



Agence Nationale de la Recherche

**RESEAU NATIONAL EN
TECHNOLOGIES LOGICIELLES**



**PRIORITES DE L'APPEL A
PROPOSITIONS 2005**

Jeudi 7 avril 2005

SOMMAIRE

VISION	3
DES PRIORITES AFFIRMEES	3
POUR SUIVRE LES ACTIONS ENVERS LES LOGICIELS LIBRES	3
SYSTEMES EMBARQUES.....	5
1. CONTEXTE	5
1.1. APPLICATIONS	5
1.2. ECONOMIE	5
1.3. LOGICIEL	6
2. DEFIS.....	6
2.1. CONTEXTE TECHNIQUE	6
2.2. MAITRISER LA COMPLEXITE.....	7
2.3. DEVELOPPER DES TECHNOLOGIES CLES	8
2.4. CONCEVOIR DE NOUVELLES APPLICATIONS.....	9
3. PLATES-FORMES.....	10
3.1. PLATE-FORME DE GENIE LOGICIEL POUR LES SYSTEMES EMBARQUES	10
3.2. PLATE-FORME LOGICIELLE D'EXECUTION POUR LES ARCHITECTURES EMBARQUEES INNOVANTES ET Outils de conception et de developpement associes.....	10
RESEAUX D'INFORMATION ET DE CONNAISSANCES	11
1. ENJEUX.....	11
2. PRIORITES.....	12
2.1. SYSTEMES D'INFORMATION D'ENTREPRISES ET DE GROUPES	12
2.2. DISTRIBUTION DES SYSTEMES D'INFORMATION, SECURITE ET DISPONIBILITE.....	12
2.3. ACCES, ORGANISATION, ET TRAITEMENT DES DONNEES ET DES CONNAISSANCES, WEB SEMANTIQUE ...	13
2.4. SYSTEMES D'INFORMATION NOMADES	14
3. PLATES-FORMES.....	15
3.1. PLATE-FORME WEB SEMANTIQUE ET CONTENU	15
3.2. PLATE-FORME EAI.....	15
REALITE VIRTUELLE, INTERFACE HOMME-MACHINE ET SIMULATION	17
1. INTRODUCTION - CONTEXTE	17
2. PLATES-FORMES.....	17
2.1. HUMAIN VIRTUEL AU TRAVAIL	17
2.2. TECHNOLOGIES DE BASE DE LA SIMULATION TECHNICO-OPERATIONNELLE, DE LA SIMULATION D'ENTRAINEMENT, DES JEUX VIDEO	18
3. DOMAINES TECHNOLOGIQUES COUVERTS	18
3.1. INTERFACE HOMME-MACHINE.....	18
3.2. MODELISATION & SIMULATION, ALGORITHMES, PLATES-FORMES DE CALCUL.....	19
4. OBJECTIFS DE L'APPEL A PROJETS 2005	20
4.1. INDUSTRIE	20
4.2. SIMULATION TECHNICO-OPERATIONNELLE ET REALITES VIRTUELLES, AUGMENTEES ET MIXTES	21
4.3. LUDIQUE.....	22
4.4. SANTE	23

Vision

DES PRIORITES AFFIRMEES

Les priorités de l'Appel à Propositions 2005 s'organisent de la façon suivante :

- **Thématiques** : les trois thèmes transverses aux réseaux RNTL, RNRT et RIAM dont le pilotage a été confié au RNTL par l'ANR :
 - Systèmes Embarqués
 - Réseaux d'Information et de Connaissances
 - Réalité Virtuelle, IHM, Simulation (+ jeux vidéo)

Ces thématiques sont décrites dans les textes joints. Les priorités sont précisées dans le texte si nécessaire.

- **Plates-formes** : poursuite des projets de type Plate-forme selon les deux orientations suivantes :
 - Contributions au renforcement et au développement des plates-formes Impact/ObjectWeb, Salome, Perf-RV du RNTL .
 - Propositions de nouvelles plates-formes visant à structurer des communautés de R&D autour d'infrastructures partagées.

Par cette priorité il s'agit en particulier de positionner au mieux les équipes françaises vis-à-vis des dispositifs nouveaux d'European Technology Platform (ETP) en cours de définition dans la cadre de la préparation du 7^{ème} Programme Cadre de Recherche et de Développement (PCRD) de la Commission Européenne :

- ARTEMIS (Embedded Systems)¹;
- S3 (Software, Services and Systems)² -

POURUIVRE LES ACTIONS ENVERS LES LOGICIELS LIBRES

Les participations réseau RNTL ont souligné très tôt l'importance du soutien dans les domaines utilisant des techniques de logiciel, d'initiatives envers les logiciels libres. La composante « open source » a toujours été un critère de qualité dans l'évaluation des projets du réseau.

Parmi les projets soutenus pour lesquels cette composante «open source» était centrale, Impact / ObjectWeb est exemplaire par sa réussite et son rayonnement. Toutefois le développement de logiciel libre se restreint actuellement aux infrastructures et aux outils d'administration de systèmes. Il doit maintenant être encouragé très fortement également au niveau des métiers et applications et en particulier ceux et celles qui concernent les systèmes d'information. La France a la chance de

¹ *Building Artemis* – Report by the High Level Group of Embedded systems. Office for Official Publications of the European Communities, 2003 — 36 pp.

² *The S3 Initiative – A European Vision for Software, Services and Systems*. Report, January 2005

posséder un ou deux acteurs globaux ayant une part du marché non négligeable et de nombreux éditeurs locaux. Notons que le développement du logiciel libre donne naissance à de nombreux problèmes spécifiques nécessitant une collaboration étroite entre les différents acteurs du logiciel libre de l'industrie et de la recherche.

Le développement de logiciel libre dans le marché de la formation et de l'éducation, le soutien d'initiatives vers le e-Gouvernement libre et l'aide des utilisateurs dans la migration de leurs systèmes, et plus tard, de leurs applications vers les logiciels libres sont des exemples d'actions spécifiques à encourager.

Systemes embarqués

1. CONTEXTE

Le monde est aujourd'hui dépendant des technologies de l'information et de la communication à la fois dans ses activités industrielles, commerciales et domestiques. A côté des réseaux qui permettent l'interconnexion, les systèmes embarqués (ou enfouis) communicants, temps réel, critiques connaissent un développement considérable.

Participer à ce développement par de nouvelles applications, minimiser les risques de défaillance de ces systèmes, protéger les citoyens, sont des enjeux de société essentiels.

Renforcer la présence des acteurs français dans ce domaine est une nécessité économique ; ce renforcement peut s'appuyer sur des secteurs industriels compétitifs grand consommateurs tels que l'aéronautique et l'espace, l'automobile, les télécommunications, le multimédia, et sur des centres de recherche dont les avancées sont internationalement reconnues (méthodes numériques, méthodes de conception, OS, codesign, ...).

La maîtrise des processus de conception des systèmes embarqués et en particulier de leur complexité, la sécurité et la sûreté de fonctionnement de ces systèmes, , l'augmentation de leur performance et la réduction importante de leur consommation, constituent des défis techniques majeurs.

1.1. Applications

Conçus il y a quelques années comme substitutifs offrant une souplesse et une précision incomparables à des fonctions mécaniques ou électromécaniques (l'ABS, les automates, ...), les systèmes embarqués jouent maintenant un rôle prépondérant dans l'intermédiation (carte à puces, téléphones mobiles, télémédecine,...), de plus en plus dans la délégation partielle ou totale (systèmes de pilotage, véhicules autonomes,...) ainsi que dans le développement de nouveaux dispositifs ou procédures (route intelligente, applications agro-alimentaires, biotechniques, vidéo temps réel,...).

