

**Présentation des projets financés au titre de l'édition 2009**  
**du programme Conception et Simulation**  
**- COSINUS -**

ACRONYME et titre du projet	Page
COOP : Gestion de ressources coopérative multi niveaux .....	2
COSTA-BRAVA : Analyse de dynamiques spatio-temporelles complexes par réduction de modèle et analyses de sensibilité.....	3
DESCARWIN : Planification évolutionnaire.....	4
ECINADS : Ecoulements instationnaires turbulents et adjoints par simulation numérique de haute performance .....	5
HGATE : Simulations GATE sur architectures hybrides pour des applications biomédicales..	6
ID4CS : Conception intégrative de systèmes complexes.....	7
IDEA : Incendies de forêts : simulation de la dynamique et des émissions atmosphériques par couplage de code.....	8
IODISSEE : Perturbations ionosphériques et communications terre-satellites. ....	9
IRINA : smulation et Maîtrise des rlsques en coNception des mAchines tournantes .....	10
MIDAS : Analyse de Données Micro-ondes pour machines pétaflopiques .....	11
MODITERE : Modeleur Géométrique Itératif.....	12
PROUESSE : PROtonthérapie : développement et validation d'un OUtil de modélisation Et Simulation monte carlo précises et rapides du dépôt de doSE .....	13
REPDYN : Passage à l'échelle pour des calculs avancés en dynamique transitoire des fluides et des structures .....	14
ROMMA : Modèles Mécaniques Robustes pour les Assemblages .....	15
VIP: Plate-forme d'imagerie virtuelle .....	16

**Résumé**

Les applications de simulations numériques demandent toujours plus en plus de capacité de calcul et de stockage. Les ordinateurs répondent à cette demande grâce à un usage du parallélisme et non plus grâce à la montée en fréquence des processeurs. Ainsi, les applications doivent devenir parallèles pour bénéficier de l'augmentation de puissance des machines. Cependant, elles se trouvent confrontées à une très grande diversité de matérielles, telles que les machines multicore -- équipé potentiellement de GPU --, regroupés au sein de grappes qui peuvent à leur tour faire partie d'une grille ou d'un nuage. Ces ressources sont gérées par des systèmes de gestions de ressources tels que les systèmes d'exploitation "locale" ou de grille, les systèmes de batch ou les intergiciels de grilles. Ils fournissent tous un service de gestion des jobs pour gérer l'activité d'une application comme par exemple l'ordonnancement des threads/processus.

D'un autre coté, les modèles de programmation ont évolué pour répondre aux demandes des applications, tels que les applications multi-physiques, en fournissant des concepts de plus en plus abstrait pour facilité le développement de ces applications. Cependant, ils demandent un environnement pour convertir ces concepts en concepts manipulables par les gestionnaires de ressources. Ces environnements peuvent être simplement un exécutif ou être très complexe comme dans le cas de SALOME. Le niveau de complexité est relié à la distance entre les concepts de programmation et ceux des gestionnaires de ressources. Comme la vie des applications est beaucoup plus longue que celle des ressources, les modèles de programmation moderne ont tendance à être indépendant des ressources. Ils demandent donc des environnements de plus en plus complexes pour franchir le fossé avec les gestionnaires de ressources.

Le problème visé par ce projet est de concilier ces deux niveaux -- l'environnement des modèles de programmations (EMP) et les gestionnaires de ressources (GR) -- par rapport à un certain nombre de tâches que les deux niveaux essaient de gérer indépendant. Les EMP ont besoin d'avoir connaissance des ressources afin de sélectionner les transformations les plus efficaces des concepts abstraits de programmation en concepts exécutables. Cependant, les gestionnaires de ressources actuels masquent totalement ces informations en se basant sur une représentation simple des applications.

Les deux objectifs principaux de ce projet sont d'établir une coopération aussi générique que possible vis à vis des modèles de programmations et des gestionnaires de ressources, et de développer des algorithmes utilisant cette coopération afin de sélectionner efficacement des ressources. En particulier, ce projet vise la plate-forme SALOME et le site d'expertise GRID-TLSE (<http://gridtlse.org/>) comme exemple de modèle de programmation et Marcel/PadicoTM, DIET et XtreamOS comme exemple d'ordonnanceur multithread/gestionnaire de communication, intergiciel de grille et système d'exploitation distribué.

**Partenaires**

INRIA / INRIA Grenoble - LIP - EPI GRAAL  
INRIA / INRIA Rennes - Bretagne Atlantique - EPI PARIS  
INRIA / INRIA Bordeaux - EPI RUNTIME  
Institut National Polytechnique de Toulouse / ENSEEIHT – IRIT  
EDF R&D / SINETICS

