

SYSTEMES COMPLEXES et MODELISATION MATHEMATIQUE

SYSCOMM

Appel à Projets 2008

Date limite de dépôt des projets de recherche :
25 mars 2008 à 12h00

La mise en œuvre de l'appel à projets est réalisée par l'INRIA, qui a été mandaté par l'ANR pour assurer la conduite opérationnelle de l'évaluation et l'administration des dossiers d'aide.

MOTS CLES :

Complexité des systèmes, Multidisciplinarité, Validation modèles – données, Démarche intégrative, Systémique, Hétérogénéités, Multiéchelles, Couplages, Interactions, Robustesse, Stabilité, Sciences de la Terre, Sciences de l'Univers, Biologie-Santé, Agronomie, Ecologie, Dynamiques Humaines, Dynamiques Sociales

CLOTURE DE L'APPEL A PROJETS

DATE LIMITE DE DEPOT DES PROJETS

SOUS FORME ELECTRONIQUE (DOCUMENTS DE SOUMISSION A ET B)

25 mars 2008 impérativement avant 12h00 à l'adresse

<http://supcor.inria.fr/SYSCOMM>

accessible à partir de la semaine 7

ET

DATE LIMITE D'ENVOI DU DOCUMENT DE SOUMISSION A

SOUS FORME PAPIER, SIGNE PAR TOUS LES PARTENAIRES

5 avril 2008 à 24h cachet de la poste faisant foi, à l'adresse suivante :

INRIA – SUPCOR Programme « SYSCOMM »
Domaine de Voluceau, Bâtiment 1B, Bureau 110
Rocquencourt
78153 Le Chesnay cedex

CONTACTS

SUPCOR@INRIA.FR (INDIQUER « SYSCOMM » DANS L'OBJET DU MESSAGE)

CORRESPONDANTS DANS L'UNITE SUPPORT DE L'ANR

Responsable administratif : Christine PRIGENT 0139635909 christine.prigent@inria.fr

Responsable scientifique : Claude LABIT 0299847260 claudelabit@inria.fr

RESPONSABLE DE PROGRAMME ANR

Pierre GLORIEUX pierre.glorieux@agencerecherche.fr

RECOMMANDATIONS

- Lire attentivement l'ensemble du présent document, **et en particulier le § 3.1 relatif aux critères d'éligibilité**, ainsi que le règlement relatif aux modalités d'attribution des aides de l'ANR, avant de déposer un projet de recherche ;
- Ne pas attendre la date limite d'envoi des projets pour la soumission de leur projet par voie électronique (attention : le respect de l'heure limite de soumission est impératif) ;
- Consulter régulièrement le site internet dédié au programme (<http://supcor.inria.fr/SYSCOMM>) ou la rubrique spécifique à cet appel sur le site internet de l'ANR (<http://www.agence-nationale-recherche.fr>) .
- Contacter, si besoin, l'unité support de l'ANR, par courrier électronique, à l'adresse mentionnée plus

haut.

SOMMAIRE

1. CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'APPEL A PROJETS	5
1.1 CONTEXTE	5
1.2 OBJECTIFS DU PROGRAMME ET DE L'APPEL A PROJETS	6
2. CHAMP DE L'APPEL A PROJETS	7
2.1. AXES THEMATIQUES	7
2.2. CARACTERISTIQUES GENERALES DES PROJETS	12
2.2.1 <i>Caractéristiques nécessaires</i>	12
2.2.2 <i>Autres caractéristiques</i>	12
3. CRITERES D'ELIGIBILITE ET D'EVALUATION	13
3.1. CRITERES D'ELIGIBILITE	13
3.2. CRITERES D'EVALUATION	14
4. DISPOSITIONS RELATIVES AU FINANCEMENT	15
5. POLES DE COMPETITIVITE	17
6. MODALITES DE SOUMISSION	18
ANNEXE	19
1. PROCEDURE DE SELECTION	19

2. DEFINITIONS	20
2.1. Définitions relatives aux différentes catégories de recherche	20
2.2. Définitions relatives à l'organisation des projets	20
2.3. Définitions relatives aux structures	21
3. ACCORDS DE CONSORTIUM POUR LES PROJETS PARTENARIAUX ORGANISME DE RECHERCHE/ENTREPRISE	22

1. CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'APPEL A PROJETS

1.1 Contexte

La description quantitative des systèmes complexes fait naturellement appel à des simulations numériques lourdes et au calcul intensif. A côté de cette approche basée sur une description exhaustive de ces systèmes, se développe un courant où l'on cherche à comprendre leur fonctionnement en réduisant leur description par des modèles pertinents sans en occulter les éléments essentiels.

Cette démarche est commune à de nombreux champs disciplinaires. On en retrouve ainsi des illustrations en sciences de la matière, sciences du vivant, sciences de l'environnement ou en sciences sociales, sans parler des études interdisciplinaires qui traitent du comportement de systèmes régis par des phénomènes de nature différente, par exemple alliant facteurs physiques, climatologiques, biologiques ou même humains.

Les simulations lourdes, outre leur coût, montrent rapidement leurs limites quand il s'agit d'aborder des problèmes dont les ingrédients sont encore mal connus. En effet, elles ne permettent pas une exploration extensive des paramètres pertinents, ni non plus les nombreux ajustements nécessaires à la mise en adéquation d'un modèle avec un corpus de résultats expérimentaux. Il est alors indispensable de recourir à des méthodes mathématiques adaptées à la représentation des phénomènes étudiés et/ou à des concepts issus de la physique statistique ou de l'informatique fondamentale pour simplifier la modélisation de ces systèmes complexes. En effet, ces systèmes consistent souvent en un grand nombre d'entités simples en interaction. Ils peuvent présenter des propriétés émergentes, de l'auto-organisation, et impliquer des échelles multiples de temps et d'espace. Dans beaucoup de cas, il s'avère possible de les représenter par des modélisations simplifiées sans pour autant perdre ce qui fait la richesse des comportements que l'on cherche à étudier. En contrepartie, ces simplifications s'obtiennent éventuellement au prix d'une plus grande sophistication, dans la formulation mathématique du modèle ou dans l'analyse des résultats de simulations. Les avancées réalisées en mathématiques appliquées, physique statistique et informatique fondamentale constituent un atout à exploiter dans cette approche pour mieux appréhender ces systèmes complexes. On peut ainsi accéder à une vraie compréhension, et non à une simple description, des systèmes considérés, en particulier de ceux dont la description extensive amènerait à une impasse dans les simulations ou leur exploitation. Afin d'assurer la pertinence de ces modélisations, il est essentiel d'associer étroitement les « *utilisateurs finaux* » (spécialistes des champs applicatifs : ingénieurs, expérimentateurs, observateurs,...) et les « *fournisseurs* » (mathématiciens, numériciens, statisticiens, physiciens théoriciens, informaticiens, ...), les *utilisateurs* étant capables de porter une évaluation critique sur la qualité des résultats fournis, de les valider ou de les exploiter plus avant.