Ce développement vers ce qui est maintenant appelé cyber-société ici, intelligence ambiante là, s'appuie sur l'expansion des réseaux et inversement contribue à cette expansion en lui offrant le support à de nouvelles applications (le téléphone mobile certes, mais aussi la voiture communicante, la télésurveillance,...). Il s'appuie également sur la miniaturisation des puces et la réduction de coûts de production du silicium qui en même temps qu'elles favorisent l'apparition de nouveaux usages, en étend le champ depuis les applications industrielles lourdes vers les applications sociétales et individuelles. Cette expansion prend une nouvelle dimension avec la diversification des composants physiques de ces systèmes et la diversification de leur capacité d'interaction (MEMS, nano-, bio-, RFID...). Ces applications doivent offrir des fonctions acceptables par les communautés qu'elles concernent, et prendre en particulier en compte les aspects sécurité et sûreté à des degrés divers.

1.2. Economie

La maîtrise technologique de ces systèmes, issue de formations et de recherches scientifiques de qualité, constitue un enjeu économique majeur pour lequel l'innovation technologique est vitale face à des capacités de production en forte expansion en particulier en Chine. Dans des secteurs comme l'avionique ou l'automobile, les systèmes embarqués (en particulier temps réel critique) sont devenus essentiels et leur part dans la conception et la fabrication ne cesse de croître : ainsi l'électronique embarquée pourra atteindre 35% du coût d'une automobile en 2007 (on compte déjà jusqu'à 70 ECU

(Engine Control Unit) dans un seul véhicule, avec plus de 100 millions d'octets de logiciel); le succès commercial d'un véhicule pourrait dépendre de plus en plus de la qualité des systèmes embarqués mais aussi de l'offre de services à l'utilisateur qui seront proposés. Dans le secteur de la vidéo et des médias, la télévision numérique représente un marché de plus de 10 milliards de \$ en 2004, en progression de 63% par rapport à 2003 ; 80 millions de téléphones mobiles avec photo intégrée ont été vendus en 2004, la CEA (Consumer Electronics Association) en prévoit 90 millions en 2005. Dans le domaine de la sécurité le marché des IPS/IDS (Intrusion Protection System/Intrusion Detection System) devrait atteindre 1,4 milliards de \$ en 2008. Ce ne sont là que des exemples.

1.3. Logiciel

Le logiciel est au cœur de ces mutations : un usage effectif c'est d'abord un ensemble d'algorithmes et la pérennité d'un service est essentiellement celle du logiciel qui traverse les générations technologiques (de plusieurs dizaines d'années pour une centrale nucléaires, 8 à 10 ans pour une automobile, alors que le cycle des évolutions dans les processeurs est de l'ordre de 3 à 4 ans pour les changements majeurs, à quelques mois pour les changements mineurs). Mais le logiciel est aussi le support qui permet aux avancées théoriques (de la physique, de l'électronique, de la biologie...) de devenir des innovations technologiques grâce à la modélisation, la simulation,... puis des produits grâce aux environnements de conception. Seuls les pays maîtrisant les technologies logicielles nécessaires peuvent espérer jouer un rôle important dans la cybernisation évoquée ci-dessus. Le jeu est encore ouvert pour que se développent de nouveaux acteurs industriels : existence de standards ouverts pour l'exécution des applications dans l'automobile, l'avionique, la productique,... sur lesquels peuvent être conçus et développés des composants à forte valeur technologique ajoutée ; émergence de standards ouverts pour les outils de conception ; logiciels de base en Open Source pouvant favoriser une économie de services de haute technologie ; apparition de nouvelles applications favorisant l'émergence de niches techniques, géographiques voire culturelles ; activités à investissement matériel modeste mais nécessitant des compétences scientifiques élevées. De nouveaux enjeux apparaissent par exemple dans le domaine de la sécurité ou de la gestion d'énergie.

2. DEFIS

2.1. Contexte technique

Un **système enfoui** est un ensemble cohérent de constituants informatiques (matériel et logiciel), souvent invisible à l'utilisateur, d'un équipement auquel il donne la capacité de remplir un ensemble de missions spécifiques en le dotant d'intelligence (le terme équipement doit être compris ici dans un sens très large et peut par exemple désigner un organe vivant)

Un système informatique enfoui effectue des traitements numériques et gère les échanges d'informations de l'équipement nécessaires à l'accomplissement de ses missions. Ces échanges se font avec un environnement constitué de procédés physiques, de systèmes de communication, de systèmes informatiques, d'humains... Un système enfoui doit donc faire face, à des degrés divers, à des contraintes **temps réel** dont la nature conduit à distinguer les **systèmes temps réel durs** (devant respecter des bornes de temps de réponses, faute de quoi la mission de l'équipement ne peut être remplie) et les **systèmes temps réel mous** (devant tendre à respecter des contraintes dont le non respect temporaire engendre au plus un dysfonctionnement partiel qui ne remet pas en cause sa mission). Ces deux aspects coexistent de plus en plus dans un système complet.

Lorsqu'un équipement réalise une mission dont l'échec a potentiellement un impact majeur sur la vie, la santé de personnes, sur l'état de l'environnement,... plus généralement sur l'accomplissement de missions critiques auquel il participe, on parlera de **système critique**.

La réalisation de ces systèmes suit un **cycle de développement en V** le descendant en conception depuis des spécifications système jusqu'à la définition de composants logiciels (s'appuyant sur des **interlogiciels**, des **OS** ou des architectures matérielles spécifiques), de composants logiciels-matériels. La partie ascendante - test, intégration - d'un système enfoui est complexe et coûteuse du fait des difficultés de reproduction et de couverture de l'ensemble des scénarios de fonctionnement du système. Pour les systèmes critiques, intervient en fin du cycle de développement une procédure de **certification** effectuée par un organisme indépendant, condition obligatoire avant déploiement. Le respect des exigences de certification impacte l'ensemble du cycle de développement et des ingénieries associées.

Lorsque les exigences de performance le permettent, le concepteur privilégiera des **plates-formes ouvertes génériques**, dont la variété a tendance à diminuer, offrant une plus grande souplesse, des temps de conception plus courts, des coûts de conception et de production plus faibles. La gamme d'applications de ces plates-formes génériques s'étend et continuera de s'étendre en même temps que progressent les technologies matérielles sur lesquelles elles reposent, que se développent leurs exécutifs supports et que s'enrichissent leurs développements de conception. Ces plates-formes incluent des **systèmes sur puce complexes**, maintenant **multi-processeurs**, des **exécutifs** (systèmes d'exploitation, middleware), des **environnements de développement**. Elles sont ouvertes, et permettent à une grande variété d'applications logicielles de fournir au système de nouvelles fonctionnalités tout au long de son cycle de vie.

Des contraintes de proximité, des objectifs de coût et de performance, de modularité peuvent avoir pour résultat d'impliquer une mise en œuvre du système sur une architecture matérielle conçue spécifiquement par assemblage de composants éventuellement hétérogènes : processeurs standard, **DSP** (Digital Signal Processing), **FPGA** (Field Programmable Gate Array), **SOC** (System-on-Chip), **ASICs** (Application Specific Integrated Circuits)... Les méthodes de **conception conjointe**, visent à introduire dans le cycle de développement les techniques permettant de concevoir progressivement ces architectures spécifiques (aide au choix des composants, interactions entre composants,...).

Des contraintes analogues pour de grands systèmes enfouis peuvent conduire à les déployer sur des architectures distribuées. On parlera alors de système enfoui distribué voire de **système temps réel distribué**.

2.2. Maîtriser la complexité

Un des principaux changements porte sur la complexité et la nature des traitements numériques effectués dans les applications enfouies. Les systèmes enfouis peuvent être de grande taille si on les voit comme applications informatiques (en nombre de lignes de code); ils effectuent souvent concurremment des traitements de nature variée (signal, image, données, contrôle,...) avec des architectures comportant des circuits puissants, généraux et quelquefois dédiés, des systèmes sur une puce, communiquant vis des réseaux généraux ou dédiés (jusqu'à 70 ECU interconnectés par 5 bus contribuent à la sécurité et au confort sur certains modèles d'automobile). Un système enfoui comprend ainsi de nombreux modules et différentes couches logicielles (drivers, système d'exploitation, moteur d'interactivité, bibliothèques, applications interactives) assurant différentes fonctionnalités (décodage, communication, graphique, contrôle d'accès) et provenant de fournisseurs variées: fournisseurs de composants bas niveau, fournisseur du système d'exploitation/de middleware, fournisseur du moteur d'interactivité, fournisseurs de bibliothèques (graphique, contrôle d'accès, télécoms), fournisseurs de sous-systèmes (logiciels+matériels).

