

**INRIA**

# Plan stratégique

**version résumée**

**| 2008 - 2012 |**



INSTITUT NATIONAL  
DE RECHERCHE  
EN INFORMATIQUE  
ET EN AUTOMATIQUE



# sommaire

<b>1</b>	<b>Enjeux et contexte de la recherche en STIC</b>	page 4
	Des enjeux de société	page 4
	Des défis scientifiques et technologiques	page 5
	L'environnement national et international	page 5
	Les ambitions et le positionnement de l'INRIA	page 6
<b>2</b>	<b>Présentation des priorités scientifiques</b>	page 7
	Modélisation, simulation, optimisation de systèmes dynamiques complexes	page 8
	Programmation : sécurité et fiabilité des systèmes informatiques	page 9
	Communication, information et calcul ubiquitaires	page 10
	Interaction avec les mondes réels et virtuels	page 11
	Ingénierie numérique	page 12
	Sciences numériques	page 13
	Médecine numérique	page 14
<b>3</b>	<b>Une organisation ouverte et dynamique</b>	page 15
<b>4</b>	<b>Les centres de recherche INRIA</b>	page 20

Document édité par la direction de la communication de l'INRIA

Maquette : **teymour**corporate ■

Crédits photos : © INRIA / J. Wallace, C. Lebedinsky, J.-M. Ramès, A.-S. Douard - © CNES / Distribution Spot Image / 1998 - © Airbus S.A.S. / 2008 - © Frédéric Cirou - © DigitalVision

# L'INRIA aujourd'hui

■ ■ ■ La stratégie de l'INRIA, pour 2008-2012, conjugue sa forte dynamique de développement et le formidable essor des sciences et technologies de l'information et de la communication.

## Bref rappel historique

L'IRIA, créé en 1967 dans le cadre du Plan Calcul visant à doter la France d'une industrie et d'une recherche en informatique, est devenu, en 1979, institut national (INRIA), puis EPST en 1985. Il s'est développé autour du modèle de recherche original mis en place par Jacques-Louis Lions : des équipes scientifiques de taille réduite, partageant un objectif commun et régulièrement évaluées. Dès le début, l'institut a conduit ses recherches en maintenant de fortes relations avec le monde industriel, à l'international et avec les universités et les autres organismes de recherche.

En 1994, Alain Bensoussan a lancé le premier plan stratégique de l'INRIA. Bernard Larroutou, décline le deuxième au sein d'un contrat quadriennal avec l'État : le gouvernement s'engage, en 2001, à assurer le doublement des moyens de l'institut sur dix ans et l'INRIA s'engage sur des objectifs précis.

## Bref retour sur le plan stratégique 2004-2007

Le troisième plan stratégique de l'INRIA 2004-2007 confirme la volonté d'« excellence scientifique et de transfert technologique », aux niveaux européen et mondial, et propose des choix de politique scientifique et technologique. Les principales percées scientifiques et technologiques des dernières années ont concerné les sept grands défis retenus dans ce plan.

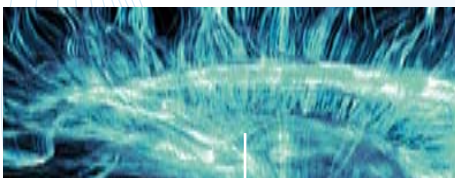
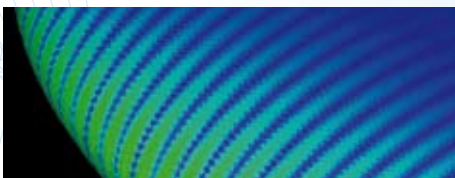
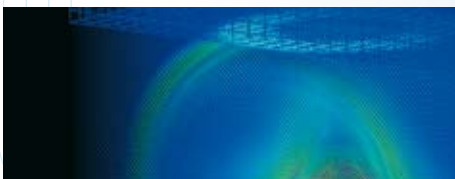
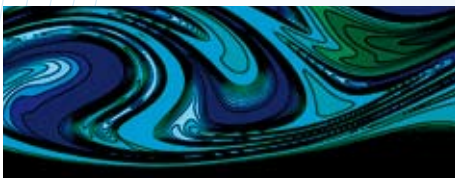
Les relations étroites avec les établissements d'enseignement supérieur se sont renforcées, et trois nouvelles unités en région viennent d'être créées à partir de l'unité incubatrice « Futurs ». L'organisation de la recherche a été revue et rationalisée au plus haut niveau, tout en réaffirmant le modèle de recherche en équipes-projets. L'INRIA a continué à investir pour améliorer la qualité et l'efficacité du transfert technologique. Il a renforcé son implication au sein de l'espace européen de la recherche et, au niveau international, l'Asie est devenue la première priorité. L'INRIA a également progressé sur l'efficacité et la qualité des fonctions d'appui à la recherche, notamment dans les domaines de la gestion et des ressources humaines.

## Forces et opportunités de demain

Aujourd'hui, les recherches en STIC visent à résoudre des problèmes nouveaux, posés par l'évolution très rapide des technologies. Les interactions avec les autres sciences, notamment, dans la dernière décennie, avec les sciences de l'environnement et les sciences du vivant, apportent de nouveaux problèmes pour le traitement de l'information et la modélisation et, à l'inverse, l'existence de nouveaux outils de conception et de simulation modifie en profondeur les problématiques, voire les paradigmes de ces sciences. Les recherches sont d'autre part utilisées pour développer de nouveaux produits à un rythme accéléré.

Dans ce contexte, l'INRIA doit préserver ses deux forces :

- D'abord, celle de regrouper au sein d'un même institut des spécialistes de disciplines comme l'informatique, l'automatique, le traitement du signal ou le calcul scientifique ; les interactions entre mathématiques appliquées et informatique ne cessant de se renforcer, il est très important de décloisonner et d'ouvrir les éventuelles frontières entre disciplines.
- Ensuite, la force de poursuivre son implication dans la recherche fondamentale. En effet, la tentation serait grande de cibler ses efforts sur des problèmes à court terme du fait de la très vive compétition liée aux applications et de la rapidité d'évolution des technologies. Or, il est vital dans un tel contexte, de maintenir la capacité d'anticipation et d'évolution des innovations à moyen et long terme.



# 1

## Enjeux et contexte de la recherche en STIC

■ ■ ■ Les sciences et technologies de l'information et de la communication sont présentes dans tous les secteurs de l'activité humaine. Elles contribuent de façon essentielle à l'accélération des progrès scientifiques et technologiques, aux gains de productivité et à la croissance. En bouleversant les manières de communiquer, d'interagir, de produire, elles sont aussi porteuses de profondes mutations sociales.

L'INRIA a élaboré son Plan stratégique 2008-2012 pour contribuer, dans son domaine scientifique, aux défis sociétaux et aux enjeux économiques de notre époque.

### 1.1

#### Des enjeux de société



Le grand défi sociétal est l'amélioration des conditions de vie de l'ensemble de l'humanité, avec la réduction du déséquilibre Nord/Sud, conjugué à la préservation de l'environnement de la planète. Il soulève les problèmes de développement durable, d'amélioration de la santé, de prise en compte du vieillissement de la population, et d'accès généralisé à la société de la connaissance.

Les techniques de modélisation et de simulation permettent une observation et une prédiction de plus en plus précises des phénomènes naturels et des effets de l'activité humaine sur l'environnement. Elles peuvent aider à trouver des réponses pérennes aux besoins d'une humanité qui comptera bientôt 9 milliards d'individus, notamment sur la question alimentaire, en contribuant à la mise au point d'une nouvelle agronomie, ou sur la question de l'énergie par la mise au point de systèmes de contrôle de la consommation ou de gestion des énergies renouvelables.