A ce titre, le programme SYSCOMM veut stimuler cette démarche parmi les communautés d'*utilisateurs*, ceux qui ont déjà compris ce qu'elle peut leur apporter mais aussi ceux qui en connaissent mal les potentialités ou ne sont pas convaincus de sa pertinence pour leur domaine. Pour susciter leur adhésion à cette dynamique et les rapprocher des « *fournisseurs* », leur association à la définition des projets est nécessaire.

L'accent est mis sur les nouveaux domaines d'application tout en imposant un couplage fort entre la modélisation mathématique et l'expérimentation. Les analyses d'équations génériques sont exclues au profit de la mise au point de nouveaux modèles adaptés au système étudié et testés sur des cas *réels*, qu'ils proviennent de systèmes naturels ou créés par l'homme. Cette mise au point nécessite en général une démarche dialectique entre la conception et l'expérimentation pour assurer la validation des modèles introduits.

Ce programme SYSCOMM est complémentaire des programmes antérieurs de l'ANR « Calcul intensif et simulation », « Masses de données et connaissance ». Il se positionne en amont des programmes « Conception et simulation » et « Domaines émergents » de l'ANR, en ce sens qu'il concerne des systèmes pour lesquels le verrou identifié est avant tout une représentation mathématique du phénomène à étudier (préalable à toute modélisation et simulation). En ce qui concerne le secteur de la biologie, il est en prolongement du programme « Biologie Systémique » (programmation ANR 2006-2007). Il s'inscrit aussi en cohérence avec les réflexions menées au niveau européen sur la façon d'aborder la complexité en science (« Tackling complexity in Science » FP7) et en parallèle avec un mouvement tendant à développer les interactions entre mathématiques et entreprises.

1.2 Objectifs du programme et de l'appel à projets

Le programme SYSCOMM, en rapprochant méthodes de mathématiques appliquées, concepts de physique statistique et données expérimentales sur des systèmes complexes, vise à appréhender ces systèmes en se fondant principalement sur des modélisations « simplifiées ». Cette approche, tout en faisant l'économie des simulations numériques très lourdes auxquelles on a habituellement recours pour décrire les systèmes complexes, doit en améliorer la compréhension. Elle peut aussi fournir de nouveaux outils pour comprendre, éventuellement décrire de manière quantitative ou même prédire des effets qui semblent hors de portée de la science actuelle. Intrinsèquement transdisciplinaire, elle est applicable dans des domaines extrêmement variés allant, sans être exhaustif, de la dynamique des écosystèmes, à la biologie systémique, en passant par les cycles biogéochimiques ou la mécanique des milieux hétérogènes. Elle inclut les systèmes conçus par l'homme comme ceux rencontrés dans différentes sciences pour l'ingénieur (avionique, génie civil,...).

Ce programme vise ainsi à exporter dans des domaines variés d'application les avancées fondamentales réalisées en mathématiques appliquées, physique statistique et informatique fondamentale. Les propositions qu'il suscitera seront jugées aussi bien sur la pertinence de la modélisation et le potentiel d'exploitation scientifique des résultats obtenus que sur le caractère innovant des méthodes et concepts employés. Associant « *utilisateurs finaux* » et « *fournisseurs* », elles devront justifier d'un couplage fort de la modélisation mathématique avec l'expérimentation ou avec des données empiriques fournies par les *utilisateurs*.

Le programme a donc pour objectif de susciter des recherches interdisciplinaires dont les résultats permettront d'améliorer la compréhension du fonctionnement de systèmes complexes dans des cas concrets, en introduisant et en **validant** des modélisations novatrices, simplifiées sans être réductrices, et en leur associant des méthodes d'analyse mathématique ou des simulations. Dans cette approche, il est envisageable d'utiliser:

- des méthodes mathématiques avancées : théorie des systèmes dynamiques, équations aux dérivées partielles (éventuellement stochastiques), modèles probabilistes, théorie des graphes, méthodes inverses,...
- des concepts issus de la physique statistique : transitions de phase, phénomènes de percolation, lois d'échelle, systèmes à comportement vitreux, dynamique des réseaux, robustesse,...
- des méthodes issues de l'informatique fondamentale : théorie de l'information, théories du calcul ou des réseaux, approche formelle des automates cellulaires,...

S'agissant de la première édition de ce programme, les objectifs spécifiques du présent appel à projets coïncident avec ceux du programme SYSCOMM.

2. CHAMP DE L'APPEL A PROJETS

Les projets porteront sur des recherches pluridisciplinaires et associeront de manière équilibrée « utilisateurs finaux » et « fournisseurs ». Sont exclus les projets portant essentiellement sur l'acquisition ou le fonctionnement d'infrastructures de recherche.

2.1. Axes thématiques

Cet AAP est **ouvert à tous les champs thématiques** (biologie animale, humaine, microbienne et végétale, écologie, climatologie, géographie, mécanique, sciences humaines et sociales...).

Cet AAP se concentre sur des aspects méthodologiques qui se situent en amont des AAP antérieurs ou actuels de l'ANR portant sur le calcul intensif et le traitement de données massives. Il part de la constatation que les efforts pour développer des modèles de calcul innovants permettant d'envisager des solutions pour des problèmes dont la taille serait prohibitive avec des approches classiques, apportent une alternative prometteuse aux simulations massives sur des calculateurs parallèles ou ayant des architectures dédiées.

La complexité recoupe dans une certaine mesure les notions d'échelles multiples et d'hétérogénéité. Cette dernière peut apparaître sous différents aspects :

- hétérogénéité des données à traiter ou à assimiler,
- hétérogénéité des phénomènes physiques coexistant dans un même problème,
- hétérogénéité des échelles à prendre en compte.

