de façon extrêmement fidèle (théorèmes de complétude). Un problème fondamental à poursuivre est donc de comprendre la nature logique

des propriétés géométriques naturelles des termes de preuve dans ces modèles.

3 - Fondements et opérades

Nous avons déjà remarqué de nombreux points de contact entre ce projet de recherche et la topologie algébrique. Un autre doit être souligné : la nécessité continue de travaux sur les fondements.

Dès les débuts de la topologie algébrique il y a eu deux façons bien distinctes de présenter la notion intuitive d'espace : soit de façon discrète et combinatoire, au moyen du concept de complexe, ou bien par le biais de la topologie générale, où le concept de base est celui d'espace topologique. Des techniques très sophistiquées sont nées de cette confrontation, qui ont permis la mise au point d'outils abstraits et puissants, qui donnent un éventail très large de méthodes, plus ou moins "combinatoires" ou plus ou moins "topologiques", pour définir des espaces et en calculer des invariants, et pour passer d'une présentation à l'autre.

Cette variété historique se retrouve chez nous. Nous sommes déjà dans le besoin de comparer les différentes approches que nous utilisons, qui vont des méthodes "topologiques" comme les flots et les espaces dirigés, aux approches plus "combinatoires" des ensembles cubiques (aussi appelés autotmates d'ordre supérieur) et des n-catégories.

Un concept unificateur très important pour tous les objets algébriques que nous manipulons est celui d'opérade. La définition exacte en varie d'un auteur à l'autre, mais l'idée de base d'une opérade "ensembliste" est celle d'un complexe (de dimension limitée ou arbitraire, selon les approches), dont les simplexes peuvent être recollés le long de leurs faces au moyens d'opérations algébriques de combinaison. Par exemple une n-catégories une opérade de dimension arbitraire dont les simplexes ont une forme très particulière.

Une propriété très importante, sous-jacente à presque tout ce qui précède, est la *linéarité*, au sens de linéarité d'une règle de réécriture, qui est le même que dans l'expression « logique linéaire ». Les systèmes de réécriture étudiés par Burroni [B93] et Lafont [L03] ainsi que les systèmes de réécriture de mots, sont parfaitement linéaires, en ce sens que toutes leurs règles sont à la fois linéaires à gauche et à droite. Les systèmes associés aux lambda-calculs sus-mentionnés ne sont pas linéaires au départ, mais il existe de nombreux travaux, très proches des recherches sur la substitution explicite, qui visent à les plonger dans des systèmes parfaitement linéaires. On remarque toujours alors une augmentation du caractère géométrique, étant donné qu'on passe des termes (contenant des répétitions arbitraires de variables libres) aux graphes.

On peut résumer les choses au moyen du slogan suivant : les structures algébriques associées à la géométrie du calcul sont essentiellement linéaires (au sens qui précède), et leur cadre formel de définition est celui des opérades. Les déviations par rapport à cette linéarité doivent être prises en compte au moyen de structures *co-algébriques*. Voir par exemple les travaux de Lafont et de Guiraud à ce sujet.

François Lamarche (LORIA) a remarqué qu'une généralisation simple des opérades permettait d'obtenir une théorie générale des logiques non commutatives. Ceci l'a amené à étudier la réécriture dans les opérades. Il s'est alors aperçu qu'on pouvait étudier une opérade donnée au travers de sa catégorie de substitutions, qui contenait autant d'information, tout en étant beaucoup plus facile à généraliser. Cette découverte a coïncidé avec la mise en évidence par Malbos du fait que la catégorie des substitutions est la catégorie naturelle dans laquelle calculer des résolutions projectives, à partir de présentation par réécriture, pour les monoïdes, les théories algébriques ou encore les opérades.

Ce projet est l'occasion de poursuivre le vaste programme de l'étude de ces catégories de substitutions, vues comme la généralisation des opérades. Elles généralisent avantageusement les n-catégories étudiées par Burroni, allant même plus loin dans cette direction que les opérades de dimension supérieure de Baez. Mais surtout, elles permettent de présenter un système de réécriture (en n'importe quelle dimension) de façon extrêmement naturelle, étant donné qu'un morphisme dans une telle catégorie peut toujours être vu comme une instance de (partie gauche ou droite) de règle de réécriture. Le développement de la théorie homologique de ces objets est placé en priorité ; ceci est presque inévitable vu les liens qui existent déjà avec les travaux précités.

La dimension logique ne sera pas négligée non plus : de nouveaux développements en théorie de la démonstration (voir les travaux de Lutz Strassburger (LORIA) et A. Guglielmi) ont augmenté l'importance de la réécriture en logique, celle-ci étant vue non seulement comme un paradigme de normalisation (l'exemple standard étant la beta-réduction) mais aussi de *déduction* (« rewriting as deduction »).

Dans le même esprit, Guiraud étudie les liens entre la réécriture en dimension 4 et les démonstrations logiques [Gu05]. Avec cette approche, on interprète les formules, les preuves et les calculs de normalisation respectivement comme des objets de dimensions 2, 3 et 4. La suite de ce programme concerne la compréhension des liens entre les réseaux de preuves et les représentations tridimensionnelles des démonstrations.

Comme on le voit dans cette présentation, les objectifs scientifiques à lever sont incontournables, et au cœur de la notion de calcul (parallèle ou séquentiel). Les membres du consortium se connaissent bien et ont l'habitude de travailler ensemble, mais il n'existe jusqu'à présent aucun cadre leur permettant d'avancer de façon significative, autre qu'au coup par coup. Ce projet veut répondre à ce besoin.

B-22 - Résultats attendus

1 - Invariants homologiques

Un des objectifs de ce projet est d'obtenir une meilleure compréhension topologique et algébrique des mécanismes de confluence en réécriture. Dans cette direction, le travail de P. Malbos porte sur une caractérisation homologique de la confluence. L'objectif est de construire une théorie homologique permettant de détecter les défauts de confluence dans un système de réécriture. Une telle théorie doit remplir deux conditions essentielles, elle doit être effective et indépendante du contexte syntaxique de réécriture.