Les STIC jouent également un rôle déterminant dans le domaine de la santé en apportant des technologies nouvelles pour mieux comprendre, mieux diagnostiquer, mieux soigner des maladies comme le cancer, les maladies neuro-dégénératives, les grandes maladies virales. Les progrès de la modélisation et de l'imagerie biologique et médicale, des techniques d'assistance robotisée à la chirurgie, ou de la bio-informatique sont porteurs de nombreux espoirs. La santé publique bénéficiera ainsi de méthodes moins intrusives et plus adaptées de télésurveillance à domicile, de télémedecine, et de prévention.

L'évolution démographique et le vieillissement de la population posent des problèmes liés à l'autonomie, à la sécurité ou au transport. Les techniques de supervision, de biométrie, de

cryptographie ouvrent des champs d'intervention dans le domaine de la sécurité et de la protection des personnes, des biens et des échanges. Les techniques de géo-localisation, d'information spatiale individualisée et d'assistance informatisée à la conduite, peuvent contribuer à l'optimisation des systèmes individuels et collectifs de transport.

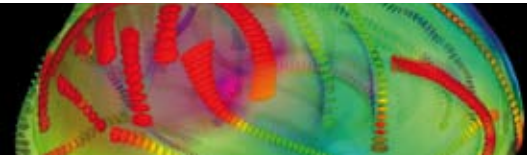
Les STIC restent un facteur déterminant de l'innovation industrielle et de la croissance économique. La conception et la production de biens a considérablement gagné en efficacité et en flexibilité, donnant lieu à des produits personnalisés aux fonctionnalités plus riches, avec une forte valeur ajoutée. Les services sont également impactés. Ainsi, le commerce électronique entre entreprises, et de plus en plus entre individus, connaît un essor spectaculaire.

Enfin, la mise en réseau des entreprises et des personnes a donné lieu à des mutations dans l'organisation du travail, qui vont s'amplifier avec les méthodes de travail collaboratives, et avec ce que l'on appelle l'*intelligence collective* (appel à des internautes pour des études, mais aussi des résolutions de problèmes à très vaste échelle). Tout cela modifie profondément l'éducation, la formation, l'apprentissage, l'accès à l'information, l'accès et le rapport à la connaissance.

Ces progrès considérables rendent désormais possibles des scénarios qui relevaient jusqu'ici de la science fiction. Ils soulèvent naturellement des questions de droit et d'éthique : protection de la vie privée, propriété intellectuelle, libertés individuelles, responsabilités légales. Ils requièrent davantage de collaboration entre les sciences et technologies de l'information et de la communication et les sciences humaines et sociales.

## 1.2

# Des défis scientifiques et technologiques



L'environnement numérique est passé aujourd'hui à une autre échelle avec des systèmes d'une grande complexité : internet interconnecte deux milliards de personnes, les nouvelles architectures de communication soulèvent des questions d'hétérogénéité, d'interopérabilité, d'évolutivité, d'adaptabilité, d'interaction intelligente et de transparence technologique. Le changement d'échelle est également considérable pour le volume et la complexité des données à traiter. Le web doit donner accès à des contenus sémantiques de plus en plus divers, riches et complexes. L'algorithmique de ces domaines devra faire face au changement d'échelle, à la qualité et à l'intelligence des traitements attendus, mais également à la réactivité, à l'interactivité et l'adaptation à l'utilisateur.

Ces changements drastiques imposent une révision de l'algorithmique classique. L'ordinateur de demain n'aura plus rien à voir avec nos ordinateurs actuels, dont les performances commencent à atteindre leurs limites. Il intégrera nécessairement du parallélisme massif et sera fondé sur des mécanismes

optiques, quantiques ou biologiques.

Les STIC sont également au cœur des grands problèmes interdisciplinaires de notre époque dans les sciences de la vie, de la matière, ou de l'environnement. Ainsi, des défis scientifiques et technologiques essentiels sont à relever pour appréhender le vivant, pour observer, analyser et modéliser le fonctionnement biologique, à tous les niveaux – celui de la molécule, de la cellule, de l'organe et des organismes complets. Pour ces défis des *sciences numériques*, il s'agit de développer des représentations et des modèles hétérogènes complexes, intégrés aux capteurs et aux données, et de les mettre en œuvre dans des processus efficaces de calcul, d'organisation et de recherche de l'information, de synthèse et d'optimisation, de vérification et de preuve, de prédiction, de simulation et de visualisation précises. Les enjeux pour les STIC vont des nano-biotechnologies, des laboratoires sur puces, de la bio-informatique et de l'imagerie multimodale, à la modélisation d'un organe aussi complexe que le cerveau.

## 1.3

# L'environnement national et international



### Le contexte international

Les STIC sont une des priorités de la recherche mondiale ; elles représentent près de 200 milliards de dollars de R&D. Les États-Unis, la Chine, le Japon et l'Europe sont les quatre grands en matière d'investissement en R&D. Aux États-Unis, le financement des STIC est stimulé par la poussée des programmes militaires, tandis qu'au Japon, il est dû à l'investissement privé. En Europe, il provient en grande partie de l'investissement public.

Aux États-Unis, la R&D concerne essentiellement le calcul à haute performance, les réseaux, l'interaction homme-machine, la gestion des masses de données, la sécurité, le génie logiciel appliqué à des enjeux socio-économiques comme la formation, l'éducation, les télécommunications. En Chine, la recherche en STIC s'oriente davantage vers la perception intelligente, les technologies de calcul avancé, les réseaux, la réalité virtuelle et la sécurité. Au Japon, elle mise sur l'informatique ubiquitaire, les supercalculateurs et la robotique.

### Le contexte européen

L'espace européen de la recherche s'est mis en place pour coordonner les activités de recherche et d'innovation au sein de l'Union européenne et pour atteindre les objectifs du traité de Lisbonne (3% du PIB des États membres consacré à la R&D).

Le 7<sup>e</sup> PCRD\*, pour la période 2007-2013, précise les grandes lignes d'action au sein de quatre grands programmes :

- *Coopération* : mise en place d'actions de R&D coopératives entre industriels et organismes de recherche ;
- *Idées* : développement de programmes de recherche fondamentale très en amont, encadré par le Conseil européen de la recherche (ERC) ;
- *Personnes* : essor de la mobilité des personnels de la recherche au sein de l'Union ;
- *Capacités* : soutien aux grandes infrastructures de recherche.

\* Programme-cadre de recherche et développement.

## Le contexte national

La France, par sa taille et ses moyens, n'est pas la mieux placée dans la production scientifique mondiale. Elle doit donc réaffirmer des priorités nationales sur des domaines essentiels. C'est le cas pour les sciences et technologies de l'information et de la communication, porteuses d'innovation en elles-mêmes et au service de nombreux secteurs socio-économiques.

Celles-ci sont, de fait, une des priorités de la recherche nationale au regard des moyens affectés (ANR : 20 % de son budget ; All : 45 % de son budget ; DGE 45 % des soutiens du FCE).

Les acteurs de la recherche française en STIC sont :

- les établissements d'enseignement supérieur : missions de formation, recherche et innovation ;

- les organismes de recherche : missions d'élaboration et de conduite d'une stratégie de recherche, spécialisation sur des thématiques, partenariats avec l'université et le monde socio-économique, cohérence entre recherche et valorisation ;
- les agences de financement : apport de ressources sur des programmes compétitifs mettant en œuvre une politique nationale.

Par ailleurs, les pôles de recherche et d'enseignement supérieur (PRES), ainsi que les réseaux thématiques de recherche avancée (RTRA), offrent le cadre structurel d'une meilleure dynamique entre universités, grandes écoles et organismes de recherche, permettant de développer des pôles d'excellence à visibilité mondiale. Le couplage, dans le domaine industriel, avec les pôles de compétitivité favorise le transfert technologique.