La première rubrique concerne notamment un certain nombre de problèmes en environnement naturel (climatologie, géophysique, ...) ou non naturel (génie civil, mécanique industrielle, ...) où des observations ou mesures de nature différentes doivent pouvoir être prises en compte.

Les deuxième et troisième rubriques, qui peuvent se recouper, concernent notamment les couplages nano-micro-macro, comme par exemple en sciences des matériaux, et les modèles physiques et numériques (calcul *ab initio*, dynamique moléculaire, modèles

continus) associés. Liées à ces questions, les problèmes de couplage (de modèles et/ou d'échelles et/ou de données de différentes natures) apparaissent souvent en filigrane.

Les contraintes de temps de traitement ou de simulation sont un autre aspect couvert par cet AAP. Les défis sont alors moins de traiter des problèmes de très grande taille que de se rapprocher de la notion de réponse en temps réel à des besoins applicatifs spécifiques.

La question de la validation des modèles proposés est fondamentale. Cette validation doit être entendue dans un sens large et peut passer par la comparaison avec des observations ou données (expérimentales ou résultats de simulation avec des modèles classiques sur des problèmes de petite taille) ou par des justifications de nature théorique. Dans tous les cas, la méthode de validation proposée devra faire partie intégrante du projet et l'approche suivie devra être argumentée.

En rappelant qu'**aucun champ thématique n'est a priori exclu**, on peut citer à titre d'exemples les sciences de la terre et de l'univers, la biologie et la médecine, les sciences agronomiques et écologiques, les dynamiques humaines et sociales :

Sciences de la Terre et de l'Univers : ces sciences fournissent de multiples exemples de systèmes complexes dont la modélisation mathématique utilise la plupart des concepts et méthodes traitant de la non-linéarité, de l'interdépendance de multiples paramètres, des systèmes critiques ou chaotiques.

Dans les sciences de l'Univers, le spectre des échelles est considérable. C'est en astrophysique par exemple que l'on trouve les systèmes auto similaires (fractals ou multi-fractals) de plus grande dynamique d'échelle, que ce soit dans les grandes structures cosmologiques, amas et superamas, ou bien dans les nuages interstellaires à l'intérieur même d'une galaxie. La formation de ces systèmes complexes fait intervenir de nombreux processus physiques, plusieurs satisfaisant une invariance d'échelle, comme l'effondrement gravitationnel ou la turbulence. La compréhension et la modélisation de ces systèmes font appel soit à des simulations numériques lourdes, qui peuvent traiter une grande dynamique d'échelle, grâce à des résolutions adaptatives, ou des simulations à plusieurs niveaux de zoom, soit à des simulations semi-analytiques, ou bien à des approches multi-échelles qui utilisent des analogies avec d'autres domaines de la physique, comme les groupes de renormalisation.

Dans les sciences de la Terre, on rencontre également des problèmes multi-échelles. On peut citer par exemple la simulation des réservoirs pétroliers qui s'étend de l'échelle du pore à l'échelle kilométrique pour tout le réservoir ou encore l'étude du comportement des failles pour comprendre la dynamique de leur rupture et la genèse des tremblements de terre.

Dans ces différents domaines, il est courant d'obtenir de grands ensembles de données (ordre supérieur au milliard). La modélisation mathématique permet d'en discriminer les principaux phénomènes physiques sous-jacents. Dans de multiples systèmes dynamiques, l'intégration des trajectoires, des orbites avec grande précision, permet de déterminer l'apparition des résonances, des bifurcations, qui sont à l'origine du chaos, qu'il soit violent et étendu, comme dans les problèmes à grand nombre de corps, ou plus subtil à exposant caractéristique modeste, et long temps d'apparition.

Que ce soit dans le domaine de la formation des planètes, des étoiles, ou de l'accrétion de matière par les trous noirs, les systèmes complexes sont presque toujours hors équilibre et font apparaître des rétro-actions. L'interdépendance des multiples paramètres physiques

rend le système difficile à prévoir. La complexité atteint un niveau encore plus important avec la chimie du milieu interstellaire.

Les phénomènes physiques se déroulant autour de la planète Terre, qu'il s'agisse des instabilités hydrodynamiques, de la turbulence, de la magnétohydrodynamique ou de la convection à l'origine de la tectonique des plaques, sont d'une extrême non linéarité. Comprendre les aspects fondamentaux de ces phénomènes, qui ont des applications importantes en climatologie et en géologie, requiert de conjuguer études expérimentales, théoriques et numériques.

Récemment, de nouvelles approches de mécanique statistique et dynamique hors-équilibre ont été développées pour les systèmes avec forces à longue portée, en particulier gravitationnels. Parmi les nombreux exemples, on peut citer la gravité, les interactions coulombiennes non-écrantées, les interactions dipolaires, les interactions ondes-particules. De tels systèmes sont non-extensifs car ils ne peuvent pas être décrits par la simple juxtaposition de sous-ensembles semblables.

Beaucoup de ces systèmes physiques avec un grand nombre de degrés de liberté, ne relaxent pas vers un état d'équilibre homogène (comme pour le gaz parfait), mais au contraire montrent aux échelles macroscopiques une forme spectaculaire d'organisation spontanée (par exemple, les vortex cohérents dans des écoulements bidimensionnels turbulents : grands cyclones ou anticyclones en météorologie, grande tache rouge sur Jupiter). De tels systèmes sont sujets aux contraintes globales de conservation (énergie, moment angulaire...) en plus de leurs interactions à longue portée. Ils peuvent être rangés globalement dans des classes d'universalité qui favorisent une meilleure formulation des problèmes et de leur modélisation mathématique.

Biologie - Santé : Les systèmes complexes issus de la biologie (réseaux moléculaires, cellules, organes, organismes,...) et de la santé (pathologies associées,...) sont caractérisés par la diversité des échelles qui y interviennent et l'hétérogénéité des données accessibles. Par exemple, les méthodes de plus en plus performantes qui génèrent les informations pertinentes (nature des constituants, concentrations, vitesses, signaux, images...) ne permettent pas toujours d'accéder à toutes les échelles. La modélisation permet de développer des scénarii capables de rendre compte d'observations soit inaccessibles à l'expérimentateur, soit d'acquisition trop coûteuse. Au niveau de l'organisme entier, des maladies multifactorielles (diabète, obésité,...) ou neurodégénératives sont des systèmes complexes qui sont mieux appréhendés grâce à la pluridisciplinarité de la biologie systémique.