**Coordinateur**

Christian Perez

**Aide de l'ANR**

595 506 €

**Début et durée**

Décembre 2009 – 36 mois

**Référence**

ANR-09-COSI-001

Titre du projet	<b>COSTA-BRAVA : Analyse de dynamiques spatio-temporelles complexes par réduction de modèle et analyses de sensibilité</b>
Résumé	<p>Numerical modelling is increasingly developed in a wide range of domains: engineering, life sciences, economics... Models are tools to support conception, design, decision, prediction... Progress in modelling and increase in computing power lead to computing codes that often:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Are quite complex. Many times these computing codes have been built by an huge number of people. In general, none of these developers knows all the parts of the code.</li> <li>-Contain multiple output variables and voluminous results (so that there are many things to look at, and perception of dependencies between variables can vary depending on the point of view).</li> <li>-Can be very demanding in terms of computer resources, so that many-query applications are out of hand. For example, a realistic simulation of radioactive waste storage behaviour can take several weeks. In such scenarios, so many uncertainties exist. So that, realizations of a large number of different simulations is required. Examples of such complex systems are innumerable: models of the earth's climate, of biological systems like human cells or organs, of nuclear plants, of economic policies...</li> </ul> <p>To improve and have a better hold on these tools it is crucial to be able to analyze them under the scopes of sensitivity analysis and uncertainty propagation. More precisely, for a given output of the system, one wish to identify the most influential parameters, and to evaluate the effect of uncertainty in input parameters on model output. Existing stochastic tools are not well suited for high dimension problems (in particular time-dependent problems). While deterministic tools are fully applicable but only provide limited information. In this framework, the main aim of this project is to develop and design innovative stochastic solutions to study high dimension models and to propose new hybrid approaches combining the stochastic and deterministic methods. Indeed, it has been recently recognized that a successful development of such tools will allow achieving a global capability for performing efficiently and accurately, global sensitivity and uncertainty analyses for large-scale systems.</p> <p>Collaborations proposed in this project will bring together top researchers from both deterministic and stochastic communities. Moreover, the skills combined within this project are as well skills in applied mathematics as skills in scientific computing. The aim of this project is to use these complementarities in competences to develop high level theoretical tools (deterministic, stochastic or even hybrid) and to apply them to some real life test cases (Monsoon in west Africa, Corrosion in nuclear plants, ...). Researchers coming both from academic (University, CNRS, INRIA) and industrial (CEA, IFP) laboratories will work together within this ambitious project.</p>
Partenaires	<p>Université Paul Sabatier Toulouse III / IMT          INRIA / CR INRIA Grenoble - EPI MOISE          CEA / CEA CAD/DEN/DER/SESI/LCFR          IFP</p>
Coordinateur	Fabrice Gamboa
Aide de l'ANR	692 024€
Début et durée	Janvier 2010 – 48 mois
Référence	ANR-09-COSI-015

Titre du projet	DESCARWIN : Planification évolutionnaire
Résumé	<p>DESCARWIN, le mariage de Descartes (pour la stratégie Divide-and-Conquer – diviser pour mieux régner) et Darwin (pour l'Evolution Artificielle), appartient à l'axe "Design et Optimisation" dans la catégorie recherche fondamentale. Cette combinaison constitue une avancée prometteuse pour la résolution de problèmes de planification difficiles et possède un fort potentiel économique sur le long terme.</p> <p>La planification, en tant que recherche d'une séquence optimale d'actions pour atteindre un ensemble de buts, est omniprésente dans les domaines impliquant des systèmes critiques : sécurité (gestion de crise, surveillance), gestion du trafic aérien, missions spatiales, industrie (gestion de chaînes de production, logistique), transport (optimisation du trafic). Ce type de problèmes est généralement difficile à modéliser et résoudre à cause d'une part de la complexité et de l'interdépendance des contraintes, et d'autre part de la difficulté à trouver les meilleures solutions quand de multiples objectifs entrent en conflits. Depuis plus de 20 ans, la recherche en Planification et Ordonnancement automatiques a produit des modèles mathématiques, des langages de représentation ainsi que des algorithmes pour les résoudre. Néanmoins, l'accent est généralement porté plus sur la rapidité de l'algorithme plutôt que sur la qualité de la solution qui, de surcroît, est mono-objectif.</p> <p>Le point de départ du projet DESCARWIN est une méthode stochastique pour la décomposition en sous-problèmes d'un problème de planification, appelée Divide-and-Evolve, qui a été introduite récemment et se concentre sur la qualité des plans produits. Le principe de base est de décomposer l'espace des états du problème à résoudre au moyen de l'évolution artificielle : les solutions candidates sont des séquences de buts intermédiaires qui définissent des sous-problèmes que l'on espère plus faciles à résoudre que le problème global. Le champ d'application de Divide-and-Evolve est une restriction de la planification temporelle telle que définie dans PDDL2.1 (langage standardisé de représentation des problèmes de planification, largement adopté par la communauté), où les actions ont une durée, peuvent s'exécuter de manière concurrente, et où la qualité du plan s'exprime par rapport à la durée totale d'exécution du plan.</p> <p>Les objectifs de DESCARWIN sont :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. améliorer et valider la méthode Divide-and-Evolve par rapport aux planificateurs les plus performants de l'état de l'art,</li> <li>2. étendre le champ d'application de Divide-and-Evolve par des éléments requis par les problèmes de planification issus du monde réel.</li> </ol> <p>Le premier objectif soulève plusieurs points fondamentaux comme (1) la stratégie de décomposition, (2) le réglage des paramètres de l'algorithme et (3) l'indépendance par rapport au planificateur interne.</p> <p>L'extension du champ d'application porte sur :</p> <p>(a) l'aspect multi-objectifs : dans beaucoup de problèmes de planification issus du monde réel, la qualité du plan s'exprime avec plusieurs objectifs conflictuels pour lesquels il n'existe pas d'agrégation naturelle, (b) la concurrence obligatoire : la concurrence peut être obligatoire soit à cause des interactions fonctionnelles entre les activités du domaine d'application, soit à cause d'une échéance imposée forçant la compression temporelle des activités, (c) les caractéristiques introduites par PDDL3: elles expriment des préférences sur la structure du plan ou sur les buts à atteindre, ce qui est bienvenu lorsque l'ensemble des solutions est trop important. Il est souhaitable, par ailleurs, lorsque tous les buts ne peuvent être atteints, de pouvoir négliger une partie d'entre eux.</p> <p>La validation sera conduite d'une part en se confrontant aux meilleurs planificateurs sur les benchmarks utilisés par la compétition internationale de planification, et d'autre part, sur une étude de cas issue de la gestion de crise qui exploitera les nouvelles capacités.</p>
Partenaires	<p>TRT  INRIA / INRIA Saclay - Île-de-France / EPI TAO  ONERA / ONERA – Centre de Toulouse</p>
Coordinateur	Pierre Savéant
Aide de l'ANR	621 694 €
Début et durée	Décembre 2009 – 36 mois
Référence	ANR-09-COSI-002