Un aspect des conditions de finitude homologique pour l'existence de présentation canonique par réécriture est qu'elles conduisent à des méthodes effectives de calcul pour l'homologie des structures algébriques telles que les monoïdes, les algèbres associatives ou les théories algébriques. Suite aux travaux de P. Malbos, nous souhaitons implémenter ces méthodes, essentiellement basée sur les résolutions inductives d'Anick et Kobayashi, pour le calcul des groupes d'homologie des petites catégories à coefficients dans les systèmes naturels abéliens (une généralisation de la notion de bimodule).

On voudrait également appliquer les nouvelles techniques introduites par P. Dehornoy et Y. Lafont [DL03] dans le cadre de l'homologie des groupes gaussiens, à l'homologie des catégories monoïdales, et si possible, unifier cette approche avec celle de Squier. On cherchera également une description géométrique de la troisième résolution présentée dans l'article de Y. Lafont et P. Dehornoy sur l'homologie des groupes gaussiens, c'est-à-dire celle qui semble la mieux adaptée au calcul explicite de l'homologie, et enfin, à automatiser les calculs d'invariants.

On cherchera aussi à construire de nouvelles théories homologiques, invariants de l'homotopie « dirigée », à partir des théories développées par Malbos et basées sur l'homologie à coefficients dans les systèmes naturels abéliens.

Dans tous les cas, on s'intéressera à automatiser, autant que faire se peut, les calculs d'invariants.

2 - Invariants homotopiques

Pour ce qui est des invariants homotopiques, plus difficile à calculer par nature, on souhaite néanmoins continuer les travaux de E. Goubault et E. Haucourt, concernant les calculs inductifs de la catégorie fondamentale, dans des cas simples, mais d'intérêt pour les applications (en particulier, les espaces partiellement ordonnés provenant de langages parallèles à mémoire partagée et sémaphores). Ceux-ci se fondent en particulier sur un théorème de van Kampen, et sur des caractérisations des catégories fondamentales de formes simples (à partir de catégories de fractions particulières). Une première application [GH05] a déjà permis de montrer l'applicabilité de ces théories à des problèmes de vérification/validation de programmes parallèles. Il reste encore à utiliser encore plus la machinerie déjà à notre disposition, et celle à venir dans le projet, pour améliorer ces méthodes de validation de programme.

On souhaite aussi pouvoir produire, dans le cadre des travaux de P. Gaucher, des invariants pour la dihomotopie (comprenant dans ce cadre la S-homotopie et la T-homotopie). Grâce à des modèles de langages de programmations utilisant la catégorie des flots, et après des développements homologiques et homotopiques (par exemple la recherche de longues suites exactes, d'analogues de formules de Kunnet, etc...), on peut espérer pouvoir calculer ces invariants par induction sur la taille des programmes. Au niveau des applications, cela permettrait d'expérimenter, forcément au début sur des cas très simples, de nouvelles méthodes d'analyse statique de programmes.

En réécriture, les conditions de finitude homologique ne sont pas suffisantes pour caractériser entièrement les défauts de confluence. Pour cette raison Squier a introduit dans le cas de la réécriture de mots un invariant de

nature homotopique plus restrictif [S94]. Pour les systèmes de réécritures de groupes, cet invariant est équivalent à l'existence d'une base finie du module des 2-szygies homotopiques du groupe. Dans le cadre d'un post-doctorat à l'Université de Bangor, U.K., P. Malbos a travaillé sur la conjecture que cette interprétation en terme de 2-szygies homotopiques reste encore valable pour la réécriture dans un monoïde arbitraire et pour la réécriture de termes. En particulier, une généralisation du théorème de Brown-Huebschmann pour les modules croisés de petites catégories devrait conduire à montrer l'équivalence des conditions de finitude homologique et homotopique de Squier pour les systèmes de réécriture de termes du premier ordre. Cette équivalence n'est pour l'instant montrée que dans le cas de la réécriture de groupes. Ce travail est motivé par le fait que les résolutions croisées sont plus adaptées que les résolutions abéliennes pour la compréhension des mécanismes de réécriture d'ordre supérieur. Il vise à résoudre le problème non encore abordé, et pourtant central, consistant à formuler les procédures de standardisation en réécriture, axiomatisés par Melliès [Me96], en terme de syzygies homotopiques. Daniel Guin (I3M) a défini une théorie (co)homologique adaptée aux structures croisées qui pourrait être un outil pertinent dans ces questions [Gui88, Gui95].

De plus, on étudiera les invariants permettant de prouver la confluence et la noéthérianité des réécritures 2-dimensionnelle au sens de A. Burroni [B93], dans le même esprit. Pour ce faire, on commencera par enrichir notre bibliothèque d'exemples de systèmes de réécriture 2-dimensionnelle qui sont à la fois noéthériens et confluents. On cherchera des critères généraux et effectifs pour tester ces deux propriétés, et on tentera d'automatiser les vérifications.

Le « *Programme de Minneapolis* » élaboré conjointement par F. Métayer (PPS) et Y. Lafont est fondé sur les principes suivants :

- L'égalité algébrique est illusoire : il y a seulement des calculs qui relient des expressions bien distinctes.
- Principe de cohérence : deux calculs qui prouvent la même « égalité » doivent être considérés comme « égaux ».
- Cette égalité entre calculs est elle-même illusoire : on la remplace par des calculs entre calculs.
- On continue ainsi ad infinitum.

Ce processus n'est pas un serpent qui se mange la queue. On peut lui associer un contenu mathématique précis : c'est une sorte de résolution non commutative. Cette notion s'exprime elle-même en termes de « polygraphes » de A. Burroni ou de « computades » de Street. On pense qu'elle permet d'unifier et de généraliser des approches qui sont visiblement apparentées comme les théorèmes de cohérence en théorie des catégories (S. Mac Lane & autres), les invariants homologiques et homotopiques de la réécriture (Squier & autres), ou l'homologie des groupes Gaussiens (P. Dehornoy & Y. Lafont) [DL03]. Dans cet esprit, F. Métayer et Y. Lafont ont dressé une liste d'une quinzaine de conjectures ou de directions de recherche [LM].