## 1.4

### Les ambitions et le positionnement de l'INRIA



L'INRIA doit relever les grands défis scientifiques et technologiques des STIC. Il entend, d'une part, se positionner fortement au cœur de huit centres d'excellence nationaux, regroupant recherche, enseignement supérieur et innovation et, d'autre part, contribuer à accompagner des pôles vers le meilleur niveau international dans les sciences et technologies de l'information et de la communication.

Son action s'inscrit dans le cadre ambitieux de la construction de l'espace européen de la recherche :

- participation à des projets soutenus par le Conseil européen de la recherche ;
- participation à la mise en place d'actions d'envergure telles que « les plates-formes technologiques européennes » dans le cadre du programme *Coopération* ;
- volonté de créer des équipes-projets communes avec de grands acteurs de la recherche européenne.

Il poursuit la stratégie de développement inscrite dans le cadre de son contrat quadriennal avec l'État français, par la création de centres de recherche de taille significative.

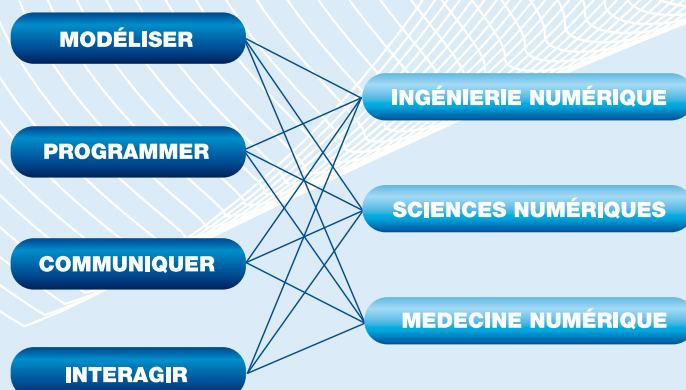
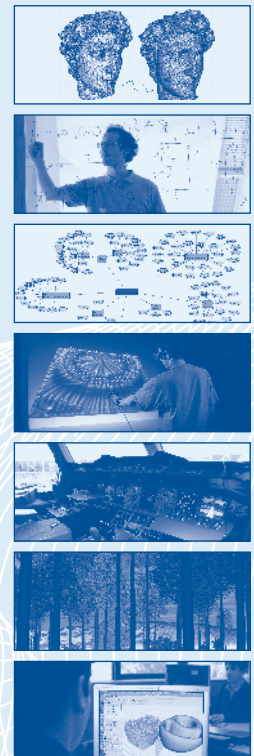
Ses huit centres sont tous très engagés dans les pôles de compétitivité concernés par les thématiques de l'institut, tant dans les pôles à vocation régionale que dans ceux qui, comme System@tic, Minalogic, SCS ou Aerospace Valley, sont à dimension mondiale. Les équipes de l'institut sont présentes dans près de 60 projets au sein des pôles. De même, elles sont aussi partie prenante de près de 250 projets ANR, dont la majorité implique des industriels. L'INRIA est également membre fondateur de deux réseaux thématiques de recherche avancée : *Digitéo* à Saclay et *Infectiologie* à Lyon, et vise à être associé à trois autres : *Sciences mathématiques* à Paris, *Sciences agronomiques* à Montpellier et *Nanosciences* à Grenoble. L'INRIA est impliqué dans quatre des neuf pôles de recherche et d'enseignement supérieur (PRES) qui ont vu le jour en 2007.

# 2

## Présentation des priorités scientifiques

Reconnu internationalement pour ses compétences dans des domaines clé, l'INRIA est bien armé pour apporter des contributions décisives aux défis qui s'imposent aujourd'hui aux sciences et technologies de l'information et de la communication (STIC). Afin d'organiser son action dans ce sens et en s'appuyant sur ses points forts, l'institut a défini sept axes prioritaires. Les quatre premiers visent à développer des concepts originaux, des méthodes novatrices et des outils efficaces sur la modélisation, la programmation, la communication et l'interaction. Les trois autres axes portent sur la manière d'intégrer les STIC dans les domaines de l'ingénierie numérique (conception de logiciels et de systèmes embarqués à bord d'un objet physique, soumis à de fortes exigences de dynamique et de sûreté), des sciences numériques (en particulier, en sciences de la matière, de la vie et de l'environnement), et de la médecine numérique (élaboration de modèles et d'algorithmes pour la médecine et la biologie médicale). Les recherches sur ces trois derniers axes fournissent aux quatre premiers des problèmes scientifiques riches ; elles se nourrissent des développements réalisés pour aborder des systèmes de plus en plus complexes selon des démarches intégratives.

Dans ce panorama général sont définies vingt-trois étapes intermédiaires, baptisées *jalons*, qui instancient les objectifs à l'horizon 2012. Définis dans des domaines de recherche à haut risque, ces jalons éclairent l'action de l'institut, illustrent ses priorités et rassemblent ses équipes. Ils précisent les obligations de moyens que l'institut engagera sous forme d'actions incitatives, de projets fédérateurs ou de plateformes de recherche et d'appui aux activités de développement qui s'affirment de plus en plus nécessaires.



Les sept priorités du Plan stratégique.



# Modélisation, simulation, optimisation de systèmes dynamiques complexes

Reproduire et simuler fidèlement des phénomènes : tel est le défi de la **modélisation**. Les systèmes dynamiques complexes pour lesquels elle permet une meilleure connaissance et une meilleure compréhension sont pléthore : phénomènes météorologiques, biologie, ingénierie, internet, etc. Pluridisciplinaire par excellence, la modélisation associe mathématiques, informatique, automatique et les disciplines du domaine concerné. Un des objectifs assignés aux recherches visera l'instauration de nouvelles interactions entre ces disciplines.

Ces systèmes complexes nécessitent des représentations mathématiques hétérogènes multimodèles, multiéchelles en temps et en espace, associées à des méthodes de résolution, d'assimilation de données (de nature et de qualité très variables, parfois peu fiables) et des outils de calcul très performants. Des approches stochastiques, ou mixtes stochastiques/déterministes, sont à développer. De nouveaux modèles calculatoires (réseau de neurones, automates, systèmes multi-agents, systèmes hybrides) sont parfois nécessaires lorsque les simplifications introduites risquent de masquer des effets significatifs ou que les modèles classiques sont inappropriés.

La modélisation pour l'automatique est très spécifique au besoin de commander un système. Il s'agit de simplifier, d'extraire les mécanismes d'interaction principaux intervenant dans l'évolution d'un processus, pour faciliter la conception de stratégies d'action efficaces. Cette nécessité de réduction, d'extraction de la partie significative des modèles, crée de vrais challenges scientifiques dès lors que les systèmes concernés sont de

forte complexité, dimensionnelle et/ou structurelle.