<b>Titre du projet</b>	<b>ECINADS : Ecoulements instationnaires turbulents et adjoints par simulation numérique de haute performance</b>
<b>Résumé</b>	<p>L'objectif long terme du projet est l'intégration de modèles hybrides RANS-LES dans le design industriel des écoulements turbulents. Dans ce but on s'intéresse à l'efficacité algorithmique, au contrôle des erreurs numériques et à terme à la dépendance par rapport aux paramètres de design des obstacles considérés. Dans la proposition, les modèles hybrides sont utilisés pour prédire des comportements moyens d'écoulements établis. Ces écoulements se caractérisent par une turbulence hors équilibre, notamment proche paroi et demandent une combinaison de modèles sophistiqués. Et ces modèles demandent des algorithmes implicites en temps efficaces et robustes compte tenu des couches limites très fines et des petits tourbillons à capturer.</p> <p>Dans notre approche nous cherchons à résoudre simultanément le problème direct (écoulement), le problème perturbé (linéarisé) et le problème adjoint pour évaluer et corriger les erreurs numériques (le cas de la sensibilité aux paramètres de design pourrait être considéré dans une étude ultérieure).</p> <p>A cet effet, il faut des algorithmes de résolution parallèle SPMD adaptés aux différents systèmes, direct, linéarisé, adjoint. Trois laboratoires et une société technologique coopéreront pour mettre au point ces algorithmes en prenant en compte les spécificités de la différentiation automatique et de la résolution de ces trois systèmes (stockage-recalcul, notamment) afin d'atteindre une bonne scalabilité entre 512 et 4048 processeurs.</p>
<b>Partenaires</b>	<p>INRIA / INRIA Sophia Antipolis-Méditerranée / EPI TROPICS          Université Montpellier 2 / I3M          Institut National Polytechnique de Toulouse / IMFT          LEMMA</p>
<b>Coordinateur</b>	Alain Dervieux
<b>Aide de l'ANR</b>	533 027 €
<b>Début et durée</b>	Décembre 2009 – 48 mois
<b>Référence</b>	ANR-09-COSI-003

Titre du projet	<b>HGATE : Simulations GATE sur architectures hybrides pour des applications biomédicales</b>
Résumé	<p>L'utilisation des simulations Monte Carlo en routine clinique représente un enjeu important pour améliorer la précision et la qualité des données simulées dans des applications diagnostiques et thérapeutiques. L'imagerie médicale et la radiothérapie représentent deux applications particulièrement porteuses dans ce contexte. Malgré le niveau élevé de précision offert par les simulations MC, leur exploitation en clinique reste aujourd'hui extrêmement limitée. En pratique, les simulations MC dans le domaine médical sont essentiellement employées pour la validation des algorithmes analytiques, souvent moins précis mais compatibles en termes de temps de calcul avec la pratique clinique. D'autre part, il n'existe pas de plateforme universelle de simulation, qui pourrait être distribuée et utilisée pour plusieurs applications médicales différentes. Ce projet vise à proposer des solutions et à lever des verrous technologiques qui permettront d'une part d'utiliser des simulations MC en routine clinique, et d'autre part d'ouvrir de nouvelles applications dans le domaine préclinique. Pour atteindre ces objectifs, le projet contient plusieurs niveaux de ruptures technologiques, en proposant l'utilisation d'une nouvelle version de plateforme de simulation MC GATE qui permettra de répondre aux besoins en termes de simulations pour l'imagerie médicale multimodale clinique et préclinique, ainsi que pour les applications de la radiothérapie. La précision qualitative et quantitative de GATE est déjà reconnue, comme le montre le très grand nombre de chercheurs qui l'utilisent dans le domaine de l'imagerie médicale ainsi que les résultats de nombreux articles publiés pendant les cinq dernières années. Afin de réaliser des simulations MC dans des temps de calcul réalistes pour les applications cliniques, le projet vise l'implémentation de GATE sur les architectures hybrides CPU/GPU. L'utilisation de ces architectures hybrides s'est répandue au cours de ces dernières années dans plusieurs champs du calcul scientifique, mais à l'heure actuelle le domaine des simulations de physique destinées aux sciences nucléaires n'y figure pas. Jusqu'à présent, la majorité des travaux s'étant intéressés à l'implémentation de simulations MC sur des architectures hybrides pour d'autres domaines d'application, comme par exemple la finance, se sont largement concentrés sur la qualité des générateurs de nombres aléatoires. Le verrou technologique à lever pour cette étape du projet concerne l'implémentation sur architectures hybrides des aspects associés au passage des particules dans la matière, un aspect qui est au centre des simulations MC pour les applications médicales concernées, tant au plan clinique que préclinique. Les développements proposés dans ce projet vont clairement renforcer l'impact de cette plateforme de simulation en (i) confortant sa position dominante parmi les codes de simulation MC en imagerie médicale, (ii) établissant son rôle primordial pour les applications en radiothérapie, et (iii) ouvrant des nouvelles applications dans le domaine de l'imagerie préclinique. Les applications médicales visées par ce projet ont également de forts enjeux de valorisation via les industriels impliqués dans ces domaines spécifiques.</p>
Partenaires	<p>Université de Bretagne Occidentale / LaTIM          CNRS / CNRS DR04 / IMNC          CEA / DSV / I<sup>2</sup>BM / SHFJ          CNRS / CNRS DR12 / IN2P3 / CPPM          CNRS / CNRS DR07 / CREATIS-LRMN          CNRS / CNRS DR10 / IN2P3 / IPHC</p>
Coordinateur	Dimitris Visvikis
Aide de l'ANR	709 476 €
Début et durée	Décembre 2009 – 36 mois
Référence	ANR-09-COSI-004