3 - Fondements, opérades et algèbres de Hopf.

Nous prévoyons que les années qui s'en viennent nous permettront la mise au point d'une théorie algébrique unifiée des objets de la réécriture. Elle prendra compte en particulier de l'emploi d'équations au sens traditionnel, par rapport à l'utilisation de cellules de dimension supérieure pour "géométriser" ces équations. Cette théorie combinera le monde algébrique et le monde co-algébrique de façon unifiée. En plus de ce que nous avons dit auparavant, voici d'autres indices qui nous permettent de faire de telles prédictions :

Un des travaux qui avaient amené F. Lamarche à étudier les opérades sous l'aspect de la logique et de la réécriture était la construction (en collaboration avec R. Blute et P. Ruet [LBR05]) d'une sémantique pour la logique non commutative d'Abrusci-Ruet, qui fait intervenir de manière naturelle des algèbres de Hopf d'un type particulier, pour lesquelles avait été obtenu un théorème de reconstruction de Tannaka-Krein. Le dual de ce dernier, appelé le théorème de Milnor-Moore, a été étendu par J.-L. Loday aux algèbres de Hopf non commutatives.

Les algèbres de Hopf sont un exemple de bigèbre, soit la combinaison la plus simple de structure algébrique et co-algébrique qu'on peut trouver. Depuis d'autres bigèbres sont apparus en logique, dans les travaux de Lamarche et Strassburger sur la modélisation des preuves en logique classique (LICS2005, [LS05]).

Les bigèbres et les algèbres de Hopf sont des exemples de PROPS. Les opérades sont les structures algébriques qui permettent d'étudier globalement les « types d'algèbres », c'est à dire les opérations à multiples entrées et une sortie. Les PROPS permettent de combiner les structures algébriques et co-algébriques en gérant des opérations à multiples entrées et multiples sorties. Jusqu'à maintenant les PROPS étaient peu répandues hors du contexte de la topologie algébrique car on ne connaissait que peu de résultats généraux les concernant. Mais les choses vont changer grâce au résultat de B. Vallette (IRMA) qui a réussi à construire une théorie de la dualité de Koszul pour les PROPS. A partir de cette théorie s'ouvre un vaste

champ d'investigation.

D. Guin (I3M) a également mis au point, avec Jean-Michel Oudom [OM05] un processus de construction d'algèbres de Hopf non co-commutatives liées aux arbres. Nous souhaiterions dans ce projet développer les liens entre ces travaux et ceux de F. Lamarche.

F. Lamarche (LORIA) a remarqué que les relations des algèbres dendriformes définies par J.-L. Loday se retrouvaient chez les paires de foncteurs adjoints de catégories monoïdales, ainsi qu'en logique. Ici aussi il serait intéressant de traduire la dualité de Koszul dans ce contexte (intervention des relations des digèbres associatives).

B-2 – Bibliographie :

[ACCL92] M. Abadi, L. Cardelli, P.-L. Curien, J.-J. Lévy, Explicit Substitutions, *J. of Functionnal Programming* 1(4), 375-416 (1992).

[B93] A. Burroni, Higher-dimensional word problems with application to equational logic, *Theoretical Computer Science* 115, 43—62, (1993).

[DL03] P. Dehornoy, Y. Lafont, Homology of Gaussian groups, *Annales de l'Institut Fourier* 53 (2), p. 489-540, Université Joseph Fourier (2003).

[FHGR04] E. Haucourt, L. Fajstrup, E. Goubault et M. Raussen, Components of the Fundamental Category, *Applied Categorical Structures* (2004).

[GP03] P. Gaucher. A model category for the homotopy theory of concurrency, *Homology, Homotopy and Applications*, vol. 5 (1):p.549-599, 2003.

[GP05a] P. Gaucher. Flow does not model flows up to weak dihomotopy. To appear in *Applied Categorical Structures* (2005).

[GP05b] P. Gaucher. Homological properties of non-deterministic branchings and mergings in higher dimensional automata, *Homology, Homotopy and Applications*, vol. 7 (1):p.51-76, 2005.

[G95] E. Goubault, The Geometry of Concurrency, Thèse de doctorat, Ecole Polytechnique, (1995).

[GFR98] E.Goubault, L. Fajstrup, M. Raussen, Detecting Deadlocks in Concurrent Systems, *CONCUR'98*, (1998).

[GH05] E.Goubault, E. Haucourt, A practical application of geometric semantics to static analysis of concurrent programs, *CONCUR'05*, (2005).

[G03] E. Goubault, Geometric Perspectives on Concurrency Theory, *Homology, Homotopy and Applications* (2003).

[G00] E. Goubault, Geometry and Concurrency: A Users' Guide, *Mathematical Structures in Computer Science* (2000).

[GG03] J. Goubault-Larrecq, E. Goubault, On the geometry of intuitionistic S4 proofs, *Homology, Homotopy and Applications*, 5(2), 95—136, (2003).

[Gui88] D. Guin, Cohomologie et homologie non abéliennes des groupes. *J. Pure Appl. Algebra* 50, no. 2, 109—137, (1988).

[Gui95] D. Guin, Cohomologie des algèbres de Lie croisées et K-théorie de Milnor additive. *Ann. Inst. Fourier (Grenoble)* 45, no. 1, 93—118, (1995).

[Gu04] Y. Guiraud, Présentations d'opérades et systèmes de réécriture, Thèse de doctorat, Université Montpellier II, (2004).

[Gu05] Y. Guiraud, The three dimensions of proofs, dans « Structures and deduction », *ICALP'05*, (2005).