La notion de 'réseaux' (génétiques, métaboliques, neuronaux, ...) fait souvent appel à des réseaux déstructurés qui nécessitent le développement et/ou l'application de méthodes formelles novatrices pour leur modélisation. Les champs d'application envisagés couvrent l'ensemble du domaine biomédical, y compris les réseaux moléculaires (interactions, régulations) au sein des cellules, les réseaux métaboliques, de signalisation, ou de régulation, l'organisation des cellules, des tissus et des organes (morphogenèse, différenciation, formation de "patterns"), ainsi que les fonctions immunologiques, neurobiologiques,...

L'analyse de processus biologiques associant le niveau moléculaire avec des niveaux d'organisation supérieurs et mettant en évidence des aspects fonctionnels émergents relève aussi de ce type d'approche. Il convient ici de prendre en compte des ensembles de données biologiques complexes pour générer des modèles intégratifs et prédictifs.

Sur le plan méthodologique, il s'agit de mettre en oeuvre des approches de modélisation modulaires et/ou hiérarchiques, de manière à faciliter l'analyse et la simulation de systèmes complexes en exploitant les résultats obtenus pour des systèmes simplifiés ou des sous-systèmes (simplification, abstraction et composition de modèles). Des interactions étroites avec des équipes expérimentales et la planification d'expériences de validation sont indispensables.

Sciences agronomiques et écologiques : un écosystème désigne, de façon abstraite, l'association d'un milieu et d'un ensemble d'organismes vivants (forêt tropicale, champ cultivé, bioréacteur, tube digestif, ...). Il est caractérisé par un grand nombre de facteurs physico-chimiques, de ressources et d'entités biologiques qui entretiennent des relations de proximité (proximité spatiale et connectivité entre milieux et populations, relations phylogénétiques entre espèces, ...) et qui interagissent les uns avec les autres. Ces interactions sont, elles mêmes, de nature variée (forçage environnemental, relations de prédation, de parasitisme et de compétition entre organismes vivants, adaptation, sélection et évolution de ces organismes en réponse aux hétérogénéités spatiales et temporelles du milieu, rôle de ces organismes dans l'évolution des conditions physico-chimiques, ...). Elles engendrent des boucles de rétroaction et mettent en jeu une vaste gamme de niveaux d'organisation du vivant (gènes, individus, populations, communautés) croisés avec un large spectre d'échelles spatiales (par exemple, du champ au paysage, ou de la colonne d'eau au lac) et temporelles (du temps caractéristique des processus physico-chimiques à la durée de génération des populations ou au temps long des processus évolutifs). Cette multitude de facteurs, d'entités biologiques, d'interactions, de niveaux d'organisation et d'échelles caractérise les systèmes complexes.

Qu'ils soient naturels ou artificiels, les écosystèmes sont soumis à des « perturbations » d'origines variées (par exemple : forçage, aléas et stress climatiques, exploitation de ressources physiques ou vivantes, pollutions diffuses ou localisées liées aux activités humaines, invasions biologiques, ...) et rendent des « services » nombreux et diversifiés, (par exemple : fixation et conversion de l'énergie solaire en matériaux, production de ressources destinées à l'alimentation, maintien de la biodiversité, ...). Identifier, qualifier, formaliser et quantifier ces régimes de perturbation et ces services définissent des thèmes de recherche qui renvoient, selon les cas, aux sciences de l'univers et/ou aux sciences humaines et sociales.

L'écologie et l'agronomie abordent donc des phénomènes de plus en plus complexes tels que l'anticipation de l'évolution des milieux en déséquilibre, la constitution de vastes réseaux d'expérimentation et d'observation, la prise en compte des hétérogénéités des milieux et de la variabilité de la réaction du vivant, la dynamique et le fonctionnement des paysages, l'émergence de comportements collectifs dans des populations ou des communautés, Ces phénomènes conjuguent l'interaction de processus multiples, qu'il est nécessaire d'appréhender par des techniques analytiques de plus en plus puissantes ainsi que par des représentations mathématiques compatibles avec une démarche intégrative et systémique. Y parvenir suppose simultanément une forte amélioration des techniques et du débit d'acquisition des données (instrumentation et métrologie, mise en réseaux d'un grand nombre de capteurs) et la conception et la mise en oeuvre de modèles mathématiques (modèles directs et inverses), d'algorithmes performants en mesure de prendre en compte le caractère multi-échelles de tels modèles, de méthodes de couplage de représentations mathématiques hétérogènes au niveau algorithmique et des codes et plates-formes de

calcul, et de méthodes de couplage en temps réel des modèles aux données (calibration, validation, caractérisation des incertitudes).

Ces modèles et techniques calculatoires aideront à la visualisation et à la manipulation multimodale des prédictions, à la conception et à la planification d'expériences, à l'analyse de scénarios d'évolution à long terme, et enfin à l'expérimentation *in silico*, qui est essentielle là où l'expérimentation réelle est impossible ou trop contrainte. Au-delà de leur apport cognitif, ces approches doivent contribuer à la conception de technologies miniaturisées et simplifiées pour l'élaboration de diagnostics environnementaux, d'une part, et la conception de modèles mathématiques conviviaux, efficaces et évolutifs, d'autre part.

Dynamiques humaines et sociales : ce domaine fait naturellement référence aux systèmes complexes par ses aspects « hétérogénéité », « multi-agents » et « multiéchelles ». A titre d'exemples, on peut citer :

- l'évolution de groupes sociaux et leur réactivité sous l'influence de facteurs sociaux, économiques, environnementaux ou technologiques (par exemple dans le secteur des interactions entre l'homme et les « objets intelligents ») ;
- l'évolution d'entités plus abstraites comme le langage et les langues, soumise à une dynamique complexe mettant en jeu des paramètres internes (processus de réanalyse et d'analogie aux niveaux phonologique, morphologique, syntaxique, sémantique, voire pragmatique) et externes (phénomènes d'emprunts via contacts) ;
- les études de sujets comme la perception (interprétation des formes et des mouvements des objets), le raisonnement inductif et déductif ou l'action (mouvement du corps propre, de l'équilibre et de la coordination chez l'homme) se situent désormais à différents niveaux : biologique, psychologique, algorithmique (calculatoire) ou formel (physico-mathématique).