Titre du projet	<b>ID4CS : Conception intégrative de systèmes complexes</b>
<b>Résumé</b>	<p>Le projet ID4CS a l'ambition de proposer un environnement de modélisation et de simulation pour concevoir des systèmes complexes notamment dans le domaine aéronautique. La complexité de la tâche provient des critères suivants : des disciplines multiples sont impliquées, des objectifs multiples doivent être atteints, des critères multiples sont associés aux modèles, plusieurs niveaux de conception et de nombreuses stratégies d'optimisation sont possibles. L'objectif d'ID4CS est de proposer une architecture ouverte auto-adaptative et distribuée assurant l'intégration des aspects multidimensionnels. Tous les éléments travaillent localement à la résolution collective par interactions coopératives avec leurs voisins, en utilisant des méta-informations et un apprentissage par expériences. L'originalité du projet consiste à permettre à plusieurs techniques d'optimisation de collaborer dans un même système en tenant en compte toutes les dimensions du problème au cours de la résolution. L'utilisation de la technique des systèmes multi-agents adaptatifs permet de concevoir ce système complexe. Afin de se conformer aux conditions d'incertitude, la résolution du processus peut passer d'un niveau de granularité à un niveau de granularité voisin. Tout au long de la simulation, les agents ayant le bon niveau de granularité sont activés. Les niveaux interagissent de la manière suivante : le plus haut niveau fournit des stratégies ou de l'information pour guider la résolution du processus au niveau inférieur. Quand la requête du concepteur est envoyée au système, tous les agents du système trouvent la manière d'interagir pour construire la bonne organisation des modèles de manière à satisfaire la requête du concepteur. Puisqu'une quantité énorme de méthodes et de modèles de recherche existe, le système est ouvert. Cela signifie qu'il est conçu avec quelques méthodes et que d'autres pourront être ajoutées dans le système. De plus, la capacité d'adaptation des agents permet aux concepteurs d'interagir dynamiquement avec le système durant la résolution du processus pour ajuster les spécifications du problème ou pour observer l'état courant de résolution. Ce système sera évalué sur le domaine de la conception préliminaire avion. Nous avons l'intention d'adresser ensemble, dans un cadre unique, cinq dimensions importantes de problèmes d'optimisation issus du monde réel : multi-niveau, multi-disciplinaire, méthodes de recherche multiples, multi-objectif et multi-attribut.</p>
<b>Partenaires</b>	<p>Université Paul Sabatier / IRIT  AIRBUS  ARMINES / G2I  ARTAL  Université Paul Sabatier / IMT  INRIA / INRIA Sophia Antipolis-Méditerranée - EPI COPRIN  Université Paul Sabatier / LGMT  SNECMA  UPETEC</p>
<b>Coordinateur</b>	Marie-Pierre Gleizes
<b>Aide de l'ANR</b>	1 789 310 €
<b>Début et durée</b>	Décembre 2009 – 42 mois
<b>Référence</b>	ANR-09-COSI-005

Titre du projet	<b>IDEA : Incendies de forêts : simulation de la dynamique et des émissions atmosphériques par couplage de code</b>
Résumé	<p>L'objectif du projet est de réaliser le premier système validé de simulation de grands incendies prenant en compte le couplage et les rétroactions (simplifié à l'extrême dans les approches existantes) entre combustion, dynamique de propagation et météorologie. Le couplage sera réalisé par tabulation et paramétrisation des processus de combustion, puis en grilles imbriquées depuis le front de flamme (maille &lt; 100m) jusqu'à l'échelle régionale (maille &gt; 1Km).</p> <p>Ce projet ambitieux et inédit par la dimension des calculs requis repose sur une étude exploratoire de faisabilité conduite avec succès par le même consortium au cours des deux années précédentes. L'objectif principal du passage à l'échelle régionale des simulations couplées de grands incendies représente des milliers d'heures de calculs et des maillages de plusieurs millions de points de grilles.</p> <p>La réalisation de ce défi nécessite aujourd'hui un encadrement et un support sur une durée plus longue que le projet exploratoire précité ainsi que l'utilisation des moyens offerts par les grands centres de calcul nationaux.</p> <p>Les simulations prenant en compte tous les aspects de la propagation des feux de forêt constitueront une première et leur réalisation mettra à la disposition de la communauté des cas d'étude et un code pouvant être utilisés pour l'analyse de grands incendies.</p> <p>Il est à noter qu'aucun grand développement logiciel ne sera nécessaire, limitant les risques d'échec du projet. Le code atmosphérique Méso-NH et le code de propagation incendie ForeFire seront utilisés pour les échelles les plus grandes, nécessitant des travaux de parallélisation et de couplage. Les codes de combustion Firestar et AVBP seront eux mis en œuvre pour déterminer les modèles réduits de comportement de flamme utilisés dans ForeFire.</p> <p>Les codes développés serviront principalement à améliorer la compréhension du phénomène, mais aussi à proposer un système de simulation incendie pertinent pouvant être amené à une utilisation en temps réel en cas de catastrophe naturelle majeure. Ils seront présentés à la fin du projet lors d'une réunion d'information ouverte aux opérationnels de terrain, et sur le site web dédié tout au long du projet.</p> <p>Pour sa réalisation, ce projet s'articule autour de cinq tâches correspondant aux échelles de l'étude : 1) Etude des gaz de pyrolyse, de leur combustion et des émissions atmosphériques où seront déterminés la composition et le comportement des gaz à l'échelle de la combustion pour la tâche 2) Identification des paramètres de contrôle de modèle du flamme et implantation dans les modèles réduits qui déterminera un modèle paramétrique de combustion à intégrer dans un modèle de propagation d'incendie.</p> <p>A l'échelle du front de flamme, la tâche 3) Parallélisation, tests sur cas idéaux et évaluation de résultats de simulation est consacrée à la parallélisation des codes de simulation couplés pour de grands incendies. Ces codes seront utilisés dans la tâche 4) Simulation de grands incendies. Enfin la tâche 5) Simulations à grand volume de données est consacrée aux simulations les plus intensives, l'étude à haute résolution de la chimie des panaches de grands incendies et l'estimation d'incertitudes par des approches d'ensemble.</p>
Partenaires	<p>CNRS / CNRS DR12 / SPE  CERFACS  CNRS / CNRS DR14 / CNRM / GAME  Université Paul Sabatier Toulouse III / LA  INRIA / INRIA Paris - Rocquencourt - EPI CLIME  Université Paul Cézanne (Aix Marseille 3) / M2P2  CNRS / CNRS DR05 / EM2C</p>
Coordinateur	Jean-Baptiste Filippi
Aide de l'ANR	459 707€
Début et durée	Janvier 2010 – 36 mois
Référence	ANR-09-COSI-006