- [HMP96] T. Hardin, L. Maranget, B. Pagano, Functional Back-Ends within the Lambda-Sigma Calculus, ICFP'96, (1996).
- [Le02] P. Leroux, Coassociativity breaking and oriented graphs, arXiv:math.QA/0204342, (2002).
- [L03] Y. Lafont, Towards an Algebraic Theory of Boolean Circuits, Journal of Pure and Applied Algebra 184 (2-3), p. 257-310, Elsevier (2003)
- [LM] Y. Lafont, F. Métayer, Towards a homotopical theory of computation (en préparation).
- [LBR05] F. Lamarche, R. Blute, P. Ruet: Entropic Hopf Algebras and Models of Non-Commutative Logic, Theory and Applications of Categories. Vol 10.
- [LS05] F. Lamarche, L. Strassburger: Constructing Free Boolean Categories, LICS'05.
- [Lo01] J.-L. Loday, Dialgebras, in "Dialgebras and related operads", Springer Lecture Notes in Math., 1763, 7—66, (2001).
- [M04] P. Malbos. Critères de finitude homologique pour la non convergence des systèmes de réécriture de termes, Thèse de doctorat, Université Montpellier II, (2004).
- [Me96] P.-A. Melliès, Description Abstraite des Systèmes de Réécriture, Thèse de l'Université Paris 7, (1996).
- [Me02] P.-A. Melliès, Axiomatic Rewriting Theory 6: Residual Theory Revisited. Proceedings of Rewriting Techniques and Applications 2002 (Copenhagen).
- [Met03] F. Métayer, Resolutions by polygraphs, Theory and Applications of Categories, 11, 148-184, (2003).
- [OM05] J.-M. Oudom, D. Guin, Sur l'algèbre enveloppante d'une algèbre pré-Lie. C. R. Math. Acad. Sci. Paris 340 (2005), no. 5, 331--336.
- [S87] C.C. Squier, Word problems and a homological finiteness condition for monoids, Journal of Pure and Applied Algebra, 49, 201—217, (1987).
- [S94] C.C. Squier, A finiteness condition for rewriting systems, Theoretical Computer Science 131, (2), 271—294, (1994).

Propositions d'experts et confidentialité

- Chaque porteur de projet devra fournir une liste de 3 à 5 noms d'experts français ou étrangers (avec coordonnées complètes : adresse postale et adresse électronique) susceptibles d'évaluer le projet avec lesquels il n'a ni conflit d'intérêt, ni collaborations en cours.
- Les membres du Comité d'évaluation et du Comité stratégique sont astreints à la confidentialité.

Marco Grandis,

DIMA - Dipartimento di Matematica
Via Dodecaneso, 35
16146 Genova – ITALY
Tel: +39 (010) 3536805
Fax: +39 (010) 3536752
Email: grandis@dimma.unige.it

Samson Abramsky,

Oxford University Computing Laboratory,
Wolfson Building,
Parks Road,
Oxford, OX1 3QD,
England.
Tel: +44 (0)1865 283558
Fax: +44 (0)1865 273839

Kathryn Hess,

Institut de Géométrie, Algèbre et Topologie
Faculté des sciences de base
Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne
EPFL SB IGAT GR-HE
BCH 5103 (Bâtiment de chimie UNIL)
CH-1015 Lausanne
Tel: +41 21 693 42 45
Fax 021 693 43 03
Email : kathryn.hess@epfl.ch

Timothy Porter,

School of Mathematics,
University of Wales, Bangor,
Dean St., Bangor,
Gwynedd LL57 1UT. , UK.
Tel: (01248)-382492
Fax: (01248)-358811
Email : t.porter@bangor.ac.uk

Programme non thématique 2005

C - Moyens financiers et humains demandés par chaque équipe partenaire du projet

Chaque équipe partenaire remplira une fiche de demande d'aide selon les modèles proposés ci-dessous (laboratoire public ou fondation ; entreprise ou association) en fonction de son appartenance.

On présentera une brève justification scientifique des moyens demandés pour chacune des équipes impliquées dans le projet.

Programme non thématique 2005

Fiche de demande d'aide – Laboratoire public / Fondation

Acronyme ou titre court du projet **INVAL**

Responsable scientifique (coordinateur ou partenaire) (nom, prénom) : Goubault, Eric

On a déjà identifié un candidat potentiel, intéressé pour le postdoctorat dans le cadre du projet INVAL ; il pourrait s'agir de Sanjeevi Krisnan, en thèse avec Peter J. May à l'Université de Chicago dans le domaine des modèles géométriques du parallélisme (invariants dihomotopiques en particulier), avec qui Eric Goubault est en contact. Le principe retenu dans le projet a été néanmoins d'attribuer ce postdoc aux candidats les plus méritants, sur l'un quelconque des sujets du projet. On proposera alors de redistribuer l'allocation prévue à l'institution d'accueil effectif.

(Nota : pour les frais de mission, nous avons comptabilisé uniquement les membres à plus de 25%, de façon harmonisée entre tous les partenaires – les missions comprennent les participations aux conférences associées au projet, par exemple GETCO, cf. <http://www.di.ens.fr/~goubault>, ou les meetings réguliers, ou encore les visites de travail entre sous-groupes du projet)

Estimation du coût marginal du projet pour le laboratoire :

Les valeurs obtenues dans les cellules du tableau P à W serviront à renseigner le tableau « estimation du coût complet » ci-dessous

	Année 1			Année 2			Année 3			Total (Euros)
	Nbre h/m	Coût h/m	Coût total	Nbre h/m	Coût h/m	Coût total	Nbre h/m	Coût h/m	Coût total	
Dépenses de personnel ⁽¹⁾ (catégorie 1) (catégorie 2) ...				1	45kE	45kE				(P)
Equipements ^{(2),(4)}	4kE (station de travail)			4kE (station de travail)						(Q)
Achats de petits matériels, de consommables etc ⁽²⁾										(R)
Prestations de service ^{(2),(3)}										(S)
Frais de missions ⁽²⁾	4kE (missions de 4*1 semaine pour 2 personnes)			4kE (missions de 4*1 semaine pour 2 personnes)			4kE (missions de 4*1 semaine pour 2 personnes)			(T)
Frais généraux (4 % des dépenses)										(U)
Total (Euros)	8kE			8kE			4kE			(V)
Aide demandée (Euros)	8kE			8kE			4kE			(W)