On pourrait multiplier les exemples, notamment dans le domaine des recherches en représentations de la connaissance (*knowledge representation*), où les activités de raisonnement ne sont pas seulement motivées sémantiquement, mais peuvent aussi être retracées par le calcul. Dans beaucoup de cas, il a été possible de reconstituer des approximations, des restrictions ou des déviations plausibles à partir des modèles d'inférence basés sur la logique classique. De fait, des systèmes basés sur la connaissance (*knowledge-based systems*) ont été construits autour de formes réduites d'inférence logique ou probabiliste : rationalité minimale, vision computationnelle, etc.

Un des objectifs essentiels est de développer des réseaux pluridisciplinaires associant mathématiciens, physiciens statisticiens, informaticiens, modélisateurs d'une part et spécialistes des champs disciplinaires des Sciences Humaines et Sociales d'autre part.

2.2. Caractéristiques générales des projets

2.2.1 Caractéristiques nécessaires

- La durée du projet doit être de 2, 3 ou 4 ans.
- Les partenaires devront appartenir à l'une des catégories suivantes :
 - Organisme de recherche (université, EPST, EPIC,...)¹,
 - Entreprise¹.
- Les projets devront émaner de plusieurs partenaires dont au moins un sera issu d'un organisme de recherche.

2.2.2 Autres caractéristiques

Durée du projet : Les projets attendus auront, en général une durée de 3 ans. Les durées de 2 ou 4 ans devront être justifiées.

Nombre de partenaires : le nombre de partenaires attendu est de 2 à 4. Un nombre de partenaires supérieur à 4 devra faire l'objet d'une justification.

Consortium : Les projets associeront un/des partenaires spécialisés en mathématiques appliquées, simulation numérique, physique statistique ou informatique fondamentale avec un/des partenaires en charge de la problématique à traiter. Il ne s'agit pas seulement, pour un mathématicien, physicien ou informaticien de se contenter d'écrire un modèle et vérifier numériquement son adéquation aux expériences, même si cette étape est essentielle et déjà fort utile pour avancer sur l'application envisagée. Il faut trouver un intérêt dans des outils mathématiques nouveaux, des questions nouvelles autour du modèle ou des questions algorithmiques nouvelles pour résoudre ces modèles. Il faut enfin que cette approche et que la problématique choisie soient validées par l'expérimentateur ou l'observateur. Une attention particulière sera portée sur les propositions impliquant une genericité dans la méthodologie ou la démarche permettant ainsi divers types d'application.

Personnels participant au projet : Les personnels intervenant dans le projet peuvent être des personnels permanents (statutaires ou CDI) ou non permanents. Sauf exception dûment justifiée, la présence prépondérante dans le projet de participants à moins d'une personne.mois par année de projet est un élément défavorable au titre du critère « niveau de participation au projet des différents personnels (cf. § 3.2 Critères d'évaluation).

¹ Cf. définition complète en annexe § 2.3.

3. CRITERES D'ELIGIBILITE ET D'EVALUATION

Sont décrits ci-après les critères d'éligibilité et d'évaluation utilisés au cours de la procédure de sélection décrite en annexe §1.

3.1. Critères d'éligibilité

- Le partenaire coordinateur du projet ne doit pas être membre du comité d'évaluation du programme.
- Le coordinateur du projet doit consacrer au projet au moins 30% de son temps de recherche sur la durée du projet.
- Les partenaires devront appartenir à l'une des catégories suivantes :
 - Organisme de recherche (université, EPST, EPIC,...)¹.
 - Entreprise¹.
- Les projets doivent comporter plusieurs partenaires dont au moins un appartient à un organisme de recherche
- Le projet doit entrer dans le champ de l'appel à projets.
- La durée du projet doit être de 2, 3 ou 4 ans.
- Les dossiers sous forme électronique (documents de soumission A et B) et sous forme papier (document de soumission A uniquement) doivent être soumis dans les délais, au format demandé et être complets (toutes les rubriques obligatoires doivent être remplies). Les contenus des versions électronique et papier du document de soumission A doivent être identiques.

IMPORTANT

- Les dossiers ne satisfaisant pas aux critères d'éligibilité ne seront pas soumis à avis d'experts extérieurs et ne pourront en aucun cas faire l'objet d'un financement de l'ANR.
- Les dossiers transmis après les échéances indiquées seront déclarés non recevables.

¹ Cf. définition complète en annexe § 2.3.

3.2. Critères d'évaluation

Les projets seront examinés selon les critères suivants :

- Adéquation aux objectifs du programme SYSCOMM
 - synergie et implication des « utilisateurs » et des « fournisseurs »,
 - caractère novateur de la méthodologie proposée et ambition de l'application projetée
- Qualité scientifique et technique
 - excellence scientifique en terme de progrès des connaissances vis-à-vis de l'état de l'art
 - Impact global du projet, utilisation ou intégration potentielle des résultats du projet par la communauté scientifique, industrielle ou la société
- Qualité de la construction du projet et de la coordination
 - positionnement du projet par rapport à l'état de l'art, pertinence des objectifs,
 - pertinence méthodologique,
 - adéquation des compétences, du plan de travail et du calendrier avec les objectifs, solutions alternatives proposées,
- Qualité du consortium
 - niveau d'excellence scientifique ou d'expertise des équipes,
 - capacité des partenaires à mener le projet à son terme : expérience, compétences et environnement,
 - niveau de participation des différents partenaires au projet,
 - aptitude du coordinateur à diriger le projet,
 - environnement et moyens en particulier humains mis en œuvre par chaque partenaire par rapport aux besoins spécifiques du projet,
 - qualité des productions scientifiques évaluée en tenant compte du parcours de chaque partenaire
- Adéquation projet – moyens / Faisabilité du projet
 - calendrier,
 - justification de l'aide demandée

4. DISPOSITIONS RELATIVES AU FINANCEMENT

Le financement attribué par l'ANR à chaque partenaire sera apporté sous forme d'une aide non remboursable, selon les dispositions du « Règlement relatif aux modalités d'attribution des aides de l'ANR », disponible sur le site internet de l'ANR.