<b>Titre du projet</b>	<b>IODISSEE : Perturbations ionosphériques et communications terre-satellites.</b>
<b>Résumé</b>	<p>Durant la dernière décennie, les dispositifs de positionnement par satellites sont devenus un des moyens les plus intéressants de navigation pour le déplacement des marchandises et des individus. La seule solution actuelle est basée sur la constellation de satellites du système américain Navstar GPS. Développé à l'origine pour des applications militaires, son utilisation a été rendu possible pour toute la population sous l'administration Clinton. Cependant, afin de garantir son autonomie, l'Europe a décidé de lancer un programme concurrent connu sous le nom de Galileo. Le système Galileo diffère du GPS grâce à sa capacité à fournir une information d'intégrité en temps réel à l'utilisateur. Afin de garantir la stabilité du système, il est fondamental de prendre en compte les divers problèmes qui pourraient affecter la mission et d'identifier toutes les sources potentielles de non disponibilité. Une des sources principales de non disponibilité qui a été identifiée est le phénomène de scintillations ionosphériques.</p> <p>En effet, une scintillation cause des atténuations des signaux radio fréquence et des variations de phase quand les signaux des satellites traversent l'ionosphère. De tels effets peuvent induire des pertes de cycles sur les signaux diffusés par les satellites de Galileo les rendant par la même totalement inutiles pour une détermination précise de l'information d'intégrité. Les scintillations sont clairement identifiées comme une source de perturbations. Elles apparaissent comme l'aspect turbulent de la densité du plasma ionosphérique sous la forme de bulles de plasma. La difficulté de leur modélisation est due au manque de mesures in situ. Cependant, quelques résultats récemment acquis durant la mission du satellite Demeter rend possible d'une part la validation des modèles existants, mais également en utilisant des techniques de couplage modèles-données, de les renforcer. L'objectif de cette proposition est donc de fournir un modèle physique rendant possible d'anticiper l'atténuation des signaux durant leur propagation dans l'ionosphère terrestre.</p>
<b>Partenaires</b>	<p>INRIA / INRIA Lille - Nord Europe          Université Paul Sabatier / IMT          Université Versailles Saint-Quentin en Yvelines / LATMOS          Thales Alenia Space France</p>
<b>Coordinateur</b>	Christophe Besse
<b>Aide de l'ANR</b>	571 490€
<b>Début et durée</b>	Décembre 2009 – 48 mois
<b>Référence</b>	ANR-09-COSI-007

Titre du projet	<b>IRINA : simulation et Maîtrise des risques en conception des machines tournantes</b>
Résumé	<p>L'objectif du projet est d'établir une percée scientifique majeure dans la maîtrise des simulations et de la compréhension des phénomènes physiques dans le cadre de l'interaction rotor/stator. Cela nécessite la maîtrise de plusieurs domaines de compétences allant de la dynamique non-linéaire des structures, des problèmes multi-physiques (dynamique et thermique) et multi-échelles (contact local influant le comportement global du système). Afin d'atteindre cet objectif, il est prévu de déployer plusieurs stratégies numériques qui se répartissent en deux grandes classes : modélisations simplifiées et modélisations avancées. Dans le premier cas, il s'agit de mettre en place des modèles à faible nombre de degrés de liberté mais intégrant la physique la plus large possible et permettant de comprendre et de hiérarchiser les mécanismes physiques les plus importants. Le deuxième type, les modèles avancés, repose sur deux stratégies que sont l'approche FETI et l'approche Arlequin.</p> <p>Ces techniques numériques seront mises en place dans le cadre de la dynamique du contact rotor/stator et intégreront des aspects multi-échelles et multi-physiques. Enfin une phase de validation est indispensable qui se fera sur deux niveaux : numériques/numériques et numériques/essais. Le premier aspect est le croisement de l'ensemble des outils de simulation mis en place afin d'en définir les manques et les faiblesses et leur domaines respectifs d'application. Le deuxième volet est la comparaison avec des expériences représentatives, pour la mise en évidence et la mesure des phénomènes physiques, grâce à la mise au point d'un moyen d'essai dédié. La réalisation d'essais fortement instrumentés doit permettre la validation des modèles dynamiques non-linéaires en présence de contact (effets mécaniques et thermiques) et l'identification des paramètres influents.</p>
Partenaires	<p>Ecole Centrale de Lyon / LTDS  Ecole Centrale de Nantes / GeM  INSA Lyon / LaMCos  EDF R&amp;D  TURBOMECA</p>
Coordinateur	<p>Fabrice Thouverez</p>
Aide de l'ANR	<p>727 875€</p>
Début et durée	<p>Décembre 2009 – 48 mois</p>
Référence	<p>ANR-09-COSI-008</p>