Pourtant en regard de cette complexité croissante le cycle de "conception - mise au point - production" d'un appareil doit se raccourcir...

Cela impose une évolution qui place le composant au cœur de problématiques d'intégration dans un flot de conception visant à éliminer les ruptures.

Il faut envisager en conséquence :

- Le développement d'environnements de conception sans rupture, en particulier au moyen de techniques de transformation (de modèles, de programmes) depuis des spécifications de haut niveau jusqu'à des mises en œuvre sur des architectures cibles
- Le développement de composants dont le processus d'intégration est facilité par des descriptions d'usage (fonctionnelles et non fonctionnelles) ne laissant pas de place à l'incertitude, s'appuyant sur des normes et/ou des standards et des techniques formelles.
- Le renforcement des procédures de vérification, preuve et tests. La complexité entraîne l'impossibilité de produire manuellement des suites de tests ayant une couverture suffisante. Il faut à la fois des mécanismes de preuve et de génération automatique de tests.
- Le développement, l'utilisation de standards d'échange dans un contexte d'intégration de technologies hétérogènes.
- Le développement de plates-formes d'exécution complètes, innovantes en terme de performance, de modèle d'exécution, de consommation, etc.

Ces développements s'appuient sur des OS, des techniques de compilation, des langages existant qu'il convient de faire évoluer, voire de nouvelles technologies logicielles en rupture avec les approches établies.

2.3. Développer des technologies clés

Modélisation

Des analyses indépendantes amènent toutes à la conclusion de la nécessité de passer des approches interprétatives (la construction d'une plate-forme universelle, générique et adaptable) à des approches génératives, à partir de modèles abstraits, stables, bien identifiés et séparés. Dans le cas où il y a variabilité multiple, la séparation des causes d'évolution permet de mieux les traiter individuellement.

La famille de solutions qui permet d'aborder cette évolution avec les meilleures chances de succès est l'ingénierie des modèles (MDE : Model Driven Engineering).

L'ingénierie des modèles s'adresse à l'ensemble du développement logiciel. Elle vise à fournir un cadre de développement unifié dans lequel toutes les activités sont réalisées sous forme de modèles, des exigences au code. Les techniques de modélisation et de manipulation de modèles à la base des démarches MDE fournissent de nouveaux moyens de gestion de la complexité, évolutivité et hétérogénéité des systèmes, tout en offrant un cadre permettant l'expression et la capitalisation d'une part importante du savoir-faire de conception.

L'ingénierie des modèles et les formalismes et standards associés ont déjà atteint un niveau de maturité certain pour les développements logiciels classiques. Dans le domaine des systèmes embarqués et temps réels, le champ est encore largement ouvert tant au niveau des standards que des implémentations.

Vérification et validation

Pour les systèmes embarqués critiques les contraintes de sûreté requises, indiquées ou non par des documents de certification liés au secteur, exigent le déploiement de procédures lourdes et coûteuses. Pour répondre à ces exigences, des techniques de transformations formelles correctes par construction, de vérification formelles, de génération automatique de tests, doivent être développées et passer à l'échelle ; elles doivent offrir une procédure d'utilisation qui les rendent acceptables par les concepteurs métiers.

L'utilisation de composants préexistants ou dont le développement est externalisé ne peut se faire valablement dans ce contexte que sous la réserve qu'ils soient conformes à leur description d'usage, description devant porter non seulement sur leur profil (interface statique) mais aussi sur le comportement, et sur des propriétés de QoS. En complément des outils utilisés en phase descendante du cycle de conception, le développement de techniques formelles d'abstraction et de modélisation renforcera cette confiance.

Les appareils individuels qui seront commercialisés en très grand volume ne nécessiteront pas toujours une sûreté de fonctionnement au sens de la mise en jeu de la santé d'individus. Cependant les techniques de sûreté de fonctionnement s'appliquent à ces appareils parce que ces très grands volumes ne permettent pas l'erreur... Si un appareillage fabriqué en millions d'exemplaires est défectueux, le coût en perte de capacité de production, en dégradation de l'image de marque ou en remplacement des appareils peut être fatal à l'entreprise.

Langages, compilation, intergiciels, OS

A côté des langages généralistes, dont les techniques de compilation doivent évoluer pour prendre en compte le contexte créé en particulier par les aspects évoqués ci-dessus, l'exploration de paradigmes de conception nouveaux permettant la migration de code, le traitement de données massivement distribuées et évolutives, le diagnostic, la correction et la mise à jour à chaud..., est un moyen nécessaire à la maîtrise de la complexité.

Ces paradigmes peuvent émerger dans de nouveaux langages (généralistes ou DSL), intergiciels ou OS.

La recherche de la performance, notamment via des architectures parallèles de diverses sortes, peut conduire à innover en matière de modèles de programmation, avec des implications sur tous les niveaux de langage et d'exécutifs de base.

Conception d'architectures cibles

Si la pérennité des applications est essentiellement celle de leurs algorithmes, les architectures matérielles support des applications embarquées constituent néanmoins un enjeu particulier mais essentiel de leur diffusion. Il y a bien sûr le problème de consommation, mais aussi les considérations de vitesse d'exécution, de fonctions non standards,... L'innovation architecturale de rupture, liée à celle des couches logicielles de base, et fortement impactée par le type de logiciel applicatif s'y exécutant, constitue un enjeu de performance essentiel du futur.

Cette conception d'architecture fait appel à des technologies variées qu'il s'agit d'intégrer. Pour ce faire, il faut disposer d'environnements logiciels permettant la conception système à un haut niveau, permettant une transition naturelle depuis les techniques de spécification, simulation et validation utilisées en amont s'appuyant sur des standards internationaux existants ou émergents (SystemC, SPIRIT,... et plus généralement les environnements basés sur des langages de haut niveau supportant à la fois logiciel et matériel).

Prototypage virtuel

Une conception purement descendante et séquentielle d'un système embarqué s'oppose à la réduction du délai de mise sur le marché. Il est au contraire essentiel de pouvoir étudier au plus tôt les caractéristiques pertinentes du système envisagé, et ce généralement avant que les composants cibles à intégrer dans une architecture ne soient disponibles dans les équipes de conception, voire disponibles sur le marché. Lorsque ces composants sont disponibles, leur intégration dans une plateforme d'expérimentation est une opération coûteuse qui de plus limite les remises en cause architecturales.

La mise en place de plates-formes de simulation à base de modèles de composants (IP) est une approche émergente dans la conception de circuits. Cette approche doit se généraliser à d'autres domaines comme par exemple l'automobile. Elle se heurte cependant à des difficultés liées à la vitesse de simulation. Il est essentiel d'accélérer les simulations et pour ce faire de développer des méthodes de simulation hétérogènes, multi-niveaux, des techniques d'abstraction, ... préservant la pertinence des résultats de simulations approchées. De plus, cette simulation doit fréquemment inclure l'interaction avec le monde physique ou le monde humain où est plongé le système.

2.4. Concevoir de nouvelles applications

Une nouvelle application doit répondre à un besoin exprimé, émergent ou latent de ses utilisateurs. Elle doit également être conforme à des exigences liées à l'environnement et au contexte d'usage. Elle doit enfin être possible dans un cadre standardisé ou faciliter le terrain pour l'adoption d'une standardisation, dont l'absence constitue souvent un obstacle à l'adoption. Faire intervenir des partenaires susceptibles de couvrir ces différents aspects est une condition importante voire nécessaire à la pertinence et au succès de sa diffusion.

Les nouvelles applications peuvent être rendues possibles par les changements dans le contexte sociétal, légal, d'ouverture de marchés concomitants. L'évolution technologique, notamment en terme de puissance de calcul par unité de volume, unité de poids, et unité de puissance consommée, permet également d'envisager de nouveaux objets plus intelligents, plus autonomes, « cognitifs ». Les capacités d'interaction accrues avec le monde physique ou les utilisateurs humains vont dans le même sens.