Seuls pourront être bénéficiaires des aides de l'ANR les partenaires résidant en France, les laboratoires associés internationaux des organismes de recherche et des établissements d'enseignement supérieur et de recherche français ou les institutions françaises implantées à l'étranger. La participation de partenaires étrangers est néanmoins possible dans la mesure où chaque partenaire étranger assure son propre financement dans le projet.

Le montant de l'aide accordée dépendra des besoins justifiés et du nombre et de la taille des équipes participantes. Dans ce cadre, pourront être financés quelques projets très ambitieux, nécessitant l'implication de ressources humaines importantes et des niveaux de financements élevés qui justifieraient un financement de l'ANR compris entre 800 k€ et 1200 k€.

L'ANR veillera à ce que les recrutements sous forme de contrat à durée déterminée (CDD) financés par elle soient proportionnés à l'ambition du projet et à l'implication des personnels permanents. L'ANR ne prendra pas en charge le financement de personnel en CDD au delà de la fin du projet.

Le financement d'allocation de thèse est possible. L'attention des partenaires est attirée sur la nécessaire continuité du financement. Si la date de fin de thèse est postérieure à celle de la fin du projet, l'obtention d'un financement du doctorant après la fin du projet relève de la responsabilité du directeur de thèse, du directeur du laboratoire et de l'école doctorale de rattachement.

IMPORTANT

L'ANR n'attribuera pas d'aide d'un montant inférieur à 15 000 € à un partenaire d'un projet.

Pour les entreprises¹, le **taux maximum** d'aide de l'ANR est le suivant :

Dénomination	Taux maximum d'aide pour les PME ²	Taux maximum d'aide pour les entreprises autres que PME
Recherche fondamentale ³	75% des dépenses éligibles	50 % des dépenses éligibles
Recherche industrielle ³	75 %* des dépenses éligibles	50 % des dépenses éligibles
Développement expérimental ³	50**% des dépenses éligibles	25 % des dépenses éligibles

Les valeurs sont à fixer suivant les AAP dans le respect de la grille des taux d'aide maximum de l'ANR. Les mentions suivantes sont à faire figurer si les taux maximum retenus pour les PME le justifient (cf. grille des taux d'aide maximum de l'ANR).

(*) Pour les projets ne faisant pas appel à une coopération effective entre une entreprise et un organisme de recherche, ce taux maximum est de **60 %**.

(**) Pour les projets ne faisant pas appel à une coopération effective entre une entreprise et un organisme de recherche, ce taux maximum est de **35 %**.

Il y a collaboration effective entre une entreprise et un organisme de recherche lorsque l'organisme de recherche supporte au moins 10 % des coûts entrant dans l'assiette de l'aide et qu'il a le droit de publier les résultats des projets de recherche, dans la mesure où ces résultats sont issus de recherches qu'il a lui-même effectuées.

IMPORTANT

En application des nouvelles dispositions communautaires sur les aides d'État :

- l'effet d'incitation⁴ d'une aide de l'ANR à une entreprise autre que PME devra être établi. En conséquence, les entreprises autres que PME sélectionnées dans le cadre du présent appel à projets seront sollicitées, pendant la phase de finalisation des dossiers administratifs et financiers (cf. annexe § 1), pour fournir les éléments d'appréciation nécessaires.
- Les bénéficiaires de l'aide de l'ANR sur des projets partenariaux organisme de recherche/entreprise devront fournir, dans un délai maximum de douze mois après la date d'entrée en vigueur des actes attributifs d'aide les concernant, une copie de leur accord de *consortium* ainsi qu'une attestation signée par eux de sa compatibilité avec les dispositions de l'encadrement communautaire des aides à la recherche, au développement et à l'innovation (cf. annexe § 3).

¹ On entend par « entreprise » toute entité exerçant une activité économique, indépendamment de sa forme juridique (cf. définition en annexe § 3.3).

² En particulier, est une PME une entreprise **autonome** comprenant jusqu'à 249 salariés, avec un chiffre d'affaires inférieur à 50 M€ ou un total de bilan inférieur à 43 M€ (cf. annexe § 3.3).

³ Cf. définitions en annexe § 3.1.

⁴ La définition de l'effet d'incitation figure en annexe § 1.

5. POLES DE COMPETITIVITE

Les partenaires d'un projet labellisé par un (des) pôle(s) de compétitivité et retenu par l'ANR dans le cadre de cet appel à projets pourront se voir attribuer un complément de financement par l'ANR.

La procédure à suivre est décrite ci-après.

Le formulaire d'attestation de labellisation d'un projet par un pôle de compétitivité téléchargeable au format Word (*.doc) est disponible avec les documents téléchargeables constituant le dossier de soumission sur le site internet de l'ANR.

Le partenaire coordinateur devra transmettre le formulaire d'attestation de labellisation, **avec le volet 1 dûment renseigné**, sous forme électronique à la structure de gouvernance de chaque pôle de compétitivité sollicité.

En cas de labellisation, la structure de gouvernance du pôle de compétitivité sollicité devra transmettre à l'ANR le formulaire d'attestation de labellisation **avec le volet 2 dûment renseigné, en deux versions** : une version sous forme papier **signée** envoyée par courrier et une version sous forme électronique au format Word (*.doc) (adresses postale et électronique figurant sur le formulaire).

Le formulaire d'attestation de labellisation sous forme papier **signé** devra être transmis à l'ANR dans un délai de **deux mois maximum** après la date limite de dépôt des projets sous forme électronique.

6. MODALITES DE SOUMISSION

Le dossier de soumission à l'appel à projets devra comporter l'ensemble des éléments nécessaires à l'évaluation scientifique et technique du projet.

Les éléments du dossier de soumission seront mis en ligne sur le site internet dédié au programme, autour du 6 février 2008.

Il est recommandé de produire une description scientifique et technique du projet en anglais, sauf pour les projets pour lesquels l'usage du français s'impose. Cela concerne en particulier les projets en sciences humaines et sociales où le français peut être utilisé dans le cadre d'une évaluation internationale. Cela concerne également les projets à fort potentiel de valorisation, pour lesquels une expertise par une personnalité non résidente en France ne serait pas recommandée en raison des enjeux économiques particuliers du projet. Au cas où la description scientifique et technique serait rédigée en français, une traduction en anglais pourra être demandée dans un délai compatible avec les échéances du processus d'évaluation.