Titre du projet	<b>MIDAS : Analyse de Données Micro-ondes pour machines pétaflopiques</b>
<b>Résumé</b>	<p>Nous proposons un projet interdisciplinaire dont le but est le développement et l'implémentation d'algorithmes et d'outils pour le calcul parallèle massif adaptés à l'analyse de données du fond diffus cosmologique (ou CMB pour Cosmic Microwave Background). L'observation du CMB est l'une des sources les plus importantes pour l'étude de l'Univers et l'une des plus fructueuses. L'étude du CMB est un domaine qui évolue très rapidement. Les prochaines générations d'expériences apporteront une quantité de données incroyablement importante qui ne pourront être analysées qu'à l'aide des plus grands supercalculateurs disponibles. Notre objectif est de réunir des informaticiens et mathématiciens de l'INRIA Saclay-IDF, des cosmologistes et des spécialistes de l'analyse de données du Laboratoire AstroParticule et Cosmologie, et des physiciens algorithmiciens du Computational Research Division de Lawrence Berkeley National Laboratory (USA) afin de trouver des solutions aux problèmes rencontrés par l'analyse des données CMB.</p> <p>Nous nous proposons de développer de nouveaux algorithmes et des outils en tenant compte de la spécificité des données CMB et des derniers progrès réalisés dans l'analyse numérique, mais également adaptés aux nouvelles architectures multicœurs des supercalculateurs du futur. Nous souhaitons les mettre en œuvre sous la forme d'une bibliothèque portable, efficace et de haute performance, ce qui nous permettra de les tester et de les valider sur des données réelles aussi bien que simulées. Cette bibliothèque sera une étape-clé pour permettre la pleine exploitation du potentiel scientifique caché dans les prochaines observations du CMB. Elle aura donc un impact important et durable sur les efforts à venir dans le domaine de l'analyse de données CMB.</p>
<b>Partenaires</b>	<p>CNRS / CNRS DR02 / Laboratoire APC  INRIA / INRIA Saclay - Île-de-France - EPI Grand-Large</p>
<b>Coordinateur</b>	<p>Radoslaw Stompor</p>
<b>Aide de l'ANR</b>	<p>421 749€</p>
<b>Début et durée</b>	<p>Décembre 2009 – 36 mois</p>
<b>Référence</b>	<p>ANR-09-COSI-009</p>

**Titre du projet****MODITERE : Modeleur Géométrique Itératif****Résumé**

Les objets que l'on peut modéliser à l'aide d'un système de Conception Assistée par Ordinateur (C.A.O) sont inspirés des procédés d'usinages classiques. Pourtant, d'autres types d'objets sont imaginables et peuvent présenter un intérêt important comme des objets dont la structure est poreuse ou possédant une surface rugueuse : les structures poreuses peuvent être exploitées pour créer des objets plus légers tout en conservant des propriétés mécaniques satisfaisantes, les surfaces rugueuses peuvent être utilisées pour réaliser une absorption acoustique. Mais aujourd'hui, il n'existe aucun logiciel de C.A.O. permettant de les concevoir et de les modéliser. Cela se justifie par le fait que cette problématique ne se posait pas vraiment. En effet, il n'existait aucun procédé de fabrication capable de produire de tels objets. Mais l'apparition de techniques telles que la stéréolithographie permet d'entrevoir de nouvelles possibilités encore inexploitées et même inexplorées.

Nous nous proposons d'élaborer un nouveau type de modeleur, reprenant les facilités des logiciels actuels de CAO, tout en étendant leurs potentialités et leurs domaines d'application.

Ce nouveau type de modeleur offrirait aux concepteurs (ingénieurs de l'industrie) et aux créateurs (plasticien, styliste, designer, architecte, ...) de nouvelles possibilités pour concevoir et matérialiser rapidement une maquette, un prototype ou un objet unique.

Notre objectif est d'arriver à concilier : facilité d'utilisation (saisie la plus intuitive possible), liberté de création (formes les plus générales possibles) et contraintes de fabrication (formes matérialisables).

Nous pensons que c'est possible avec une approche de la modélisation géométrique entièrement basée sur des méthodes itératives.

Notre démarche s'inscrit dans la création d'objets réels. Elle utilise pour cela des objets virtuels, simulés sur ordinateur. Elle repose sur l'utilisation de procédés itératifs plutôt utilisés dans la production d'image. Nous avons réussi à transformer ces procédés en véritables modèles géométriques ayant des propriétés particulières.

Nous proposons dans ce projet de spécifier et d'élaborer un « Modeleur Itératif », basé sur un formalisme que nous avons élaboré avec pour objectifs : d'accéder à un nouvel univers de formes originales, variées et esthétiques; modéliser des formes conventionnelles (surfaces lisses, volumes pleins) et non conventionnelles (surfaces rugueuses, volumes poreux, ...) en définissant et maîtrisant le relief (état de surface) et la lacunarité (taille et répartition des trous); intégrer les contraintes permettant de fabriquer un objet, dans des domaines d'application données : dans un premier temps, celui de l'architecture en bois et de la plasturgie.

L'idée est d'intégrer les contraintes de fabrication le plus en amont possible, c'est-à-dire au niveau de la création de la forme de l'objet. Cela aurait plusieurs avantages :

- Raccourcir la chaîne de traitement et les délais de fabrication d'un produit.
- Produire plus facilement et plus rapidement des objets uniques ou des gammes d'objets.
- Favoriser la créativité du concepteur (styliste, architecte, ...) en lui offrant un outil de travail très ouvert, tout en le libérant des contraintes de fabrication.
- Mieux exploiter cette créativité : les formes produites avec le logiciel seront proches des formes fabriquées. Il y aura moins de pertes et de dégradations d'information.

**Partenaires**

CNRS / CNRS DR07 / LIRIS  
CNRS / CNRS DR06 / LE2I  
PEP

**Coordinateur**

Eric Tosan

**Aide de l'ANR**

740 199€

**Début et durée**

Janvier 2010 – 36 mois

**Référence**

ANR-09-COSI-014

Titre du projet

**PROUESSE : PRotonthérapie : développement et validation d'un OUtil de modélisation Et Simulation monte carlo précises et rapides du dépôt de doSE**

Résumé

A l'heure actuelle, la radiothérapie, utilisée seule ou combinée aux autres traitements que sont la chirurgie et la chimiothérapie, reste l'une des techniques les plus efficaces pour le traitement du cancer. Elle est depuis plus d'un siècle basée sur l'utilisation de photons gamma ou X de haute énergie. Cependant, cette radiothérapie classique peut ne pas apporter de réponse correcte pour le traitement de cancers d'accès difficile à la chirurgie ou de cancers situés à proximité de structures sensibles. De plus, la chance de guérison est d'autant plus grande que la dose de rayonnement ionisant délivrée est élevée et conforme à la tumeur. Par contre une dose reçue par les Organes A Risque (OAR) trop importante peut produire des complications et des séquelles irréversibles. Un compromis est alors utilisé, limitant la chance de guérison.