- (1) Personnel non statutaire directement affecté au projet exprimé en hommes mois. Les dépenses éligibles se limitent aux salaires et aux charges sociales. Pour cet appel les doctorants ne doivent pas être pris en compte. Exemple : post-doc (catégorie 1), ingénieur d'études (catégorie 2)
- (2) Y compris TVA non récupérable.
- (3) Le montant des prestations de service est limité à 50% du montant global du fonctionnement demandé.
- (4) Matériel dont la valeur unitaire est supérieure à 4000 euros HT

Evaluation (pour information) du coût complet du projet pour le laboratoire

EQUIPEMENT ^{(1) (2)}	FONCTIONNEMENT				TOTAL Equipement + fonctionnement
	Dépenses de personnel	Prestations de service ⁽¹⁾	Autres dépenses de fonctionnement ⁽¹⁾	Total fonctionnement	

(a)	20kE (b)	(c)	(d)	(e) = (b) + (c) + (d)	(f) = (a) + (e)
= (Q) ci-dessus	= somme (P) x (4) + (3) x (4)	= (S) ci-dessus	= somme (R+T+U) ci-dessus	20kE	20kE (X)

- (1) Coût HT majoré le cas échéant de la TVA non récupérable
- (2) Équipement : matériel dont la valeur unitaire est supérieure à 4 000 euros HT
- (3) Dépense du personnel rémunéré par d'autres sources de financement (charges sociales comprises) affecté au projet, au prorata de leur implication dans le projet (y compris les doctorants)
- (4) Taux d'environnement de l'établissement

Programme non thématique 2005

Fiche de demande d'aide – Laboratoire public / Fondation

Acronyme ou titre court du projet **INVAL**

Responsable scientifique (coordinateur ou partenaire) (nom, prénom) : Gaucher, Philippe

Estimation du coût marginal du projet pour le laboratoire :

Les valeurs obtenues dans les cellules du tableau P à W serviront à renseigner le tableau « estimation du coût complet » ci-dessous

	Année 1			Année 2			Année 3			Total (Euros)
	Nbre h/m	Coût h/m	Coût total	Nbre h/m	Coût h/m	Coût total	Nbre h/m	Coût h/m	Coût total	
Dépenses de personnel ⁽¹⁾ (catégorie 1) (catégorie 2) ...										(P)
Equipements ^{(2),(4)}	6kE (station de travail)			6kE (station de travail)						(Q)
Achats de petits matériels, de consommables etc ⁽²⁾										(R)
Prestations de service ^{(2),(3)}										(S)
Frais de missions ⁽²⁾	6kE (missions de 4*1semaine pour 3 personnes)			6kE (missions de 4*1semaine pour 3 personnes)			6kE (missions de 4*1semaine pour 3 personnes)			(T)
Frais généraux (4 % des dépenses)										(U)
Total (Euros)	12kE			12kE			6kE			(V)
Aide demandée (Euros)	12kE			12kE			6kE			(W)

- (1) Personnel non statutaire directement affecté au projet exprimé en hommes mois. Les dépenses éligibles se limitent aux salaires et aux charges sociales. Pour cet appel les doctorants ne doivent pas être pris en compte. Exemple : post-doc (catégorie 1), ingénieur d'études (catégorie 2)
- (2) Y compris TVA non récupérable.
- (3) Le montant des prestations de service est limité à 50% du montant global du fonctionnement demandé.
- (4) Matériel dont la valeur unitaire est supérieure à 4000 euros HT

Evaluation (pour information) du coût complet du projet pour le laboratoire

EQUIPEMENT ^{(1) (2)}	FONCTIONNEMENT				TOTAL Equipement + fonctionnement
	Dépenses de personnel	Prestations de service ⁽¹⁾	Autres dépenses de fonctionnement ⁽¹⁾	Total fonctionnement	
(a)	20kE (b)	(c)	(d)	(e) = (b) + (c) + (d)	(f) = (a) + (e)
= (Q) ci-dessus	= somme (P) x (4) + (3) x (4)	= (S) ci-dessus	= somme (R+T+U) ci-dessus	20kE	20kE (X)

- (1) Coût HT majoré le cas échéant de la TVA non récupérable
- (2) Équipement : matériel dont la valeur unitaire est supérieure à 4 000 euros HT
- (3) Dépense du personnel rémunéré par d'autres sources de financement (charges sociales comprises) affecté au projet, au prorata de leur implication dans le projet (y compris les doctorants)
- (4) Taux d'environnement de l'établissement

Programme non thématique 2005

Fiche de demande d'aide – Laboratoire public / Fondation

Acronyme ou titre court du projet **INVAL**

Responsable scientifique (coordinateur ou partenaire) (nom, prénom) : Guin, Daniel

Estimation du coût marginal du projet pour le laboratoire :

Les valeurs obtenues dans les cellules du tableau P à W serviront à renseigner le tableau « estimation du coût complet » ci-dessous

	Année 1			Année 2			Année 3			Total (Euros)
	Nbre h/m	Coût h/m	Coût total	Nbre h/m	Coût h/m	Coût total	Nbre h/m	Coût h/m	Coût total	
Dépenses de personnel ⁽¹⁾ (catégorie 1) (catégorie 2) ...										(P)
Equipements ^{(2),(4)}										(Q)
Achats de petits matériels, de consommables etc ⁽²⁾	4kE (station de travail)									(R)
Prestations de service ^{(2),(3)}										(S)
Frais de missions ⁽²⁾	2kE (4*1 semaine de mission pour 1 personne)									(T)
Frais généraux (4 % des dépenses)										(U)
Total (Euros)	6kE									(V)
Aide demandée (Euros)	6kE									(W)