Parmi les domaines, on peut citer les transports, notamment l'automobile, les « appliances » (téléphones, objets portables), les capteurs intelligents, les applications domotiques, dans l'énergie, de sécurité, sans que cette liste soit limitative.

Mots-clés :

Systèmes et applications embarqués innovants

Fonctions / services critiques

Méthodes formelles (abstraction, preuves, model-checking, transformations)

Modélisation d'exigences temps réel

Modélisation de propriétés temps réel (composants, systèmes,...)

Algorithmique temps réel (déterminisme, complexité, etc.)
Processus et outils de vérification et validation (preuves, tests, etc.)
Processus et outils de certification
OS Temps Réel, Middleware Temps Réel
Systèmes embarqués en réseau (connectivité, supervision)
Architectures embarquées innovantes (aspects logiciels)
Langages / outils de description et de conception d'architectures
Maîtrise de la consommation (aspects logiciels)
Co-développement (conception conjointe matériel / logiciel)
Prototypage virtuel, simulation.

3. PLATES-FORMES

Pour l'appel à projets de 2005, il est souhaité que la communauté se focalise sur deux sujets de plates-formes.

3.1. Plate-forme de Génie Logiciel pour les Systèmes Embarqués

L'objet de cette plateforme est l'ensemble des instruments logiciels et méthodologiques du génie logiciel des systèmes embarqués.

Elle a pour objectif de produire un ensemble ouvert d'outils et d'environnements d'intégration de ceux-ci (t.q. les outils de l'ingénierie des modèles) pour la conception (outils d'assistance méthodologique et/ou de modélisation), la production et la validation/vérification à tous niveaux de systèmes logiciels embarqués. Elle vise tout particulièrement l'adéquation des techniques utilisées au domaine, en particulier quant aux différents niveaux d'exigence en terme de performances, de disponibilité de ressources ou de criticité (fiabilité, sûreté ou sécurité).

3.2. Plate-forme logicielle d'exécution pour les architectures embarquées innovantes et outils de conception et de développement associés

Cette plate-forme a pour objet le développement des logiciels de base (composants, OS, middleware) et des outils associés (conception, transformation incluant la génération, simulation et extraction de propriétés, validation) nécessaires à la mise en oeuvre d'applications sur des architectures embarquées innovantes. Il s'agit notamment pour des structures multiprocesseurs de satisfaire des objectifs de performance (puissance de calcul, faible énergie, ...) ou de qualité de service (sûreté de fonctionnement (safety), sécurité, déterminisme, certification, etc.) avec des coûts de mise en oeuvre des applications fortement réduits par rapport à ceux auxquels conduit l'état de l'art actuel.

Réseaux d'Information et de Connaissances

1. ENJEUX

Le mouvement d'extension des systèmes d'information s'appuyant sur Internet, ne cesse de croître. L'information générée, échangée et accédée est de plus en plus complexe, hétérogène et multi-média. Ce mouvement concerne les systèmes d'information des entreprises ou des organisations locales et gouvernementales. L'enjeu est de taille : (1) améliorer l'efficacité des entreprises et resserrer et étendre les relations qu'elles entretiennent avec leurs clients et fournisseurs ou entre leurs employés, (2) permettre une meilleure gouvernance pour les administrations centrales et une interaction plus efficace avec les administrés pour les collectivités locales. (3) Ce mouvement concerne aussi de plus en plus les systèmes d'informations personnels via le développement de réseaux de capteurs, d'équipements domestiques, des systèmes embarqués, connectés aux réseaux sans fil et à Internet, (4) via le déploiement d'assistants personnels nomades de faible puissance désirant se connecter à tout instant aux réseaux fixes de grande puissance pour accéder à une information de nature de plus en plus variée. La prise en compte de ces tendances et l'apparition de nouvelles applications impliquent également une forte évolution de l'architecture des systèmes d'information en particulier pour permettre un passage à l'échelle inégalé à ce jour et pour satisfaire des normes de sécurité et de disponibilité de plus en plus critiques.

Ces enjeux nécessitent

- d'assurer divers types d'intégration entre applications complexes, services hétérogènes;
- d'assurer un fonctionnement sans interruption;
- de disposer de capacités d'adaptation et de reconfiguration en cas de panne dans le contexte en perpétuelle évolution qu'est le Web;
- de prendre en compte le nomadisme, en adaptant applications, interfaces et ressources au besoin, à la localisation, et à l'environnement de l'utilisateur;
- d'assurer la sécurité des informations et des données dans un contexte de vulnérabilité accrue;
- de maîtriser le passage à grande échelle, tant sur le plan des informations et données, que sur celui de la complexité des objets et des outils manipulés, et sur le nombre d'utilisateurs connectés simultanément aux services.

Quatre priorités se dégagent pour faire face à ces enjeux. La première concerne le développement de nouvelles méthodes et de nouveaux outils pour mettre en œuvre les systèmes d'information collectifs et les services associés. Ces nouveaux services et systèmes d'information doivent être déployés sur des architectures beaucoup plus puissantes organisées en grilles ou en réseaux de nœuds pair à pair seuls capables de permettre un passage à l'échelle à la hauteur de tels enjeux. Un effort particulier doit être mené pour répondre aux besoins de plus en plus complexes en matière de sécurité de l'information échangée et vers une grande disponibilité des ressources informatiques dans ces architectures. Ceci constitue la deuxième priorité. La troisième priorité concerne l'organisation de données de plus en plus riches aux formes très variées en vue d'une meilleure connaissance sur un sujet donné, notamment en ce qui concerne l'information sur le Web, ainsi que l'accès, la découverte, et la classification de cette information et des services existants provenant de sources en nombre de plus en plus grand. La quatrième priorité concerne le développement d'applications nomades se déployant sur des assistants personnels de faible puissance et sur des téléphones cellulaires connectés aux réseaux fixes au moyen de divers media (Wifi, GPS, GSM, etc.).

Enfin la prise en compte de ces quatre priorités pour les systèmes d'information du futur va de pair avec le développement des logiciels libres. Il est primordial de conforter l'action entreprise récemment en vue de leur développement jugé indispensable pour l'avenir des systèmes d'information collectifs nationaux et des applications critiques pour les entreprises et industries.

La dynamique engendrée par les réseaux ne se manifeste pas seulement sur la gestion, l'échange et le traitement de l'information, mais se répercute également sur les contenus : la multiplicité des dispositifs de réception (PDA, mobiles, etc.), la diversité des modes de communication, la numérisation des chaînes de production et diffusion, entraînent un renouvellement des modes de production, indexation, transmission et distribution des contenus. Les industries culturelles et leurs fournisseurs de technologies sont donc impliqués par ces mutations. La déclinaison des systèmes d'information pour les contenus et les industries culturelles est prise en charge par l'appel du RIAM.

2. PRIORITES

2.1. Systèmes d'information d'entreprises et de groupes

Cette priorité concerne la conception, la réalisation, et la mise en œuvre des systèmes d'information collectifs. L'essor des composants interopérables et des services Web justifie que l'on continue à mettre l'accent sur des outils d'assistance et surtout sur l'étude des architectures de services ("SOA"), en abordant leurs aspects de composition, d'assemblage, d'enchaînements, et de mise en œuvre de règles métiers permettant de contrôler les processus concernés. Il faut également développer de nouvelles méthodes et des outils de plus haut niveau pour faire face à l'hétérogénéité et la complexité des composants métier qu'il faut créer, échanger, intégrer et déployer. En particulier l'accent sera mis (1) sur les techniques de méta-modélisation et de transformation de modèles et de programmes, depuis des spécifications très abstraites permettant la communication entre modèles hétérogènes, jusqu'à des mises en œuvre sur des architectures cibles et l'adaptation au contexte d'utilisation (2) sur la spécification de composants métiers et la création de langages métiers et (3) sur les techniques de validation. Enfin, il est plus que jamais nécessaire d'instrumenter la coopération entre individus, ses processus et ses règles, que ce soit dans le cadre professionnel ou dans la vie privée.