Pour répondre à cette problématique, les protons présentent un avantage balistique fort par rapport aux RX, puisqu'ils permettent une distribution de la dose d'irradiation avec une extrême précision balistique au niveau de la tumeur (pénombre entre 15 et 30% par mm et pas de dose en aval de la tumeur). En raison de ces propriétés balistiques, les faisceaux de protons augmentent l'efficacité du traitement de la tumeur tout en épargnant mieux les structures à risque voisines. L'utilisation médicale des faisceaux de protons d'énergie comprise entre 60 et 250 MeV connaît un essor au niveau mondial. La contrepartie dans l'utilisation de ces nouvelles techniques est la nécessité de réaliser des calculs précis de la dose délivrée. Le besoin en précision est d'autant plus important que les volumes à traiter et à protéger peuvent être très petits, et que l'intensité du faisceau peut avoir des gradients élevés. Les outils disponibles actuellement, utilisant des méthodes numériques classiques, sont rapides mais peu précis.

Une solution innovante est de recourir aux méthodes statistiques de Monte Carlo, aptes à donner des résultats proches de la réalité. En contrepartie, les temps de calcul sont beaucoup plus longs pour la routine clinique. Le projet PROUESSE vise à améliorer la précision d'irradiation tout en réduisant le temps de calcul. Ces objectifs seront atteints en développant un outil de calcul de dose mettant en œuvre un code Monte Carlo optimisé. Cet outil sera développé et mis au point au CEA (Saclay), testé en milieu clinique au CPO (Orsay), et intégré dans le TPS "ISOgray" de Dosisoft.

L'outil développé dans PROUESSE est donc un système d'aide à la décision au service des cliniciens en protonthérapie, pour un meilleur résultat thérapeutique grâce à l'optimisation du traitement. Ce module de calcul pour la protonthérapie permettra à Dosisoft, seul industriel français à fournir des TPS, d'augmenter son offre et de mieux faire face à la concurrence.

Partenaires

CEA / LIST / DETECS / SSTM / LSVS  
Institut Curie / CPO  
DOSISOFT  
Centre Antoine Lacassagne / CB  
CEA / IRFU  
INSA-Lyon / CNDRI

Coordinateur

Bénédicte Poumarede

Aide de l'ANR

845 356€

Début et durée

Décembre 2009 – 36 mois

Référence

ANR-09-COSI-010

<b>Titre du projet</b>	<b>REPDYN : Passage à l'échelle pour des calculs avancés en dynamique transitoire des fluides et des structures</b>
<b>Résumé</b>	<p>La simulation numérique des situations accidentelles, telles que les accidents dans les réacteurs nucléaires ou les ruptures de pâles sur les propulseurs aéronautiques, nécessite une puissance de calcul considérable pour pouvoir effectuer des prédictions réalistes de l'évolution rapide de phénomènes physiques complexes sur des échelles de temps et d'espace très différentes conjuguant des effets locaux et globaux.</p> <p>Le code de dynamique rapide EUROPLEXUS, co-développé dans le cadre d'un consortium de partenaires industriels et de recherche (CEA, EDF, SNECMA, SAMTECH, ONERA), et en cours d'intégration dans la plate-forme SALOME, permet de répondre à ce besoin proposant un grand nombre de modélisations physiques et numériques exclusives, notamment dans le domaine de l'interaction fluide-structure, qui le situent au meilleur niveau mondial et le distinguent de ses concurrents du marché.</p> <p>EUROPLEXUS est dès à présent doté d'une structure parallèle destinée aux machines parallèles à mémoire distribuée, permettant son exécution sur des clusters de calcul courants. Cependant, pour pouvoir mener à terme des études avancées faisant intervenir plusieurs millions d'inconnues et couplant de nombreuses formulations différentes, le solveur parallèle doit être enrichi pour tirer parti des supercalculateurs massivement parallèle. Le projet REPDYN, impliquant le CEA, EDF, l'ONERA, l'INRIA et le LaMCoS de l'INSA de Lyon, a pour objet d'identifier et de lever les verrous algorithmiques faisant obstacle au passage à l'échelle du programme, et également d'explorer des méthodes de résolutions innovantes destinées aux architectures de pointe, avec notamment la prise en compte de nœuds de calculs multi-cœurs et de la présence éventuelles de co-processusseurs GPU.</p> <p>La plateforme SALOME servira d'environnement de travail pour la réalisation des études de taille industrielle prévues dans le projet. Le projet prévoit également l'intégration dans la plateforme d'un algorithme parallèle pour la mise en donnée des problèmes impliquant des éléments discrets, une des modélisations récentes disponibles dans EUROPLEXUS, présentant un fort potentiel pour la modélisation de structures jusqu'à la ruine.</p>
<b>Partenaires</b>	<p>CEA / DEN / DANS / DM2S / SEMT / DYN          CNRS / CNRS DR05 / LaMSID          EDF/DRD/AMA          ONERA          INRIA / INRIA Grenoble - EPI MOAIS          INSA Lyon / LaMCoS</p>
<b>Coordinateur</b>	Vincent Faucher
<b>Aide de l'ANR</b>	643 074€
<b>Début et durée</b>	Décembre 2009 – 36 mois
<b>Référence</b>	ANR-09-COSI-011