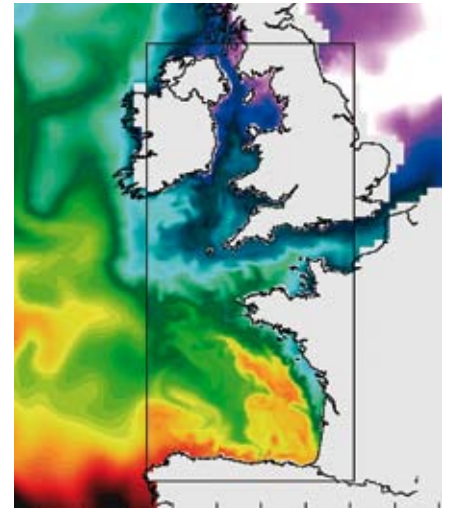
Face à la complexité croissante des modèles et des systèmes dynamiques, la **simulation** nécessite de nouveaux développements en algorithmique numérique. Leur efficacité se mesure en précision et temps de calcul, mais la clé de la performance est aussi dans la capacité à programmer et exploiter



*Pluridisciplinaire par excellence, la modélisation associe mathématiques, informatique, automatique et les disciplines du domaine concerné.*



efficacement des plates-formes de calcul fortement hétérogènes (systèmes multi-processeurs, grands clusters et systèmes répartis à grande échelle). Par ailleurs, les simulations produisent d'importants flux de données à exploiter hors ligne et en ligne, par des techniques de réalité virtuelle ou d'immersion en simulation temps-réel interactive. Enfin, la simulation doit aussi aider à prévenir des risques et gérer les incertitudes, préoccupations à prendre en compte



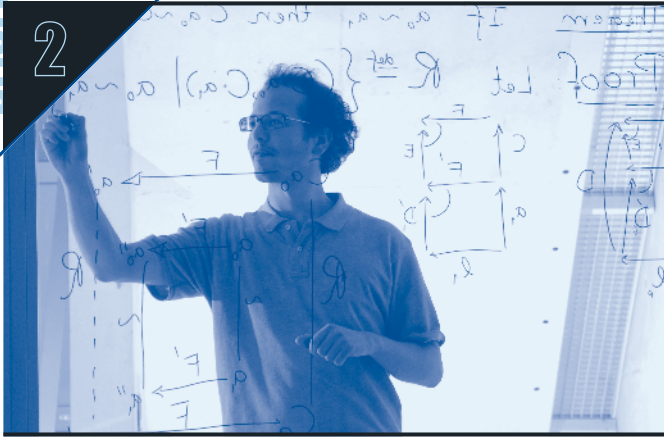
Simulation numérique de la circulation océanique : le golfe de Gascogne et le plateau celtique - MOISE.

dès l'assimilation de données et dans les modèles eux-mêmes.

L'**optimisation** de ces systèmes à très grande échelle doit être améliorée en termes de robustesse des résultats par rapport aux incertitudes ou aux petites variations. Les méthodes automatiques de calcul des dérivées successives doivent être étendues aux très grands systèmes, tout en garantissant de bonnes performances en temps et en précision. L'optimisation d'entités issues de disciplines différentes, de phénomènes simultanément continus et discrets, de systèmes dynamiques sont autant de techniques qui doivent permettre de rendre les algorithmes plus efficaces.

## Deux jalons

- ▶ Simulation et visualisation scientifique pour l'environnement
- ▶ Simulation des plasmas de fusion pour le programme ITER



# Programmation : sécurité et fiabilité des systèmes informatiques

Les nouvelles technologies numériques soulèvent de nombreuses questions de sûreté, de sécurité et de confidentialité, de confiance, d'authentification et d'identification, de certification, de protection des données et de traçabilité. Le niveau de confiance que l'utilisateur attribue à ces technologies, qui intègrent une forte composante logicielle, est un critère clé de leur acceptation.

L'institut s'attachera à garantir le comportement correct de logiciels grâce à des méthodes de **développement sûr** (langages formels, logiques mathématiques, preuve, vérification, certification de code et de composants logiciels). Des langages de programmation dédiés seront développés avec génération de code et technologie d'analyse statique associées, ainsi que de nouveaux langages généralistes. Il faudra également développer, pour les assistants à la preuve, des facilités de description, d'animation et d'analyse, ainsi qu'étendre les garanties des codes source et des modèles au code exécutable et à son exécution. Des méthodes performantes de vérification de logiciels et de systèmes doivent être développées, comme la vérification formelle qui devra combiner des méthodes de tests et de preuves existantes dans des environnements de conception de systèmes et de production de code. Il faudra aussi prendre en compte des composants du commerce, des logiciels préalablement développés et des logiciels libres.

Assurer la **sécurité** des données, des communications et des échanges grâce à la cryptographie, aux politiques de sécurité, à la protection contre les virus

constitue l'autre priorité dans le domaine de la programmation. Les besoins en primitives cryptographiques robustes sont un des points clé du développement des systèmes de confiance. Les protocoles de cryptographie pour de nouvelles applications (vote, signature, services de sécurité) doivent être prouvés. Les protocoles de sécurité

phiques. Des investigations spécifiques seront menées, au-delà des modèles de défaillance utilisés en sûreté de fonctionnement, pour développer des modèles d'exploitation et de propagation des vulnérabilités. La virologie informatique (détection de virus et étude de leur propagation) est un domaine émergent qui permettra de modéliser l'exploitation et la propagation des vulnérabilités. La voie de la coopération entre la recherche en bases de données et en cryptographie sera explorée pour assurer l'intégrité des données et leur confidentialité. Un intérêt tout particulier sera porté aux risques liés à la mise en œuvre de services en ligne s'appuyant sur des systèmes ouverts (cas de nombreux systèmes critiques ou embarqués) et distribués. La sécurité doit être soigneusement étudiée afin d'être garantie avant le déploiement des réseaux mobiles *ad hoc* sans infrastructure fixée.

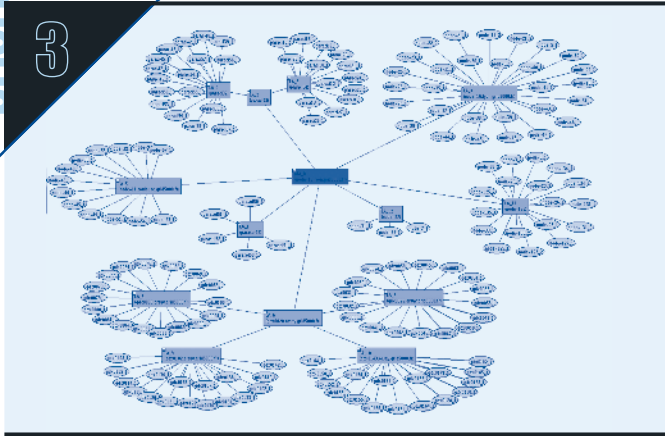
”  
*Les technologies numériques soulèvent de nombreuses questions de sûreté, de sécurité et de confidentialité, d'authentification de certification, de protection des données et de traçabilité.*  
”

complexes doivent être vérifiés dans des environnements réalistes avec des preuves modulaires et en validant les abstractions et les primitives cryptogra-



## Quatre jalons

- ▶ Cryptographie et sécurité des réseaux ambiants
- ▶ Vulnérabilités, attaques et défense
- ▶ Vérification conjointe de propriétés de sûreté et sécurité
- ▶ Développement certifié de composants logiciels industriels



# Communication, information et calcul ubiquitaires



**Modélisation de la couverture du réseau par des antennes utilisant le protocole CDMA (Code Division Multiple Access) — TREC.**

Tous les secteurs d'activité sont aujourd'hui concernés par les technologies et les infrastructures de communication. Désormais des objets communiquent entre eux de façon autonome. Ce domaine soulève de nombreux problèmes scientifiques relatifs aux protocoles et réseaux de communication, au calcul distribué et au web des connaissances et des services. L'institut dispose aujourd'hui de très fortes compétences et d'une grande visibilité internationale sur ces questions. Les priorités de l'INRIA portent sur *l'internet du futur*, qui vise à élaborer des bases algorithmiques et architecturales nouvelles pour corriger les faiblesses structurelles d'internet et concevoir un nouveau réseau. Les travaux porteront également sur les réseaux d'*overlay* sur internet qui permettent à un très grand nombre de pairs de partager des documents. Les problématiques des réseaux d'opérateurs seront étudiées pour mieux contrôler les réseaux sans fil, améliorer le partage de bandes et les services. De nouveaux modèles architecturaux et des algorithmes distribués permettront de

mieux gérer défaillances, configurations, coûts, performance et sécurité. Des moyens de contrôle programmables très performants, capables d'ordonnancer les ressources du réseau en temps réel, seront développés pour les réseaux optiques. L'institut continuera d'étudier de nouveaux algorithmes de contrôle distribué pour les réseaux auto-organisés, afin de permettre aux utilisateurs d'être toujours connectés au mieux.