Mots-clés:

Composants génériques et composants métier : caractérisation, description, validation (interprétation abstraite, vérification par model checking, preuve automatique et assistée, simulation, certification, sûreté de fonctionnement, aspects relatifs à la sécurité), assistance à la construction, au déploiement, à l'assemblage et à la réutilisation;

Architectures de services : identification, description, chorégraphie, assemblage, bus de services d'entreprises, workflow, business processes, business rules, personnalisation de services web,

Méta-modélisation et adaptation : transformation de modèles et de programmes, MDA/MDE, adaptation des IHM au contexte d'interaction : remodelage de l'IHM en fonction du dispositif d'interaction, des services, de la localisation; migration et répartition dynamiques d'IHM en fonction des ressources d'interaction

Exécution d'applications distribuées: modélisation, tests et vérifications d'applications distribuées sur le Web, applications coopératives/collectives; intégration et administration des applications

2.2. Distribution des systèmes d'information, Sécurité et disponibilité

Les systèmes d'information demandent de plus en plus de puissance de calcul, et se caractérisent par une forte distribution des données et des calculs. L'évolution rapide des technologies réseau et matériel et la mise à disposition d'outils de bas niveau puissants et plus souples entraînent à leur tour l'émergence de nouveaux besoins et applications distribués et l'essor de fonctionnalités existantes. En particulier, les architectures en grille permettent le déploiement de systèmes et de services de très grande taille notamment dans les applications scientifiques et en biodiversité. Le paradigme récent de systèmes d'information et de bases de données pair à pair (P2P) a également vu le jour grâce à la maturité des technologies réseau de plus bas niveau. Le succès de ce paradigme de distribution de

l'information et du calcul vient de sa souplesse, de son évolution facile et de sa capacité à un véritable passage à l'échelle. L'accent sera donc mis sur le déploiement des systèmes d'information et des services sur des architectures en grille et en P2P. Il est indispensable que les acteurs français maîtrisent ces technologies et en particulier les grilles dont le réseau souligne une nouvelle fois l'importance. Le besoin de disponibilité continue (24*7) des grilles d'information nécessite d'aborder les questions de tolérances aux fautes et de reconfiguration à chaud, afin de donner aux systèmes les capacités d'auto-adaptation requises.

Cette révolution dans l'architecture des systèmes d'information entraîne des problèmes cruciaux de sécurité et de disponibilité très spécifiques aux systèmes d'informations, notamment à cause du caractère de plus en plus fortement distribué, de la mobilité des utilisateurs et de l'extension des échanges d'informations sous la forme de services. Si la problématique de maintien de la sécurité des informations est bien comprise, en revanche un effort important doit être fait également vers la spécification des besoins en sécurité et la traçabilité par marquage notamment. Nota : l'appel RNTL vise spécifiquement la sécurité des systèmes d'information et se positionne en complément de l'appel générique sur la sécurité devant être émis par le RNRT. En ce sens, seules les propositions ciblant la sécurité des SI (p.ex. sécurité des services web) seront considérées par le RNTL.

Mots-clés:

Architectures distribuées puissantes : déploiement des systèmes d'information et de services sur grilles et P2P, aspects liés au caractère ouvert, mobile et ubiquitaire

Sécurité, Sûreté, Protection des Systèmes d'Information : architectures de sécurité, mécanismes de protection, détection d'intrusion, tolérance aux intrusions; spécification, validation, évaluation des propriétés de sécurité; protocoles cryptographiques, protection et traçabilité des données, tatouage.

Disponibilité : architectures à haute disponibilité, tolérance aux fautes; Spécification, validation, évaluation de la disponibilité; systèmes auto-adaptatifs, auto-reconfigurables, "auto-manageables"

2.3. Accès, organisation, et traitement des données et des connaissances, Web sémantique

La constitution d'entrepôts de données métiers, la recherche d'informations sur un sujet donné par les individus, la mise à disposition de portails comme moyen de communication de collectivités rassemblées pour des besoins de plus en plus variés sont quelques exemples d'un marché de l'information et de la connaissance en croissance de plus en plus forte, dont le médium de prédilection est le Web, et qui touche des pans de plus en plus variés du marché : petites et grandes entreprises, administrations et collectivités, industries des médias, de la presse, de l'image et des vidéos, le grand public et le public spécialisé, etc. Les données recherchées, découvertes, rassemblées, échangées, se caractérisent par leur distribution dans un très grand nombre de sources volatiles, par une grande hétérogénéité en taille et structure et par une grande spécificité en fonction de l'application et du type de données : documents structurés, texte, images grand public, images spécialisées, vidéos, etc.

Le défi ici est de fournir des méthodes et outils pour (1) la création d'information et de connaissance sur des sujets (des métiers) donnés, (2) en permettre le rafraîchissement et l'accès, (3) découvrir, rechercher cette information de manière transparente pour l'utilisateur, (4) permettre aux sources d'information de publier, rendre accessibles, partager les informations qu'elles détiennent. Si la problématique n'est pas neuve et si tous les acteurs français sont convaincus de la maîtrise des technologies associées (architecture et technologies de développement sur le Web, bases de données, services, agents, etc.) ce domaine subit une mutation profonde que l'on peut caractériser de la façon suivante : (1) des besoins de plus en plus grands nécessitant un véritable passage à l'échelle en nombre et en complexité des informations; (2) des techniques de fouille, d'apprentissage, statistiques en vue de la création et du classement de connaissances; (3) le développement de modèles, langages et outils pour décrire les sources d'information et leurs données : métadonnées et ontologies; (4) l'intégration forte des textes, documents structurés, images, etc.; (5) l'extension de la couverture des méthodes établies sur les données aux besoins de découverte, d'organisation, de publication et de recherche de services Web; (6) l'enrichissement des techniques de stockage et d'accès à l'information en fonction du besoin: langages de requête pour bases de données, moteurs de recherche par mot-clé ou par hiérarchies de termes, agents, recherche par voisinage, etc.

Cet appel vise les développements centrés sur le document, qui ne mettent pas l'accent direct sur le multimédia, ainsi que les technologies génériques (fusion, ontologies, filtrage,..) qui peuvent s'appliquer à des contenus divers dont le multimédia. Un appel complémentaire du RIAM concerne les développements qui intéressent prioritairement l'audiovisuel (film, télévision) et le multimédia.

Mots-clés:

Documents: gestion et interrogation, analyse multi-documents (fusion de données multiples, hétérogènes, multilingues et multimédia), effacement de la rupture entre document numérique et papier

Bases de données images, texte, son, photo: stockage de masses de données, entrepôts thématiques, recherche d'information, qualité des données, interrogation de flots de données, de réseaux de capteurs/RFID; classification, fouille de données, de texte, apprentissage

Architectures Web et Web sémantique: architectures de médiation, portails d'information, P2P; moteurs de recherche intelligents, architectures coopératives; systèmes à base d'agents, à base de règles, intelligence collective; gestion de la connaissance; classification de ressources; services Web : découverte, spécification, validation, interrogation, composition, services Web sémantiques

Méta-données et ontologies : modèles, langages, outils; ontologies de domaines, fusion d'ontologies, contrôle de cohérence, enrichissement de données (structure, sémantique).

2.4. Systèmes d'information nomades

Cette priorité concerne le marché émergent d'applications nomades se déployant sur des dispositifs comme les PDA, les téléphones cellulaires, les systèmes embarqués. Ceux-ci sont caractérisés par une faible puissance et une grande mobilité : ils sont localisés dans l'espace géographique par des moyens variés (GPS, réseaux téléphoniques, réseaux sans fil). Le défi majeur est la mobilité de ces dispositifs. Quelle que soit leur position ils sont connectés aux réseaux fixes au moyen de divers media (réseaux sans fil, GPS, téléphone, etc.). Grâce à la maturité des technologies sous-jacentes, le déploiement de systèmes d'information vers ces ordinateurs mobiles de faible puissance est possible et ouvre le champ à un très grand nombre d'applications. Il est crucial que les acteurs français soient présents sur ce marché émergent. L'accent devrait être mis dans deux directions différentes : (1) architecture (2) méthodes et outils pour l'accès à l'information et aux services disponibles dans l'environnement de l'utilisateur ou sur le net.