- (1) Personnel non statutaire directement affecté au projet exprimé en hommes mois. Les dépenses éligibles se limitent aux salaires et aux charges sociales. Pour cet appel les doctorants ne doivent pas être pris en compte. Exemple : post-doc (catégorie 1), ingénieur d'études (catégorie 2)
- (8) Y compris TVA non récupérable.
- (9) Le montant des prestations de service est limité à 50% du montant global du fonctionnement demandé.
- (10) Matériel dont la valeur unitaire est supérieure à 4000 euros HT

Evaluation (pour information) du coût complet du projet pour le laboratoire

EQUIPEMENT ^{(1) (2)}	FONCTIONNEMENT				TOTAL Equipement + fonctionnement
	Dépenses de personnel	Prestations de service ⁽¹⁾	Autres dépenses de fonctionnement ⁽¹⁾	Total fonctionnement	
(a)	20kE (b)	(c)	(d)	(e) = (b) + (c) + (d)	(f) = (a) + (e)
= (Q) ci-dessus	= somme (P) x (4) + (3) x (4)	= (S) ci-dessus	= somme (R+T+U) ci-dessus	20kE	20kE (X)

- (1) Coût HT majoré le cas échéant de la TVA non récupérable
- (2) Équipement : matériel dont la valeur unitaire est supérieure à 4 000 euros HT
- (7) Dépense du personnel rémunéré par d'autres sources de financement (charges sociales comprises) affecté au projet, au prorata de leur implication dans le projet (y compris les doctorants)
- (8) Taux d'environnement de l'établissement

Programme non thématique 2005

Fiche de demande d'aide – Laboratoire public / Fondation

Acronyme ou titre court du projet **INVAL**

Responsable scientifique (coordinateur ou partenaire) (nom, prénom) : Lafont, Yves

Estimation du coût marginal du projet pour le laboratoire :

Les valeurs obtenues dans les cellules du tableau P à W serviront à renseigner le tableau « estimation du coût complet » ci-dessous

	Année 1			Année 2			Année 3			Total (Euros)
	Nbre h/m	Coût h/m	Coût total	Nbre h/m	Coût h/m	Coût total	Nbre h/m	Coût h/m	Coût total	
Dépenses de personnel ⁽¹⁾ (catégorie 1) (catégorie 2) ...										(P)
Equipements ^{(2),(4)}	6kE (stations de travail)			6kE (stations de travail)						(Q)
Achats de petits matériels, de consommables etc ⁽²⁾										(R)
Prestations de service ^{(2),(3)}										(S)
Frais de missions ⁽²⁾	6kE (4*1 semaine de mission pour 3 personnes)			6kE (4*1 semaine de mission pour 3 personnes)			6kE (4*1 semaine de mission pour 3 personnes)			(T)
Frais généraux (4 % des dépenses)										(U)
Total (Euros)	12kE			12kE			6kE			(V)
Aide demandée (Euros)	12kE			12kE			6kE			(W)

(1) Personnel non statutaire directement affecté au projet exprimé en hommes mois. Les dépenses éligibles se limitent aux salaires et aux charges sociales. Pour cet appel les doctorants ne doivent pas être pris en compte. Exemple : post-doc (catégorie 1), ingénieur d'études (catégorie 2)

(11) Y compris TVA non récupérable.

(12) Le montant des prestations de service est limité à 50% du montant global du fonctionnement demandé.

(13) Matériel dont la valeur unitaire est supérieure à 4000 euros HT

Evaluation (pour information) du coût complet du projet pour le laboratoire

EQUIPEMENT ^{(1) (2)}	FONCTIONNEMENT				TOTAL Equipement + fonctionnement
	Dépenses de personnel	Prestations de service ⁽¹⁾	Autres dépenses de fonctionnement ⁽¹⁾	Total fonctionnement	
(a)	20kE (b)	(c)	(d)	(e) = (b) + (c) + (d)	(f) = (a) + (e)
= (Q) ci-dessus	= somme (P) x (4) + (3) x (4)	= (S) ci-dessus	= somme (R+T+U) ci-dessus	20kE	20kE (X)

(1) Coût HT majoré le cas échéant de la TVA non récupérable

(2) Équipement : matériel dont la valeur unitaire est supérieure à 4 000 euros HT

(9) Dépense du personnel rémunéré par d'autres sources de financement (charges sociales comprises) affecté au projet, au prorata de leur implication dans le projet (y compris les doctorants)

(10) Taux d'environnement de l'établissement

Programme non thématique 2005

Fiche de demande d'aide – Laboratoire public / Fondation

Acronyme ou titre court du projet **INVAL**

Responsable scientifique (coordinateur ou partenaire) (nom, prénom) : Lamarche, François

Estimation du coût marginal du projet pour le laboratoire :

Les valeurs obtenues dans les cellules du tableau P à W serviront à renseigner le tableau « estimation du coût complet » ci-dessous

	Année 1			Année 2			Année 3			Total (Euros)
	Nbre h/m	Coût h/m	Coût total	Nbre h/m	Coût h/m	Coût total	Nbre h/m	Coût h/m	Coût total	
Dépenses de personnel ⁽¹⁾ (catégorie 1) (catégorie 2) ...										(P)
Equipements ^{(2),(4)}	4kE (Station de travail)									(Q)
Achats de petits matériels, de consommables etc ⁽²⁾										(R)
Prestations de service ^{(2),(3)}										(S)
Frais de missions ⁽²⁾	2kE (4*1 semaine de mission pour 1 personne)			2kE (4*1 semaine de mission pour 1 personne)			2kE (4*1 semaine de mission pour 1 personne)			(T)
Frais généraux (4 % des dépenses)										(U)
Total (Euros)	6kE			2kE			2kE			(V)
Aide demandée (Euros)	6kE			2kE			2kE			(W)

(1) Personnel non statutaire directement affecté au projet exprimé en hommes mois. Les dépenses éligibles se limitent aux salaires et aux charges sociales. Pour cet appel les doctorants ne doivent pas être pris en compte. Exemple : post-doc (catégorie 1), ingénieur d'études (catégorie 2)

(14) Y compris TVA non récupérable.