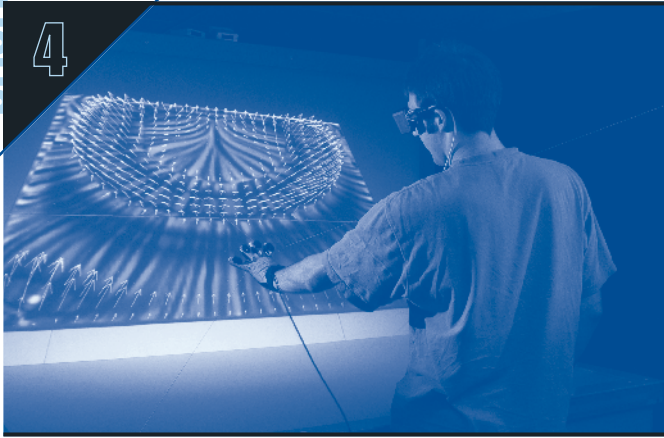
répondant aux besoins des utilisateurs. L'accès aux **contenus** sémantiques s'appuie sur le développement convergent de deux approches : celles à base de XML et des langages associés et, celles du web sémantique pour l'expression et l'exploitation de connaissances. Les travaux porteront, en particulier, sur des problèmes de représentation des connaissances, d'apprentissage et de traitement automatique du langage naturel. Cette gestion nécessite également la fusion d'informations issues de sources multiples et hétérogènes. Enfin, des fonctionnalités doivent permettre à l'utilisateur d'être producteur d'informations. Un concept qui se développe et mérite beaucoup d'attention est celui des *systèmes d'information autonomes*, dont les composants doivent être capables d'auto-supervision, d'autoprotection, d'auto-optimisation, d'autocorrection et d'auto-configuration. Avec le **calcul ubiquitaire**, la puissance de calcul accessible à un utilisateur peut désormais s'appuyer sur de vastes ressources disponibles à bas coût et distribuées à grande échelle. Les grilles de calcul soulèvent, en particulier, des problèmes d'intergiciels distribués, de systèmes d'exploitation centrés réseaux, de gestion des ressources, et de modèles de programmation qui prennent en compte la complexité intrinsèque des grilles.

” *Les priorités de l'INRIA portent sur l'internet du futur, qui vise à élaborer des bases algorithmiques et architecturales nouvelles pour corriger les faiblesses structurelles d'internet et concevoir un nouveau réseau.* ”

Le passage à un web de connaissances et de services suppose de maîtriser un volume considérable de données hétérogènes et de posséder de nouvelles fonctionnalités

## Trois jalons

- ▶ Conception et évaluation de nouvelles architectures d'internet
- ▶ Grilles d'expérimentation
- ▶ Services et usages



## Interaction avec les mondes réels et virtuels

Les problèmes scientifiques posés par l'interaction avec le monde réel ou les mondes virtuels concernent les mécanismes de perception (des capacités d'analyse, de reconnaissance, de catégorisation, et d'interprétation sémantique), d'action (commande bouclée sur la perception, décision, planification et apprentissage), et de compréhension (avec de nouvelles interfaces hommes-machines s'appuyant sur les cinq sens) permettant cette interaction. Progresser sur ces questions nécessite des avancées dans de nombreux domaines : algorithmique, techniques statistiques ou probabilistes, traitement du signal, de la parole et de l'image, algorithmique géométrique et traitement de l'image, vision, modélisation de l'environnement, planification, techniques numériques, algorithmique de traitement du langage naturel, algorithmique de la décision et de la planification.

Dans le domaine de la **robotique**, le défi majeur est de conjuguer la diversité des tâches à réaliser par la machine avec la variabilité des environnements. Les modèles se conjuguent à ceux des sciences cognitives, et à ceux des systèmes auto-organisés contrôlables. L'intégration de la perception et du mouvement, de la planification et de l'action, de l'apprentissage et de l'exploration, en sont des points clés. On doit développer des capacités de reconnaissance de gestes, d'attitudes et de comportements humains. L'utilisateur doit bénéficier d'une réalité augmentée, avec retours sensoriels. Une interaction directe conduit au concept d'*homme augmenté*, par exemple grâce à des dispositifs du type exosquelette, orthèse, ou prothèse, munis de nombreux capteurs proprioceptifs et extéroceptifs.

Les **mondes virtuels** ou augmentés couplent graphisme par ordinateur et vision artificielle, et supposent calculs et fouilles de données. Exploiter au mieux ces données passe par de nouvelles méthodes de visualisation et par le recours à des modélisations géométriques et fonctionnelles, fondés sur des progrès

qu'elle soit multimodale, mobile, collaborative ou cognitive.

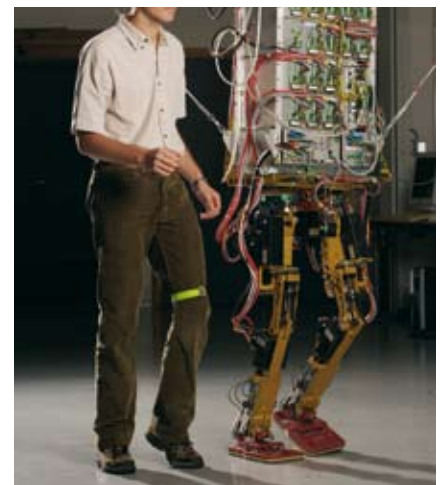
Ces recherches ouvrent aussi de nouvelles possibilités d'interactions entre individus et de médiations sociales, par exemple au sein d'activités collaboratives. Le foisonnement de nouveaux outils, services et usages a permis l'émergence de concepts comme celui d'*intelligence collective*, s'appuyant sur des centaines de millions d'internautes. L'INRIA travaillera sur ces questions, en particulier en partenariat avec des chercheurs en sciences humaines et sociales.



*Ces recherches ouvrent aussi de nouvelles possibilités d'interactions entre individus et de médiations sociales, par exemple au sein d'activités collaboratives.*



algorithmiques. Il s'agit d'améliorer les techniques de capture de mouvements pour l'animation, le rendu multimodal, par exemple visuel, auditif et haptique, pour améliorer le réalisme des scènes. L'interaction en trois dimensions avec des univers virtuels doit aussi progresser,



Algorithmes de contrôle de la marche  
— BIPOP — DEMAR.

### Quatre jalons

- ▶ Catégorisation sémantique en temps-réel
- ▶ Consultation multimodale de données multimédia
- ▶ Autonomie des personnes âgées ou handicapées
- ▶ Robotique d'assistance et de service en environnement humain



# Ingénierie numérique

Aujourd'hui, il n'est pas un objet manufacturé qui ne soit issu d'un prototype réalisé de façon numérique. L'INRIA souhaite contribuer au développement d'une ingénierie numérique allant des modèles de l'objet, de ses fonctions et de ses comportements attendus, à la conception architecturale, au prototypage virtuel et à la synthèse de ses logiciels. Un développement nécessairement intégratif. La **conception** et la **modélisation** intégreront des modèles multiphysiques et de comportement dynamique, de sûreté et de sécurité. La simulation multiniveaux permettra de prédire les propriétés ainsi que les premières étapes du prototypage virtuel.

L'**architecture** des systèmes embarqués, par exemple, dépend du modèle de communication et de calcul, de la spécification et de la conception des composants matériels et logiciels, des éléments de tolérance aux fautes, des systèmes

d'exploitation et des exécutifs associés. Des problèmes de recherche importants sur la programmation et la compilation de code sont posés par les nouveaux processeurs multicœurs.