Parmi les défis concernant l'architecture des systèmes d'information étendus aux PDA, citons le choix d'outils des systèmes d'information à déporter et à mettre en œuvre sur un dispositif mobile de faible puissance, à l'image d'Oracle qui déploie une version légère de son SGBD pour PDA. L'accès à l'information, et la demande de services dépendent fortement de l'application et du réseau utilisé. On peut distinguer deux catégories de marché: le premier concerne la recherche d'information et de services dépendants de la localisation du terminal mobile et répond notamment aux besoins du secteur touristique; le second est plus ambitieux, il correspond au besoin des porteurs de terminal mobile de se connecter à leur source d'information et à leur environnement de travail habituel quelle que soit leur localisation. Ceci constitue un défi important en termes de systèmes d'information : structuration, accès et échange d'information, gestion du routage et passage à l'échelle, etc.

Cette priorité vise les couches hautes des applications nomades (architectures, services, systèmes d'information) et se place en complément des priorités du RNRT. De même elle ne concerne pas les nouveaux services liés au nomadisme en termes de distribution de contenus audiovisuels et multimédias, traités par le RIAM notamment dans la priorité "nouveaux modes de distribution de contenus audiovisuels et multimédias".

Mots-clés:

Localisation dans les SI nomades: adaptation des applications, interfaces et ressources au contexte, à la localisation, et à l'environnement de l'utilisateur ; impact des méthodes de localisation, et de connexion d'équipements à l'Internet

Architectures des SI nomades: architectures des systèmes d'information en réseaux : centralisé, P2P centralisé, distribué, hybride; architectures de systèmes d'information déportés sur PDA; recherche d'information et de services dépendants de la localisation et du temps; recherche d'information et services indépendants de la localisation; nouvelles applications collectives et coopératives.

Priorités 2005 :

L'appel 2005 vise essentiellement les priorités 2.1 et 2.3. Les propositions sur les priorités 2.2 et 2.4 feront l'objet d'appels ultérieurs.

3. PLATES-FORMES

3.1. Plate-forme Web sémantique et contenu

L'objectif de cet appel est d'encourager l'industrie française à se positionner dans le domaine du Web sémantique, domaine dans lequel la recherche amont nationale est pleine de vitalité, pour lequel les marchés sont naissants. L'effort conséquent actuel des actions de recherche amont autour du Web sémantique doit se faire de pair avec le développement d'une plate-forme RNTL permettant de valider les concepts, maquettes, et choix technologiques, de les évaluer sur des benchmarks et d'envisager des solutions industrialisables avec les acteurs déjà présents sur un marché cible. Le choix du ou des marchés visés, présentant de réelles perspectives de développement pour les entreprises impliquées dans la plate-forme, sera un facteur essentiel d'appréciation.

Le projet devra suivre les recommandations du W3C et être en contact avec les initiatives européennes autour du Web sémantique. Il se construira autour de partenaires maîtrisant un certain nombre de technologies parmi lesquels on peut citer :

- moteurs de recherche intelligents de documents pour un domaine,
- techniques et outils autour de la norme XML (langage de requête Xquery, serveur de documents XML, etc.),
- déploiement de bases de documents et de services Web dans des architectures scalables (pair à pair, par agent, etc.),
- découverte et fouille de documents et de services,
- description de documents et de services au moyen d'ontologies ou autres mécanismes de spécification de la connaissance,
- technologies autour des ontologies et autres vocabulaires structurés,
- intégration avec les technologies de contenu (langue, multilingue, multimédia),
- étude de différentes interfaces entre l'utilisateur et le Web sémantique (personnalisation de la recherche d'information, dialogue, requêtes floues, etc.)

Dans ce qui précède « document » doit être entendu comme composé de textes plus ou moins structurés, d'images, de vidéos ou de son.

3.2. Plate-forme EAI

L'objectif de cet appel est d'encourager l'industrie française à prolonger les résultats obtenus par le consortium ObjectWeb vers la prise en compte des aspects EAI (Enterprise Application Integration) qui sous-tendent les systèmes d'information d'entreprises et de groupes. L'approche actuelle des problématiques d'intégration s'appuie sur les fonctionnalités des serveurs d'application (type J2EE) et sur une approche orientée services basée sur des standards ouverts (services Web, XML, SOAP/HTTP), garants de l'interopérabilité de systèmes hétérogènes issus de fournisseurs divers.

Le développement en logiciel libre de briques fonctionnelles visant les bus de service d'entreprise est un objectif stratégique pour favoriser l'émergence d'une offre de services, de développements spécifiques et de solutions packagées tout à la fois compétitives, technologiquement indépendantes et respectueuses des standards de l'industrie.

Le développement d'une telle plate-forme s'insérant dans la communauté ObjectWeb permettra de valider les choix technologiques effectués et de les évaluer sur des benchmarks et des applications

cibles. Le projet se construira autour de partenaires maîtrisant un certain nombre de technologies parmi lesquels on peut citer :

- modélisation et méta-modélisation pour l'EAI
- identification et description de services
- chorégraphie, assemblage des services
- bus de services d'entreprises (ESB)

Réalité Virtuelle, Interface homme-machine et Simulation

1. INTRODUCTION - CONTEXTE

Cette thématique se veut focalisée sur des objectifs industriels avérés autour des futurs grands enjeux industriels qui seront d'une part Humano-centrés (homme au travail, interface homme-machine, santé, sécurité, ludique), et d'autre part orienté vers la maîtrise de l'interaction des systèmes, en particulier de connaissance, dans une approche de simulation technico-opérationnelle.

Les domaines d'application touchent à la plupart des activités humaines :

- Industrie (design, conception et production),
- Formation,
- Ludique,
- Autre applications innovantes : santé, sécurité, création artistique et patrimoine...

Le domaine des interfaces Homme-machine, est au cœur de la plupart de ces domaines d'application, pour des raisons de cohérence du thème, seule seront considérée ici les technologies ayant trait à l'interaction en environnement virtuel, augmenté ou mixte.

A côté des techniques d'IHM, les projets attendus viseront prioritairement à promouvoir les technologies suivantes :

- Physique réaliste
- Humain virtuel
- Réalité virtuelle en réseau et supports d'exécution

2. PLATES-FORMES

Concernant les Plates-formes, il serait souhaitable que les initiatives permettent de conserver et de développer une masse critique de recherche en France, en particulier en permettant de fédérer les différentes plates-formes régionales existantes, dans le but de favoriser la synergie entre d'une part les équipes traitant différents sujets (image, réalité virtuelle, design...), et d'autre part la recherche académique et industrielle. On peut aussi mentionner l'intérêt de mener une activité d'évaluation ergonomique ou technologique dans le contexte d'une plate-forme.

Deux plates-formes sont particulièrement attendues lors de cet appel d'offres :

2.1. Humain virtuel au travail

Dans le prolongement de la plate-forme **PERF-RV**, concernant le domaine industriel.

Objectif

Développer les outils de simulation permettant de mieux prendre en compte la place de l'homme dans les systèmes de production afin d'optimiser la répartition du travail entre les postes manuels et automatisés et d'augmenter la productivité de chaque poste manuel (ergonomie, performance, sécurité, prévention des troubles musculo-squelettiques...).

Favoriser la diffusion de ces outils dans le tissu industriel en les dotant de capacité de mise en œuvre rapide, intuitive et adaptée, tant pour l'optimisation de la conception des processus et moyens de production, que la formation des opérateurs.

Avancées technologiques

- Simulation de la physique de l'humanoïde (effort articulaires, limitations biologiques...) dans la réalisation des tâches en particulier d'assemblage d'éléments déformables ou de petites tailles (enjeux majeurs).
- Pilotage intuitif de l'humain virtuel : interface haptique (kinesthésique et tactile), gestion des efforts, langage naturel, scénarisation, comportement cognitif, émotionnel, social.
- Réalité virtuelle nomade et augmentée sur les postes de production.