(15) Le montant des prestations de service est limité à 50% du montant global du fonctionnement demandé.

(16) Matériel dont la valeur unitaire est supérieure à 4000 euros HT

Evaluation (pour information) du coût complet du projet pour le laboratoire

EQUIPEMENT ^{(1) (2)}	FONCTIONNEMENT				TOTAL Equipement + fonctionnement
	Dépenses de personnel	Prestations de service ⁽¹⁾	Autres dépenses de fonctionnement ⁽¹⁾	Total fonctionnement	
(a)	20kE (b)	(c)	(d)	(e) = (b) + (c) + (d)	(f) = (a) + (e)
= (Q) ci-dessus	= somme (P) x (4) + (3) x (4)	= (S) ci-dessus	= somme (R+T+U) ci-dessus	20kE	20kE (X)

(1) Coût HT majoré le cas échéant de la TVA non récupérable

(2) Équipement : matériel dont la valeur unitaire est supérieure à 4 000 euros HT

(11) Dépense du personnel rémunéré par d'autres sources de financement (charges sociales comprises) affecté au projet, au prorata de leur implication dans le projet (y compris les doctorants)

(12) Taux d'environnement de l'établissement

Programme non thématique 2005

Fiche de demande d'aide – Laboratoire public / Fondation

Acronyme ou titre court du projet **INVAL**

Responsable scientifique (coordinateur ou partenaire) (nom, prénom) : Loday, Jean-Louis

Estimation du coût marginal du projet pour le laboratoire :

Les valeurs obtenues dans les cellules du tableau P à W serviront à renseigner le tableau « estimation du coût complet » ci-dessous

	Année 1			Année 2			Année 3			Total (Euros)
	Nbre h/m	Coût h/m	Coût total	Nbre h/m	Coût h/m	Coût total	Nbre h/m	Coût h/m	Coût total	
Dépenses de personnel ⁽¹⁾ (catégorie 1) (catégorie 2) ...										(P)
Equipements ^{(2),(4)}	4kE (station de travail)									(Q)
Achats de petits matériels, de consommables etc ⁽²⁾										(R)
Prestations de service ^{(2),(3)}										(S)
Frais de missions ⁽²⁾	2kE (4*1 semaine de mission pour 1 personne)			2kE (4*1 semaine de mission pour 1 personne)			2kE (4*1 semaine de mission pour 1 personne)			(T)
Frais généraux (4 % des dépenses)										(U)
Total (Euros)	6kE			2kE			2kE			(V)
Aide demandée (Euros)	6kE			2kE			2kE			(W)

- (1) Personnel non statutaire directement affecté au projet exprimé en hommes mois. Les dépenses éligibles se limitent aux salaires et aux charges sociales. Pour cet appel les doctorants ne doivent pas être pris en compte. Exemple : post-doc (catégorie 1), ingénieur d'études (catégorie 2)
- (17) Y compris TVA non récupérable.
- (18) Le montant des prestations de service est limité à 50% du montant global du fonctionnement demandé.
- (19) Matériel dont la valeur unitaire est supérieure à 4000 euros HT

Evaluation (pour information) du coût complet du projet pour le laboratoire

EQUIPEMENT ^{(1) (2)}	FONCTIONNEMENT				TOTAL Equipement + fonctionnement
	Dépenses de personnel	Prestations de service ⁽¹⁾	Autres dépenses de fonctionnement ⁽¹⁾	Total fonctionnement	
(a)	20kE (b)	(c)	(d)	(e) = (b) + (c) + (d)	(f) = (a) + (e)
= (Q) ci-dessus	= somme (P) x (4) + (3) x (4)	= (S) ci-dessus	= somme (R+T+U) ci-dessus	20kE	20kE (X)

- (1) Coût HT majoré le cas échéant de la TVA non récupérable
- (2) Équipement : matériel dont la valeur unitaire est supérieure à 4 000 euros HT
- (13) Dépense du personnel rémunéré par d'autres sources de financement (charges sociales comprises) affecté au projet, au prorata de leur implication dans le projet (y compris les doctorants)
- (14) Taux d'environnement de l'établissement

Programme non thématique 2005

Fiche de demande d'aide – Laboratoire public / Fondation

Acronyme ou titre court du projet **INVAL**

Responsable scientifique (coordinateur ou partenaire) (nom, prénom) : Malbos, Philippe

Estimation du coût marginal du projet pour le laboratoire :

Les valeurs obtenues dans les cellules du tableau P à W serviront à renseigner le tableau « estimation du coût complet » ci-dessous

	Année 1			Année 2			Année 3			Total (Euros)
	Nbre h/m	Coût h/m	Coût total	Nbre h/m	Coût h/m	Coût total	Nbre h/m	Coût h/m	Coût total	
Dépenses de personnel ⁽¹⁾ (catégorie 1) (catégorie 2) ...										(P)
Equipements ^{(2),(4)}	4kE (station de travail)									(Q)
Achats de petits matériels, de consommables etc ⁽²⁾										(R)
Prestations de service ^{(2),(3)}										(S)
Frais de missions ⁽²⁾	2kE (4*1 semaine de mission pour 1 personne)			2kE (4*1 semaine de mission pour 1 personne)			2kE (4*1 semaine de mission pour 1 personne)			(T)
Frais généraux (4 % des dépenses)										(U)
Total (Euros)	6kE			2kE			2kE			(V)
Aide demandée (Euros)	6kE			2kE			2kE			(W)