Titre du projet	<b>ROMMA : Modèles Mécaniques Robustes pour les Assemblages</b>
<b>Résumé</b>	<p>Le but de ce projet est de lever un certain nombre de verrous scientifiques concernant la modélisation et la simulation du comportement d'assemblages de structures mécaniques appliquées à des cas industriels présentant un grand nombre d'éléments de fixation. Pour de telles situations, de nombreuses informations utiles à la simulation sont absentes de la géométrie tridimensionnelle initiale (CAO) ce qui nécessite une forte intervention de l'ingénieur dans la préparation des modèles de calcul. Par ailleurs, les problèmes d'assemblage mettent en jeu des phénomènes très fortement non-linéaires de type contact unilatéral et frottement qui posent encore de nombreuses questions ouvertes même sur des problèmes très simples. La simulation tridimensionnelle d'un assemblage comprenant de nombreuses fixations et donc de très nombreuses zones de contact est donc actuellement hors de portée des bureaux d'études et de certification.</p> <p>L'ambitieux programme de travail concerne la mise en place de stratégies d'enrichissement du modèle géométrique dans le but de créer automatiquement des modèles de simulation simplifiés. Il porte aussi sur la construction automatique de modèles de calcul tridimensionnels locaux et leur utilisation dans le cadre de ré-analyses locales autour de quelques fixations. Ces ré-analyses feront l'objet de stratégies de vérification (estimation d'erreurs locales et remaillage) et disposeront d'outils de visualisation adaptés. Les stratégies et outils développés seront implantés dans les outils utilisés ou développés par les partenaires. Elles seront validées sur des situations industrielles proposées par les partenaires ou bien développées pendant le projet.</p> <p>Le consortium regroupe un grand groupe aéronautique français connus pour ses efforts en termes de recherche et d'innovation, trois laboratoires reconnus dans le monde de la CAO, du calcul des structures et des mathématiques appliquées, un éditeur-diffuseur de solution logiciel en simulation par éléments finis et deux PME actives dans le monde du conseil en ingénierie et des solutions logicielles.</p>
<b>Partenaires</b>	<p>EADS IW  ENS Cachan / LMT  Grenoble INP / G-SCOP  Université Joseph Fourier, Grenoble I / LJK  SAMTECH  DISTENE  ANTECIM</p>
<b>Coordinateur</b>	Stéphane Guinard
<b>Aide de l'ANR</b>	1 019 936€
<b>Début et durée</b>	Janvier 2010 – 48 mois
<b>Référence</b>	ANR-09-COSI-012

Titre du projet	VIP: Plate-forme d'imagerie virtuelle
Résumé	<p>La simulation d'images médicales est désormais un outil essentiel pour améliorer la compréhension des phénomènes biologiques, le diagnostic des pathologies et leur traitement. La disponibilité à grande échelle d'images médicales simulées améliorerait notablement la conception de nouvelles techniques d'imagerie, le développement de modèles physiologiques réalistes et la validation des procédures d'analyse d'images. Néanmoins, l'utilisation des simulateurs reste complexe, nécessite des compétences techniques importantes et un accès à des ressources de calcul pour permettre (i) la compatibilité entre les simulateurs et les modèles d'organes, (ii) l'interopérabilité entre simulateurs et (iii) le calcul de simulations réalistes en un temps raisonnable. En pratique, les problèmes d'interopérabilité rendent la simulation multi-modale très difficile et simuler des acquisitions telles que le cœur en mouvement nécessite environ un mois de temps CPU.</p> <p>La plate-forme d'imagerie virtuelle (VIP) propose de développer un environnement permettant la simulation d'images médicales multi-modalités, multi-organes et dynamiques (4D). Notre plate-forme intégrera des simulateurs de référence pour les 4 modalités principales (IRM, US, TEP et CT) en adressant les problèmes d'interopérabilité, de compatibilité avec les modèles et en fournissant un accès transparent à des ressources de calcul et de stockage. Pour traiter les problèmes d'interopérabilité, nous expliciterons la sémantique des modèles et des outils de simulation à l'aide d'annotations faisant référence à un ensemble cohérent d'ontologies décrivant les modèles d'organes, les processus de simulation, les outils de simulation et les images simulées. Les annuaires et interfaces logicielles associées faciliteront la définition d'expériences de simulation et fourniront une assistance à l'intégration de nouveaux simulateurs et modèles d'organes. Pour répondre aux besoins en calcul, VIP propose de développer un environnement d'exécution multi-plateforme permettant d'exploiter à la fois des ressources locales (grappes et serveurs de calcul) et des grilles de calcul. Néanmoins, aucune opération de parallélisation des codes n'est envisagée : l'accélération sera produite principalement par une exploitation du parallélisme de donnée s'exprimant naturellement dans les simulations.</p> <p>Pour garantir l'adéquation de l'environnement produit avec les besoins des développeurs de séquences d'imagerie, des concepteurs de modèles et des traiteurs d'image, VIP inclut une forte composante applicative. En particulier, 4 applications seront exploitées pour démontrer cette adéquation, à savoir (1) la validation du simulateur CT SINDBAD, (2) le développement d'une nouvelle séquence US pour la détection de mouvement, (3) la modélisation du processus d'inflammation à partir d'images IRM et (4) l'évaluation de méthodes de segmentation cardiaque à partir d'images multi-modalité. VIP est conçu comme un projet de recherche industrielle. Il inclut deux partenaires industriels rassemblant 30% de la main d'œuvre totale. Il produira un logiciel exploitable par la communauté académique dès la fin du projet et des débouchés commerciaux sont envisagés quelques années après son terme.</p>
Partenaires	<p>CNRS / CNRS DR07 / CREATIS-LRMN  CNRS / CNRS DR20 / I3S  MAAT-G  INRIA / INRIA Rennes Bretagne Atlantique - EPI VISAGES  CEA / LETI</p>
Coordinateur	Tristan Glatard
Aide de l'ANR	975 098€
Début et durée	Décembre 2009– 36 mois
Référence	ANR-09-COSI-013