Côté **synthèse des logiciels**, il s'agit de passer de modèles d'automates et de simulation numérique au code embarqué. On retrouve des problématiques déjà abordées et d'autres plus spécifiques, par exemple les techniques de compilation adaptées aux architectures multicœurs, ou avec des contraintes de temps de réponse ou de consommation d'énergie, la synthèse d'algorithmes pour codes de calcul certifiés, ou encore le caractère statique de nombreux codes embarqués.

**Validation et vérification** des propriétés fonctionnelles, en particulier du comportement dynamique, supposent la synthèse des tests, un problème d'automate très ouvert. La vérification des propriétés des logiciels est faite par *model checking*, analyse statique, interprétation abstraite. Des compilateurs et des machines certifiés doivent être développés à cette fin. Quant aux propriétés non fonctionnelles, en particulier de **sûreté de fonctionnement et de sécurité**, elles soulèvent des problèmes essentiels où l'INRIA apporte son expertise en méthodes de spécification formelle et en ingénierie fondée sur la preuve. L'institut s'intéressera tout particulièrement à la modélisation et à la vérification des architectures en présence de défaillances et d'attaques par ingé-



*L'INRIA souhaite contribuer au développement d'une ingénierie numérique allant des modèles de l'objet, de ses fonctions et de ses comportements attendus, à la conception architecturale, au prototypage virtuel et à la synthèse de ses logiciels.*



nerie pilotée par les modèles et transformation de modèles. Il étudiera également les techniques de vérification de logiciels pour les fonctions critiques embarquées sur des circuits matériels.

Enfin, la conception des fonctions de **supervision** et de **diagnostic** s'appuie sur la prise en compte des propriétés de sûreté et de fiabilité. Ces éléments sont complétés par des procédures de supervision de l'état global de fonctionnement de l'artefact, pour repérer des anomalies, diagnostiquer leurs sources et isoler les composants matériels défaillants. Une modélisation de la supervision et du diagnostic est nécessaire dès la conception initiale. Il faut aussi pouvoir reconfigurer le système après une défaillance diagnostiquée.

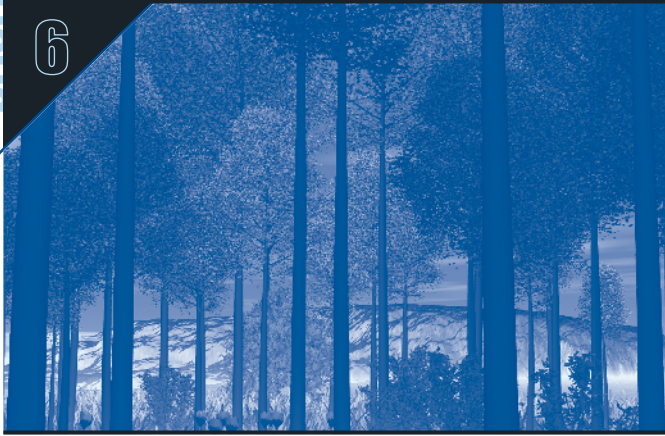


Cybercar, véhicule urbain à conduite entièrement automatisée, à l'INRIA Paris - Rocquencourt — IMARA.

## Deux jalons

- ▶ Plate-forme de prototypage virtuel
- ▶ Intégration d'approches par modèles et composants





# Sciences numériques

Les sciences du vivant, comme celles de la matière ou de l'environnement, abordent des processus de plus en plus complexes qui peuvent être maîtrisés par l'intégration numérique de modèles multiphysiques et multiéchelles.

Ainsi, l'étude et la conception de nouveaux **matériaux** nécessite de modéliser et de simuler des phénomènes, de l'échelle nanoscopique jusqu'aux grandes structures, ainsi que leurs interactions et leurs superpositions. L'INRIA se focalisera sur les techniques de modélisation et de calcul multiéchelles des matériaux en nano-simulation. Il faut pour cela intégrer des données issues de dispositifs de mesure très différents, être capable d'évaluer la fiabilité et la pertinence des simulations et développer une algorithmique de résolution dédiée sur des grilles de calcul de grande dimension interactives.

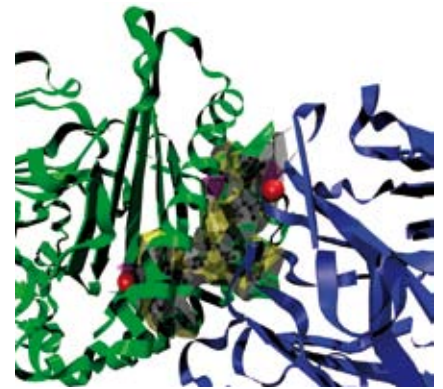
Une intégration multiphysique et multi-échelle est également nécessaire en biologie où l'un des objectifs de l'institut est de contribuer au développement d'un modèle de **cellule numérique** rendant compte des échanges d'énergie et de signaux entre les cellules, mais aussi de son fonctionnement interne, impliquant par exemple l'expression des gènes en protéines et aux réseaux d'interaction génique étudiés par la génomique. Pour cela, il est nécessaire, en particulier, de trouver de nouvelles méthodes algorithmiques et informatiques pour intégrer les données fournies par de nouvelles technologies (puces à ADN, chromatin, etc.), et pour décrire les règles des interactions élémentaires, modéliser et simuler leur dynamique.

Un autre objectif est celui du modèle agronomique et biologique de la **plante numérique** qui conjugue à l'agronomie et à la

biologie, les mathématiques appliquées, l'automatique, l'informatique graphique, la géométrie et la combinatoire. L'étude des phytoplanctons et micro-algues nécessite l'élaboration de modèles réalistes des interactions entre espèces et substrats, et la conception de stratégies de contrôle pour obtenir une dépollution efficace ou optimiser la production énergétique.

En **écologie numérique**, domaine interdisciplinaire particulièrement important, l'institut souhaite intégrer des modèles de populations animales à divers niveaux trophiques pour étudier les réponses d'un système écologique à une agression naturelle ou humaine, et pouvoir planifier des mesures de conservation efficaces. Les modèles d'écologie microbienne sont, par ailleurs, très importants pour de nombreuses applications dont celles des traitements et de la dépollution des eaux et des sols.

Enfin, l'institut souhaite contribuer à l'étude de la **biosphère** dont les enjeux associés sont considérables : gaz à effet de serre, réchauffement climatique, pluviométrie, eau douce, désertification, etc. Des modèles numériques de l'environnement



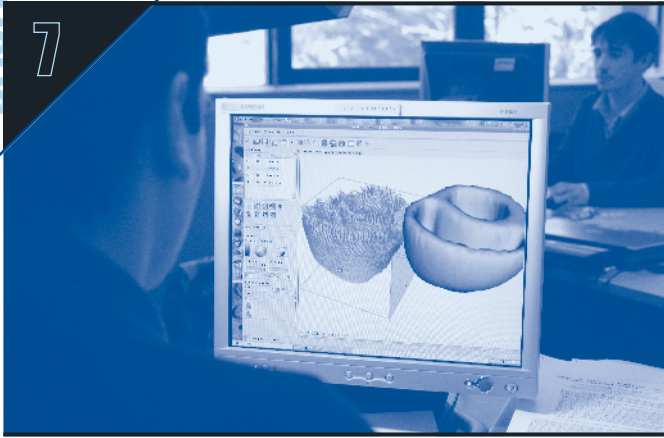
Modélisation de l'interaction entre deux protéines — ABS.