- (1) Personnel non statutaire directement affecté au projet exprimé en hommes mois. Les dépenses éligibles se limitent aux salaires et aux charges sociales. Pour cet appel les doctorants ne doivent pas être pris en compte. Exemple : post-doc (catégorie 1), ingénieur d'études (catégorie 2)
- (20) Y compris TVA non récupérable.
- (21) Le montant des prestations de service est limité à 50% du montant global du fonctionnement demandé.
- (22) Matériel dont la valeur unitaire est supérieure à 4000 euros HT

Evaluation (pour information) du coût complet du projet pour le laboratoire

EQUIPEMENT ^{(1) (2)}	FONCTIONNEMENT				TOTAL Equipement + fonctionnement
	Dépenses de personnel	Prestations de service ⁽¹⁾	Autres dépenses de fonctionnement ⁽¹⁾	Total fonctionnement	
(a)	20kE (b)	(c)	(d)	(e) = (b) + (c) + (d)	(f) = (a) + (e)
= (Q) ci-dessus	= somme (P) x (4) + (3) x (4)	= (S) ci-dessus	= somme (R+T+U) ci-dessus	20kE	20kE (X)

- (1) Coût HT majoré le cas échéant de la TVA non récupérable
- (2) Équipement : matériel dont la valeur unitaire est supérieure à 4 000 euros HT
- (15) Dépense du personnel rémunéré par d'autres sources de financement (charges sociales comprises) affecté au projet, au prorata de leur implication dans le projet (y compris les doctorants)
- (16) Taux d'environnement de l'établissement

Programme non thématique 2005

Fiche de demande d'aide – Entreprise / Association

Acronyme ou titre court du projet **INVAL**

Responsable scientifique (coordinateur ou partenaire) (nom, prénom) : Goubault, Eric

Estimation (en coûts complets H.T.) du projet pour l'entreprise :

	Année 1			Année 2			Année 3			Total (Euros)
	Nbre h/m	Coût h/m	Coût total	Nbre h/m	Coût h/m	Coût total	Nbre h/m	Coût h/m	Coût total	
Amortissements d'équipements de R&D	32			16			0			
Dépenses de personnel ⁽¹⁾ (catégorie 1) (catégorie 2) ...				12	45/12k E	45kE				
Prestations de service ⁽²⁾ : - Information scientifique et technique - Propriété industrielle - Faisabilité technique - Conception, analyse de la valeur - Essais, tests, caractérisation - Prototypage - Etudes économiques - Autres prestations										
Frais de mission		24kE			22kE			22kE		
Autres dépenses de fonctionnement										
Dépenses liées à l'utilisation d'autres équipements de R&D que ci-dessus ⁽³⁾										
Autres dépenses ⁽³⁾										
Frais (assistance, encadrement, coût de structure) ⁽⁴⁾										
Total H.T. (Euros)		56kE			83kE			22kE		(X)
Aide demandée (Euros)										(W)

(1) Personnel directement affecté au projet, chiffré en hommes mois par catégories de personnel.

(2) Chiffré par types de prestations

(3) Justifiées selon une procédure de facturation interne

(4) Ces frais seront remboursés jusqu'à un plafond défini par les règles propres à l'ANR. Ce plafond est calculé en fonction des éléments donnés dans le tableau (frais de personnel, équipement, ...)

Note : En cas de décision de financement de ce projet, le porteur de projet devra alors fournir un dossier complémentaire comportant un planning de déroulement du projet et des documents administratifs et financiers (entreprises, laboratoires et/ou associations) dont la liste lui sera précisée.

Programme non thématique 2005

D - Récapitulatif global de la demande financière pour le projet

Acronyme ou titre court du projet : **INVAL**

a-Total de l'aide demandée

(reporter les valeurs (W) des fiches des différents partenaires)

	Aide demandée
Coordinateur (Partenaire 1)	65kE
Partenaire 2	30kE
Partenaire 3	6kE
Partenaire 4	30kE
Partenaire 5	10kE
Partenaire 6	10kE
Partenaire 7	10kE
Total à reporter sur la première page du dossier	161kE

b-Estimation (pour information) du coût complet de cette demande

(reporter les valeurs (X) des fiches des différents partenaires)

	Coût complet
Coordinateur (Partenaire 1)	20kE
Partenaire 2	20kE
Partenaire 3	20kE
Partenaire 4	20kE
Partenaire 5	20kE
Partenaire 6	20kE
Partenaire 7	20kE
Total à reporter sur la première page du dossier	140kE

Contrats sur les trois dernières années (effectués et en cours)

Nom du membre participant à cette demande	% d'implication	Intitulé de l'appel à projets Source de financement Montant attribué	Titre du projet	Nom du coordinateur	Date début - Date fin
Eric Goubault Emmanuel Haucourt	25% 50%	Ministère de la Recherche (ACI NIM)	ACI GEOCAL (seulement pour l'année 2005 et le début 2006)	Thomas Ehrhard	2004-2006

Demandes de contrats en cours d'évaluation ¹⁵

Nom du membre participant à cette demande	% d'implication	Intitulé de l'appel à projets Source de financement Montant demandé	Titre du projet	Nom du coordinateur
Pierre-Louis Curien	25%	Appel non-thématique ANR	Logics for Computing and Proving	Michel Parigot
François Lamarche	30%	Appel non-thématique ANR	Logics for Computing and Proving	Michel Parigot
Yves Lafont	20%	Appel non-thématique ANR	HippoMath	Robert Rolland

¹⁵ Veuillez mentionner ici les organismes auprès desquels vous avez déposé un autre projet, en particulier au GIP ANR, que ce soit comme coordinateur ou comme partenaire. Pour chacun donnez le nom de l'appel à projet, le titre du projet et le nom du coordinateur.

Secteurs disciplinaires

- Ø Sciences et technologies de l'information et de la communication (STIC),
- Ø Sciences pour l'ingénieur,
- Ø Chimie,
- Ø Physique,
- Ø Mathématiques et interactions,
- Ø Sciences de l'univers et géo-environnement,
- Ø Sciences agronomiques et écologiques,
- Ø Biologie et santé,
- Ø Sciences humaines et sociales