**LES DOCUMENTS DU DOSSIER DE SOUMISSION DEVRONT IMPERATIVEMENT ETRE TRANSMIS
PAR LE PARTENAIRE COORDINATEUR**

SOUS FORME ELECTRONIQUE
(documents de soumission A et B) au plus tard le 25 mars 2008
impérativement avant 12h00 (heure de Paris) à l'adresse
suivante : <http://supcor.inria.fr/SYSCOMM>
(accessible à partir de la semaine 7)

(l'inscription préalable sur le site de soumission est obligatoire pour pouvoir soumettre une proposition)

ET

SOUS FORME PAPIER
(uniquement le document de soumission A, signé par tous les partenaires)
par voie postale au plus tard le **5 avril 2008** en un exemplaire,
le cachet de la poste faisant foi, à l'adresse suivante

INRIA – SUPCOR Programme « SYSCOMM »
Domaine de Voluceau, Bâtiment 1B, Bureau 110
Rocquencourt
78153 Le Chesnay cedex

UN ACCUSE DE RECEPTION SOUS FORME ELECTRONIQUE
sera envoyé au coordinateur par **l'unité support**

Les contenus des documents de soumission A sous forme électronique et sous forme papier devront être identiques.

ANNEXE

1. Procédure de sélection

Les principales étapes de la procédure de sélection sont les suivantes :

- Examen de l'**éligibilité des projets** par le comité d'évaluation et désignation des experts extérieurs.
- **Evaluation des projets** par le comité d'évaluation après réception des avis des experts extérieurs.
- **Examen des projets** par le comité de pilotage et **proposition d'une liste des projets à financer** par l'ANR (liste principale et éventuellement liste complémentaire).
- Etablissement de la **liste des projets sélectionnés** par l'ANR (liste principale et éventuellement liste complémentaire) et publication de la liste.
- Envoi aux coordinateurs des projets non sélectionnés d'un avis synthétisé des comités.
- Finalisation des dossiers administratif et financier pour les projets retenus et publication de la **liste des projets retenus** pour financement. Les entreprises autres que PME sélectionnées seront sollicitées pour fournir les éléments d'appréciation nécessaires pour établir l'effet d'incitation¹ de l'aide de l'ANR.

Les rôles respectifs des principaux acteurs de la procédure de sélection sont :

- Le **comité d'évaluation**, composé de membres des communautés de recherche concernées, français ou étrangers, issus de la sphère publique ou privée, a pour mission d'évaluer les projets et de les répartir dans trois catégories : A (recommandés), B (acceptables), et C (rejetés).
- Les **experts extérieurs** désignés par le comité d'évaluation, donnent un avis écrit sur les projets. Au moins deux experts sont désignés pour chaque projet.
- Le **comité de pilotage**, composé de personnalités qualifiées et de représentants institutionnels, a pour mission de proposer à partir des travaux du comité d'évaluation, une liste de projets à financer par l'ANR.

Les dispositions de la charte de déontologie de l'ANR doivent être respectées par les personnes intervenant dans la sélection des projets, notamment les dispositions liées à la confidentialité et aux conflits d'intérêt. La charte de déontologie de l'ANR est disponible sur son site internet (<http://www.agence-nationale-recherche.fr/DocumentsAgence>).

Les modalités de fonctionnement et d'organisation des comités d'évaluation et de pilotage sont décrites dans des documents disponibles sur le site internet de l'ANR (<http://www.agence-nationale-recherche.fr/DocumentsAgence>).

¹ Avoir un effet d'incitation signifie, aux termes des dispositions communautaires, que l'aide doit déclencher, chez son bénéficiaire, un changement de comportement l'amenant à intensifier ses activités de R & D : elle doit avoir comme incidence d'accroître la taille, la portée, le budget ou le rythme des activités de R & D. L'analyse de l'effet d'incitation reposera sur une comparaison de la situation avec et sans octroi d'aide, à partir des réponses à un questionnaire qui sera transmis à l'entreprise. Divers indicateurs pourront, à cet égard, être utilisés : coût total du projet, effectifs de R & D affectés au projet, ampleur du projet, degré de risque, augmentation du risque des travaux, augmentation des dépenses de R & D dans l'entreprise, ...

La composition des comités du programme est affichée sur le site internet de l'ANR (<http://www.agence-nationale-recherche.fr/Comites>).

2. Définitions

2.1. Définitions relatives aux différentes catégories de recherche

Ces définitions figurent dans l'encadrement communautaire des aides d'État à la recherche, au développement et à l'innovation¹. On entend par :

- **recherche fondamentale**, « des travaux expérimentaux ou théoriques entrepris essentiellement en vue d'acquérir de nouvelles connaissances sur les fondements de phénomènes ou de faits observables, sans qu'aucune application ou utilisation pratiques ne soient directement prévues ».
- **recherche industrielle**, « la recherche planifiée ou des enquêtes critiques visant à acquérir de nouvelles connaissances et aptitudes en vue de mettre au point de nouveaux produits, procédés ou services, ou d'entraîner une amélioration notable des produits, procédés ou services existants. Elle comprend la création de composants de systèmes complexes, nécessaire à la recherche industrielle, notamment pour la validation de technologies génériques, à l'exclusion des prototypes visés [dans la définition du développement expérimental] [...] ci-après ».
- **développement expérimental**, « l'acquisition, l'association, la mise en forme et l'utilisation de connaissances et de techniques scientifiques, technologiques, commerciales et autres existantes en vue de produire des projets, des dispositifs ou des dessins pour la conception de produits, de procédés ou de services nouveaux, modifiés ou améliorés. Il peut s'agir notamment d'autres activités visant la définition théorique et la planification de produits, de procédés et de services nouveaux, ainsi que la consignation des informations qui s'y rapportent. Ces activités peuvent porter sur la production d'ébauches, de dessins, de plans et d'autres documents, à condition qu'ils ne soient pas destinés à un usage commercial.

La création de prototypes et de projets pilotes commercialement exploitables relève du développement expérimental lorsque le prototype est nécessairement le produit fini commercial et lorsqu'il est trop onéreux à produire pour être utilisé uniquement à des fins de démonstration et de validation. En cas d'usage commercial ultérieur de projets de démonstration ou de projets pilotes, toute recette provenant d'un tel usage doit être déduite des coûts admissibles.