2.2. Technologies de base de la simulation technico-opérationnelle, de la simulation d'entraînement, des jeux vidéo.

Ce thème peut prendre la forme de projets ou d'une plate-forme.

Objectif

Développer les outils permettant de simuler en temps interactif et de manière intuitive des systèmes complexes composés d'une multitude d'agents autonomes intelligents au sein de très grandes bases de données.

Les outils proposés devront être suffisamment innovants pour permettre des avancées importantes dans les domaines des jeux ou des simulateurs de formation, d'entraînement ou d'étude.

Avancées technologiques

- Simulation comportementale interactive de multitudes d'agents autonomes intelligents, de leur processus décisionnel (rejoindre un lieu, réaliser une tâche), et de leurs émotions (peur, colère).
- Simulation des interactions entre agents autonomes et entités virtuelles/réelles (équipes multidisciplinaires collaborant au sein d'un même environnement, phénomènes de foule).
- Interfaces de commande multimodales et notamment haptiques.

3. DOMAINES TECHNOLOGIQUES COUVERTS

3.1. Interface homme-machine

La plupart des systèmes actuels (informatiques ou embarqués, professionnels ou grands publics), sont des systèmes interactifs. Depuis quelques années, les avancées et la diversification des technologies de l'information ont profondément modifié le domaine de l'interaction homme-machine. Les problèmes à résoudre sont plus complexes et plus divers, et une réponse purement technologique ne peut suffire. En effet l'utilité et l'utilisabilité d'un système interactif ne concernent pas seulement la surface perceptible et manipulable du système : tous les composants doivent être conçus et réalisés en considérant simultanément le triplet personnes-systèmes-environnement et le contexte d'usage.

Par ailleurs, les nouvelles plates-formes telles qu'assistants personnels numériques (PDA), téléphone mobile ou, à l'autre extrême, mur d'image, imposent de développer des méthodes d'interaction adaptées.

Enfin, l'informatique est de plus en plus confrontée au monde physique, que ce soit par l'intermédiaire de la simulation ou de l'immersion (visualisation d'information, réalité virtuelle) ou par l'intégration entre le réel et le virtuel (réalité augmentée, intelligence ambiante).

La communication avec les systèmes se fera de manière de plus en plus intuitive et naturelle. Ainsi le naturel du langage et de la communication émotionnelle sera un enjeu premier dans la décennie à venir pour tous ces systèmes.

Pour cela les systèmes devront acquérir des capacités cognitives pour interpréter à bon niveau la communication de l'utilisateur, en fonction du contexte et de cet utilisateur. Il intégreront pour cela des mécanismes d'apprentissage et de raisonnement.

Enfin, des voies nouvelles de recherche s'ouvrent vers des modes de communication nouveaux comme par exemple la communication tactile ou plus futuriste mais pleine de promesse, la communication cerveau-calculateur.

Les techniques de simulation et de RV devront permettre de simuler et valider de futures interfaces et modes d'interaction dont les combinaisons d'usage sont de plus en plus complexes et difficile à mettre au point.

Dans le domaine du ludique, la tendance va vers l'augmentation de l'interactivité à travers des IHM offrant une plus grande richesse d'interactions sensorielles. Le jeu vidéo viendra intégrer les technologies de la réalité virtuelle pour enrichir l'immersion du joueur et l'intuitivité de l'IHM (haptique portable, tactile, métaphore d'interaction, capture de mouvement, du geste), interface cerveau-calculateur (BCI). Les jouets classiques vont graduellement disparaître (-7% de CA par an en Europe), au profit de jouets communicants intégrant une dimension émotionnelle et s'adaptant aux joueurs et à la situation.

Technologies-clés

- Interaction naturelle : Langage, geste dont direction du regard.
- Interaction émotionnelle : Reconnaissance et expression d'émotions.
- Reconnaissance de contexte : Analyse automatique de scènes, reconnaissance de l'utilisateur, d'autres personnes et des objets de la vie courante.
- Réalité augmentée, mixte, interfaces tangibles.
- Capture et restitution du mouvement, nouvelles interfaces (haptiques, tactiles, ...), immersion sensorielle

3.2. Modélisation & simulation, algorithmes, plates-formes de calcul

A côté des moyens d'interaction, les mondes virtuels doivent être modélisés et simulés sur des plates-formes d'exécution suffisamment performantes et interopérables.

Cela inclut

- La modélisation et simulation de la physique des humains virtuels pour permettre une analyse fine des mouvements réalisés et des efforts exercés. En particulier des avancées sont attendues sur les mécanismes mis en jeu dans la préhension et la manipulation de petites pièces qui représentent une grande partie des assemblages (de la montre à la boîte de vitesse), et n'ont aujourd'hui aucune solution industrielle de simulation.
- La modélisation psychomotrice d'humains virtuels et le langage non verbal : coordination des muscles du corps (tronc et membres) ; expressions faciales intelligibles et synchronisées avec les émotions, les états psychiques et le discours.
- la modélisation et la simulation temps réel, car interactive, de la physique des objets du monde : simulation d'interaction entre objets (impacts, rebonds, cassures, interpénétrations...), de lois physiques générales appliquées aux corps (gravité, frottements...). Un enjeu industriel majeur concerne le comportement réaliste des objets déformables, plus ou moins élastique, intervenant dans les processus de production.
- Les algorithmes permettant de manipuler en temps réel des maquettes numériques 3D interactives et distribuées, de très grande taille (un avion complet, une voiture complète, une chaîne de production dans son ensemble...)
- les développements pour plates-formes distribuées, spécifiques, mobiles : travail collaboratif multimodal avec haptique, multimédia, multilinguisme, téléprésence et réseaux haut débit.

Technologies-clés

- Modélisation physique de l'environnement.
- Modélisation psychomotrice d'humains virtuels, de personnages.
- Plates-formes d'exécution spécifiques, distribuées.
- Modèles de représentation, décisionnels, intelligence distribuée.
- Simulation, nouveaux algorithmes.
- Modèles de représentation, de traitement, d'échange des données.

4. OBJECTIFS DE L'APPEL A PROJETS 2005

4.1. Industrie

Cette thématique, s'inscrit dans une perspective industrielle, où la réduction du « Time to market » se combine à la nécessaire adéquation des produits à des marchés de plus en plus morcelés. La compétitivité des entreprises passera ainsi de plus en plus par leur capacité à réaliser à des coûts série, des produits de qualité adaptés à des marchés de tailles limitées.

Cela suppose de disposer d'outils permettant de rationaliser la démarche de conception de façon à capitaliser les savoirs et bénéficier d'un effet de série malgré une grande variabilité des produits et des systèmes.

Pour permettre cette capitalisation ces outils doivent intervenir le plus en amont possible dans la phase de conception, dès la prise en compte du besoin et la spécification, et accompagner le produit tout au long de son cycle de vie, depuis sa conception jusqu'à son recyclage, en passant par la formation des opérateurs à son utilisation ou à sa maintenance.

Par ailleurs, les entreprises sont de moins en moins isolées et s'inscrivent dans des chaînes de sous-traitance où ces outils devront fonctionner en réseau pour partager les expériences et les savoirs entre plusieurs acteurs souvent distribués sur des sites différents. Ils profiteront pour cela de l'accroissement des débits des réseaux.

Ces outils basés sur la simulation numérique multi-physiques temps réel et des interfaces homme-machine avancées, visent à diminuer les coûts et les délais tout en augmentant la qualité et la compétitivité :

- Remplacer les maquettes physiques, chère et longues à réaliser, par des maquettes virtuelles fonctionnelles,
- Mettre le concepteur en situation réaliste d'utilisation, pour valider au plus tôt la géométrie, la sécurité, l'ergonomie, le coût d'assemblage ou de maintenance...
- Donner aux différents utilisateurs des vues adaptées, différentes mais cohérentes entre elles, au travers d'un dialogue homme-machine plus efficace et interactif grâce aux technologies de réalité virtuelle et d'ingénierie de la connaissance.

Remarque : Ces développements doivent s'inscrire dans les concepts « plug and produce » des futures lignes de production qui nécessiteront de nouvelles générations de middleware pour une interopérabilité, des machines, des instruments de contrôle et des objets à fabriquer.