» *Des modèles numériques de l'environnement permettront d'analyser des scénarios et d'évaluer les risques afin de déployer des stratégies de prévention et d'adaptation.* »

permettront d'analyser des scénarios et d'évaluer les risques afin de déployer des stratégies de prévention et d'adaptation. Réaliser ces modèles pose de nombreux problèmes d'observation, d'assimilation de données, de prédiction et de suivi, à des échelles de temps très variables, avec de nombreux processus interdépendants. Des domaines dans lesquels l'INRIA possède une bonne expertise.

## Trois jalons

- ▶ Amarrage des protéines
- ▶ Dynamique cellulaire
- ▶ Modèles agrobiologiques des plantes



# Médecine numérique

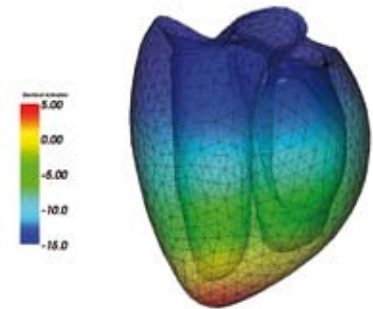
L'ambition attachée à cet axe prioritaire est de concevoir des **modèles mathématiques explicatifs et prédictifs en biologie et en médecine**. Ces modèles s'appuient nécessairement sur des contributions pluridisciplinaires pour mieux comprendre la biologie humaine, mais aussi pour diagnostiquer, concevoir, mettre en œuvre et optimiser de nouveaux moyens thérapeutiques. Quelques classes de pathologies importantes, dont le cancer, les maladies cardio-vasculaires et les maladies neurodégénératives ou du système nerveux, seront étudiées par les équipes de l'institut. Il s'agit, d'une part, de concevoir des modèles aussi complexes que le permettent les observations disponibles afin de pouvoir inverser les modèles dans un processus d'assimilation de données et, d'autre part, de développer des technologies médicales et pharmacologiques à partir de modèles biologiques personnalisés pour prédire une évolution, aider à conduire un protocole thérapeutique ou une intervention chirurgicale. En partenariat avec des biologistes, des médecins, des chimistes et des physiciens, les chercheurs de l'INRIA aborderont, en particulier, les problèmes d'imagerie, de modélisation, de calcul et de simulation associés à ces objectifs.

Un premier point est de développer une algorithmique complète de traitement du signal et d'interprétation d'**images**, afin d'acquérir des données anatomiques et fonctionnelles avec de meilleures résolutions spatiales et temporelles à partir de l'imagerie intracellulaire, de l'IRM, de la magnéto-encéphalographie, etc., et ceci en fusionnant des signaux biomédicaux d'origines diverses. Une interprétation quantitative permettra de mieux

piloter acquisition et mesure, et d'aider au diagnostic ou à l'action thérapeutique.

La **modélisation** et l'**assimilation** de données porteront sur des processus allant des cellules aux organes et aux fonctions complexes, voire aux organismes entiers. Ils intégreront des représentations et des données hétérogènes, de nature anatomique et physiologique. La résolution des problèmes inverses par des techniques d'estimation, d'apprentissage et d'optimisation soulève de grandes difficultés algorithmiques. Plusieurs types de modèles seront probablement développés pour un organe ou une fonction spécifique, selon l'application.

” *En partenariat avec des biologistes, des médecins, des chimistes et des physiciens, les chercheurs de l'INRIA aborderont, en particulier, les problèmes d'imagerie, de modélisation, de calcul et de simulation.* ”



Simulation de contraction cardiaque sur un maillage anatomique — MACS.

Une **anatomie** et une **physiologie algorithmiques** seront développées. La première doit cerner, pour un organe donné, les variabilités normales entre individus, doit les distinguer des déviations pathologiques et détecter ces déviations dans les images et données médicales. La seconde permettra d'élaborer des modèles physiologiques individualisés destinés à expliquer et prévoir des propriétés fonctionnelles, et les incidences de physiopathologies permettra de personnaliser des thérapies. Ces recherches algorithmiques en imagerie et modélisation seront associées à des travaux en réalité virtuelle, en robotique chirurgicale et en réalité augmentée. Dans ce domaine d'application, l'INRIA sera particulièrement attentif aux questions d'éthique et de déontologie.

## Cinq jalons

- ▶ **Modélisation, visualisation et manipulation interactive d'un cœur numérique**
- ▶ **Cartographie numérique et fonctionnelle du cerveau**
- ▶ **Interface entre système nerveux et système artificiel**
- ▶ **Environnement chirurgical numérique**
- ▶ **Plate-forme logicielle de simulation et d'intégration de modèles médicaux**

# 3

## Une organisation ouverte et dynamique

### Un modèle adapté aux évolutions actuelles de la recherche en France

L'organisation générale de la recherche en France connaît depuis la loi de programme pour la recherche et la loi « Liberté et responsabilité des universités » une évolution accélérée, notamment à travers la création de l'ANR, des pôles de compétitivité, des pôles de recherche et d'enseignement supérieur (PRES) et des réseaux thématiques de recherche avancée (RTRA), autant d'outils qui visent à renforcer les universités et à les amener au meilleur niveau mondial en matière de formation et de recherche.

Dans le domaine des sciences et technologies de l'information et de la communication, l'INRIA est parfaitement en mesure de piloter, dans son domaine, une politique nationale élaborée dans une perspective européenne et internationale, créer un effet d'entraînement avec les universités, et mener une politique de transfert et d'essaimage.

En effet, son modèle de recherche établit de fortes coopérations avec le monde acadé-

mique et socio-économique. Les équipes-projets INRIA sont réparties dans les huit centres de recherche qui maillent le territoire. Chacun de ces centres est en interaction avec les universités et organismes de sa région ainsi qu'avec le tissu économique local. Porteur d'une politique scientifique forte, l'INRIA peut donc s'affirmer comme le chaînon indispensable entre les structures de financement de la recherche (ANR, Commission européenne...) et les pôles universitaires régionaux.

L'institut s'engage à établir localement des **conventions** avec chacun des partenaires régionaux pour préciser les modalités de soutien à des **équipes-projets INRIA communes**, et conduire avec eux une politique scientifique dynamique. L'évaluation de chaque équipe par les meilleurs experts internationaux du domaine sera maintenue et développée.

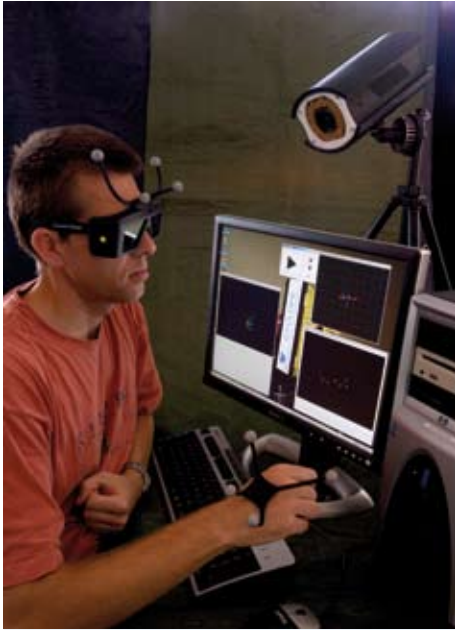
### Renforcer l'attractivité internationale de l'institut

Le recrutement des meilleurs chercheurs, en utilisant au mieux les possibilités statutaires, se fera à tous les niveaux, tant pour les titulaires que pour les contractuels, avec une forte ouverture internationale. La proportion d'étrangers parmi les scientifiques recrutés sera maintenue aux environs d'un tiers, en diffusant, à l'étranger, les avis de concours et en affirmant la présence de l'INRIA sur le marché mondial de l'emploi scientifique.