La production expérimentale et les essais de produits, de procédés et de services peuvent également bénéficier d'une aide, à condition qu'ils ne puissent être utilisés ou transformés en vue d'une utilisation dans des applications industrielles ou commerciales.

Le développement expérimental ne comprend pas les modifications de routine ou périodiques apportés à des produits, lignes de production, procédés de fabrication, services existants et autres opérations en cours, même si ces modifications peuvent représenter des améliorations ».

2.2. Définitions relatives à l'organisation des projets

Pour chaque projet, un **partenaire coordinateur** unique est désigné et chacun des autres **partenaires** désigne un **responsable scientifique et technique**.

Partenaire coordinateur : organisme de recherche ou entreprise d'appartenance du coordinateur.

¹ Cf. JOUE 30/12/2006 C323/9-10 (<http://www.agence-nationale-recherche.fr/documents/uploaded/2007/encadrement.pdf>)

Coordinateur : il est le responsable de la coordination scientifique et technique du projet, de la mise en place et de la formalisation de la collaboration entre les partenaires, de la production des livrables du projet, de la tenue des réunions d'avancement et de la communication des résultats. L'organisme auquel appartient le coordinateur est appelé partenaire coordinateur.

Partenaire : unité d'un organisme de recherche ou entreprise.

Responsable scientifique et technique : il est l'interlocuteur privilégié du coordinateur et est responsable de la production des livrables du partenaire. Pour l'organisme assurant la coordination générale du projet, le responsable scientifique et technique du projet est en général le coordinateur du projet dans son ensemble. Toutefois, notamment dans le cadre de projets de grande taille, la coordination du projet peut être assurée par une tierce personne de la même entreprise ou du même laboratoire.

Projet partenarial organisme de recherche / entreprise : projet de recherche pour lequel au moins un des partenaires est une entreprise, et au moins un des partenaires appartient à un organisme de recherche (cf. définitions au § 3.3 de la présente annexe).

2.3. Définitions relatives aux structures

On entend par :

- **organisme de recherche**, « une entité, telle qu'une **université** ou un **institut de recherche**, quel que soit son statut légal (organisme de droit public ou privé) ou son mode de financement, dont le but premier est d'exercer les activités de recherche fondamentale ou de recherche industrielle ou de développement expérimental et de diffuser leurs résultats par l'enseignement, la publication ou le transfert de technologie ; les profits sont intégralement réinvestis dans ces activités, dans la diffusion de leurs résultats ou dans l'enseignement ; les entreprises qui peuvent exercer une influence sur une telle entité, par exemple en leur qualité d'actionnaire ou de membre, ne bénéficient d'aucun accès privilégié à ses capacités de recherche ou aux résultats qu'elle produit »¹.

Les centres techniques, sauf exception dûment motivée, sont considérés comme des organismes de recherche.

- **entreprise**, toute entité, indépendamment de sa forme juridique, exerçant une activité économique. On entend par activité économique toute activité consistant à **offrir des biens et/ou des services sur un marché donné**¹. Sont notamment considérées comme telles, les entités exerçant une activité artisanale, ou d'autres activités à titre individuel ou familial, les sociétés de personnes ou les associations qui exercent régulièrement une activité économique².

- **micro, petite et moyenne entreprise (PME)**, une entreprise répondant à la définition d'une PME de la Commission Européenne². Notamment, est une PME une entreprise autonome comprenant jusqu'à 249 salariés, avec un chiffre d'affaires inférieur à 50 M€ ou un total de bilan inférieur à 43 M€.

- **microentreprise**, une entreprise qui occupe moins de 10 personnes et dont le chiffre d'affaires annuel ou le total du bilan annuel n'excède pas 2 millions d'euros².

¹ Cf. *Encadrement communautaire des aides d'État à la recherche, au développement et à l'innovation*, JOUE 30/12/2006 C323/11 (<http://www.agence-nationale-recherche.fr/documents/uploaded/2007/encadrement.pdf>).

² Cf. *Recommandation de la Commission Européenne du 6 mai 2003 concernant la définition des petites et moyennes entreprises*, JOUE 20/5/2003 L 124/39.

3. Accords de consortium pour les projets partenariaux organisme de recherche/entreprise

Pour les projets partenariaux organisme de recherche/entreprise, les partenaires devront conclure, sous l'égide du coordinateur du projet, un accord précisant :

- la répartition des tâches, des moyens humains et financiers et des livrables ;
- le partage des droits de propriété intellectuelle des résultats obtenus dans le cadre du projet ;
- le régime de publication / diffusion des résultats ;
- la valorisation des résultats du projet.

Ces accords permettront également de déterminer l'existence éventuelle d'une aide indirecte entrant dans le calcul du taux d'aide maximum autorisé par l'encadrement communautaire des aides à la recherche, au développement et à l'innovation (ci après appelé « l'encadrement »).

L'absence d'aide indirecte est présumée si l'une au moins des conditions suivantes est remplie :

- le bénéficiaire soumis à l'encadrement supporte l'intégralité des coûts du projet ;
- dans le cas de résultats non protégeables par un titre de propriété intellectuelle, l'organisme de recherche bénéficiaire peut diffuser largement ses résultats ;
- dans le cas d'un résultat protégeable par un titre de propriété intellectuelle, l'organisme de recherche bénéficiaire en conserve la propriété ;
- le bénéficiaire soumis à l'encadrement qui exploite un résultat développé par un organisme de recherche bénéficiaire verse à cet organisme une rémunération équivalente aux conditions du marché.

Le coordinateur du projet transmettra une copie de cet accord ainsi qu'une attestation signée des partenaires attestant de sa compatibilité avec les dispositions de l'encadrement ainsi qu'avec la(les) convention(s) définissant les modalités d'exécution et de financement du projet. Cette transmission interviendra dans le délai de douze mois à compter de la date d'entrée en vigueur des actes attributifs d'aide.

L'attestation devra donc certifier soit que l'accord remplit l'une des conditions énumérées ci-dessus, soit que tous les droits de propriété intellectuelle sur les résultats, ainsi que les droits d'accès à ces résultats sont attribués aux différents partenaires et reflètent adéquatement leurs intérêts respectifs, l'importance de la participation aux travaux et leurs contributions financières et autres au projet. A défaut, l'accord pourra être considéré comme constituant une forme d'aide indirecte, conduisant à minorer le taux d'aide directe attribuée par l'ANR.