Les enjeux concernent aussi ici la formation primaire des personnels et en accompagnement continu au long de leur vie professionnelle. Sur ce dernier point des concepts nouveaux apparaissent comme la formation « en ligne », qui vise à former sur les lignes de production elles-mêmes pendant que la production s'effectue. Cela est possible au travers de technologies comme les Réalités Augmentées ou Mixtes, lesquelles se marient à la capacités des objets (pièces ou outils), à communiquer eux-mêmes leur mode d'emploi (Smart Tags...), dans un cadre plus général d'intelligence ambiante et en l'occurrence d'usine intelligente.

Priorités et Mots clés

Prototypage numérique comme extension fonctionnelle et d'usage de la maquette numérique.
Simulation de process et usine numérique

Simulation interactive temps réel des propriétés physiques d'objets complexes (ex : assemblage par clipsage, objets déformables...).

Simuler l'homme au travail avec ses aspects physiques et cognitifs

Entreprise étendue, conception coopérative à distance : Interopérabilité, prototype numérique partagé en temps réel.

Test et validation : Simulation des tests, outils de test, logiciel d'interprétation, corrélation entre données de conception, de simulation, de test et base de données d'essais.

Éducation, formation, apprentissage du geste technique.

4.2. Simulation technico-opérationnelle et réalités virtuelles, augmentées et mixtes

La simulation technico-opérationnelle est une des clés pour une société du savoir parfaitement maîtrisée. En effet, l'accumulation de savoir n'est pas tout, il devient nécessaire de la supporter par des technologies lui permettant d'être mieux appréhendée et, au final, mieux exploitée par tous.

Issue du monde de la défense, la simulation technico-opérationnelle a depuis largement dépassé son cadre d'origine. Elle permet aujourd'hui de mieux comprendre des réalités d'actualité tout autant qu'à venir. Il est ainsi possible de l'utiliser pour la validation de processus complexes dans des environnements existants comme dans le cadre de situations anticipées.

Elle offre pour cela plusieurs niveaux d'abstraction permettant aussi bien la validation et l'utilisation de modèles génériques ou fonctionnels, que l'évaluation et l'exploitation de résultats de simulations numériques extrêmement fines dans le cadre d'environnement scénarisés.

Elle reste cependant réservée à un nombre restreint d'experts en mesure d'en maîtriser la complexité.

Les nouvelles modalités d'interaction et leurs formes les plus avancées que sont les réalités virtuelles, augmentées ou mixtes, offrent aujourd'hui de nouvelles perspectives à la simulation technico-opérationnelle et doivent permettre d'en diversifier ses usages. Il devient en effet envisageable de rendre ces dernières utilisables par le plus grand nombre et pour une vaste palette d'applications allant des premières phases de conception de projets à l'entraînement et la formation.

Il est stratégique pour nos industries de rechercher dès aujourd'hui une interaction étroite entre la conception de modèles, qu'ils soient géométriques ou comportementaux, la simulation technico-opérationnelle et les technologies de l'interaction afin d'obtenir in fine une représentation unifiée et complète d'environnements virtuels simulés.

C'est ainsi que les technologies de l'interaction pourront connaître l'essor que beaucoup leur promettent et que les réalités virtuelles dépasseront le cadre de simples visites ou d'expériences interactives partielles.

Priorités et Mots clés

Outils pour la conception de modèles multi-physique et comportementaux pour la simulation de « systèmes de système » en temps réel.

Interopérabilité des systèmes de simulation multi-niveaux décisionnels et opérationnels.

Interaction fluide entre de nombreux humains et avatars virtuels (exemple : simuler l'interaction d'une équipe de sécurité (humains), et d'une foule d'avatars virtuels qui doivent être canalisés...)

Formation des équipes à la gestion de grands événements (ex : Jeux olympiques), ou de situation de crise majeure comme des catastrophes naturelles (ex : Inondations), ou des désastres industriels (ex : AZF).

Intégration de techniques de réalité virtuelle et augmentée dans les systèmes de gestion de crise : Acquérir de l'information en temps réel sur le théâtre d'opération et l'utiliser pour assister l'intervention.

4.3. Ludique

L'industrie française du jeu vidéo remporte depuis de nombreuses années des succès marquants sur le plan international. Elle est non seulement un creuset dans lequel se rencontrent et fusionnent art et technologie, mais aussi un secteur où s'expérimentent de nombreuses innovations susceptibles d'essaimer ensuite vers d'autres domaines : acteurs virtuels, effets spéciaux cinématographiques, simulations environnementales ou industrielles, etc.

Elle opère ou coordonne actuellement des percées dans les domaines :

- de la modélisation physique de l'environnement ;
- de la modélisation psychomotrice de personnages ;
- de l'extension des modèles physiques aux personnages eux-mêmes : animation en temps réel réaliste et algorithmique,
- de la reconnaissance et de la synthèse vocales : doublage en temps réel, expressivité de la diction...
- de la conception, du développement, de l'intégration, et des usages de nouveaux périphériques : suivi et interprétation des mouvements oculaires, des déplacements du corps de l'interacteur, ou des gestes de l'interacteur ; captation et interprétation en temps réel de son état émotionnel,
- des développements pour plates-formes diverses : téléphonie 3G, consoles portables...

Ces développements logiciels accompagnent les nouvelles générations de systèmes de calcul, notamment les processeurs dédiés aux calculs physiques ou à la création sonore qui apparaissent aujourd'hui aux côtés des accélérateurs graphiques, et les performances accrues des appareils mobiles connectés, à la fois en puissance, en débit, et en capacité de stockage.

Par ailleurs, les travaux d'Intelligence Artificielle visant à doter des entités « intelligentes » de capacités de décision et de comportements autonomes sans cesse améliorés se poursuivent en permanence : modèles de représentation de l'environnement par les entités, prise en compte de la dimension sémantique des actions, modèles décisionnels, coordination décision / expression, expression par le langage, intelligence distribuée et processus collaboratifs... font partie des principales voies ouvertes à l'heure actuelle.

Les outils d'aide à la création et à l'écriture non linéaire, visant à rendre possible l'unité scénaristique et dramatique d'univers complexes et peu ou non déterministes, demeurent un enjeu fondamental, en complément des technologies liées au déploiement et à l'exploitation de jeux vidéos et d'univers persistants en ligne.

Ces outils et technologies permettent aux studios de création français de conserver leur place originale et créative dans la compétition internationale, tout en rendant possibles de nombreux transferts de technologies ou de savoir-faire vers d'autres domaines potentiellement utilisateurs de solutions de simulation : formation et éducation, médecine, automobile, habitat, environnement... Ils ont également vocation à ouvrir le champ du jeu vidéo vers le monde réel : robots, cyber-jouets, cyber-compagnons...

Priorités et Mots clés

Compagnons cognitifs virtuels ou réels

Acteurs virtuels autonomes, Intelligence Artificielle et autonomie, Vie artificielle

Univers virtuels hyperréalistes, Modèles physiques

Périphériques d'interaction libre, comportementale ou émotionnelle

Gameplay & interaction

Communautés virtuelles

4.4. Santé

Les technologies de la Réalité Virtuelle et IHM interviennent dans de nombreux domaines de la santé (pour des thèmes complémentaires, voir également le RNTS) :

- Simulation et formation médicales (aide au geste chirurgical, aide au diagnostic, formation continue des médecins...),
- Simulation pour la biologie (conception de molécules de médicaments, simulation de cellule...),

Les enjeux importants de ces technologies se concrétisent par la création de plusieurs start-ups dans le monde. Compte tenu des compétences disponibles en Neurosciences et en Réalité virtuelle, il est surprenant de constater que la France est mal représentée dans ce domaine contrairement à d'autres pays comme principalement les USA, puis plus loin le Royaume Uni, l'Espagne ou l'Italie.

Priorités et Mots clés

Outils de réalité virtuelle pour la formation des professionnels de santé.

Outils de réalité virtuelle pour l'analyse et la conception de nouveaux médicaments.