Vers les étudiants, l'INRIA continuera de développer ses **programmes d'accueil de stagiaires et de doctorants**. Il accompagnera les universités et les grandes écoles pour mettre en place des **formations bilingues** français-anglais au niveau du master et du doctorat. Les **programmes de coopération scientifique**, *Sabbatiques* (séjours de longue durée) et *Explorateurs* (séjours de courte durée), seront renforcés. L'institut favorisera la **mobilité** des scientifiques vers les universités et les entreprises.



■ Suivi d'objet par la couleur — MAIA.



**Cyclope : capteur optique pour la réalité virtuelle et la réalité augmentée.**

Les politiques d'accueil de titulaires en détachement, d'accueil temporaire de jeunes ingénieurs et de spécialistes seront maintenues et développées.

Une attention particulière sera portée au déroulement de carrière et à l'amélioration des rémunérations.

Cette politique ne saurait être menée sans **des actions de communication externe** destinées à combler le retard d'image de la recherche en informatique vers deux types de publics : d'une part les jeunes, dont la désaffection pour les sciences constitue une réelle préoccupation, et, d'autre part, plus généralement, le citoyen, qui est impacté directement par les profondes transformations que la science informatique induit dans la société, jusqu'au cœur de la vie quotidienne. La communication s'attachera à expliquer les enjeux et la nature de la recherche en informatique, qui restent aujourd'hui largement ignorés du grand public. L'INRIA amplifiera ses actions de vulgarisation scientifique en renforçant la présence de ses chercheurs dans les grands médias, en adaptant son site web, et en organisant et en participant à des événements dédiés aux STIC. Il veillera à une information des décideurs sur les résultats de ses recherches.

### La recherche, le développement et le transfert

L'organisation de la recherche en équipes-projets aux objectifs bien identifiés, d'une grande réactivité, présentes à la fois sur les fronts de la production de connaissances, du développement et du transfert technologique, et régulièrement évaluées, répond aux attentes sociétales et aux besoins de la recherche en STIC. L'institut renforcera la coordination des travaux des différentes équipes-projets par des actions d'animation scientifique, des actions transversales de recherche ou de développement, et des actions d'envergure nationale. Il favorisera l'autonomie des jeunes chercheurs, en les orientant vers des possibilités de mobilité, d'encadrement ou de pilotage d'actions de recherche collaborative ou d'actions exploratoires, en rupture avec les thématiques bien établies. Ces missions seront prises en charge par les directions scientifiques sous la coordination du délégué général à la recherche et au transfert pour l'innovation.

### Le développement technologique

Souvent nécessaire à la production de connaissances, il est l'interface indispensable entre les connaissances scientifiques et le transfert vers l'entreprise. La complexité des objets de recherche requiert des expérimentations à grande échelle et des plateformes de développement.

L'institut renforcera ses *Services d'expérimentation et développement (SED)*, en y augmentant le nombre des ingénieurs permanents et des « ingénieurs-associés » temporaires. Il mettra en place des *actions de développement technologique*, menées conjointement par plusieurs équipes-projets et services de développement, en collaboration avec des partenaires. Il développera les *opérations de développement logiciel*, qui ont pour objectif de renforcer le développement et la diffusion des logiciels issus de la recherche. Il mettra à disposition des équipes-projets des plateformes de développement expérimentales mutualisant les coûts d'infrastructure et d'exploitation. L'INRIA renforcera encore sa présence au sein des organismes de normalisation.

Pour évaluer et apprécier la pertinence et la qualité de l'activité de développement, l'institut mettra en place une évaluation des contributions technologiques par les pairs - en particulier dans le domaine du développement logiciel - qui sera prise en compte dans celle des chercheurs et des équipes.

### Le transfert technologique et l'innovation

Dans la société de la connaissance, la R&D est un facteur clé de compétitivité pour les entreprises. Fortement contraintes par des cycles très courts de développement industriel, les actions de transfert doivent s'engager particulièrement tôt dans le processus de recherche et de développement.

L'INRIA adoptera **une stratégie plus proactive et sectorielle** : il s'agit d'identifier en amont, secteur par secteur et au cas par cas, des voies possibles de transfert et des objectifs d'innovation. En interne, cela se traduira par l'identification d'un portefeuille **d'actions d'innovation** visant à élaborer une « offre INRIA » lisible et cohérente, et à faciliter le **transfert direct**.

L'institut concentrera une plus grande part de ses efforts vers un petit nombre de **partenaires stratégiques**, avec lesquels seront partagés en amont une vision et des objectifs

de transfert, et mises en œuvre des actions programmatiques. Parmi les diverses modalités de collaboration, celle des **laboratoires communs recherche-industrie** sera particulièrement privilégiée.

**La création d'entreprise** restera un axe fort du transfert, avec la définition d'un processus permettant de faire émerger des projets d'essai, qui s'ajoutera au traditionnel soutien à l'incubation de l'entreprise. L'institut proposera aussi des formations à l'entrepreneuriat et à l'innovation.

Enfin, le transfert via les logiciels libres sera pensé dans le cadre de cette stratégie proactive, en identifiant le mieux possible l'effet d'amplification attendu d'une diffusion via des communautés de développeurs et d'utilisateurs.

L'INRIA renforcera sa position au sein des pôles de compétitivité, aux côtés des grands acteurs industriels, mais aussi avec des PME, et s'attachera également à développer sa politique de transfert à l'international, notamment par le biais de laboratoires académiques conjoints. Parallèlement, il devra se tourner vers de nouveaux partenaires industriels, dans les secteurs de la santé, de l'énergie, de l'environnement ou des services.

Une telle politique ne va pas sans un renforcement des mécanismes de protection et

de valorisation de la propriété intellectuelle. Des dispositifs d'appui au dépôt de brevets seront mis en place à côté de ceux existant pour le dépôt de logiciel, et l'institut définira une ligne d'action claire sur les logiciels libres, dans le cadre des licences CECILL.

### La formation par la recherche

L'INRIA a la volonté d'amplifier, dans les prochaines années, sa mission de formation des jeunes doctorants dans toutes les dimensions qu'elle revêt : un nombre de doctorants accueillis dans les centres équivalent à celui des chercheurs et enseignants-chercheurs, une grande vigilance quant à la qualité des thèses préparées et à la qualité de la formation dispensée aux doctorants, formation qui sera complétée par des stages en entreprises, des séminaires, des écoles d'été, etc. En lien avec ses partenaires, l'institut poursuivra la politique de revalorisation de la rémunération des doctorants et d'accroissement du nombre des financements de thèses, notamment à travers les « contrats de recherche doctorale INRIA sur subvention » (CORDI-S), et dans le cadre de partenariats avec des entreprises ou des collectivités. L'INRIA mènera des actions de sensibilisation en direction des lycéens et étudiants de premier cycle universitaire, et, plus spécifiquement, vis-à-vis des jeunes femmes, trop peu présentes dans le domaine des STIC. Il amplifiera sa politique de partenariat avec les écoles doctorales.

### La diffusion de l'information scientifique et des connaissances

Internet a depuis quelques années bouleversé les pratiques de publication des chercheurs, en autorisant un accès libre et gratuit à tous les lecteurs. Ce mouvement – acté en octobre 2003 par la « Déclaration de Berlin », dont l'INRIA est signataire – a permis d'accroître l'impact des publications dès lors qu'elles sont rendues disponibles dans une « archive ouverte ». L'INRIA s'est associé avec ses partenaires à l'archive ouverte HAL, plate-forme de dépôt commune pour la production scientifique, et s'est donné comme objectif que toutes les publications de ses chercheurs y soient enregistrées.

Vers le citoyen, vers les jeunes, et vers tous ceux qui assimilent l'informatique à ses usages ou la réduisent à un outil, il devient urgent de faire simultanément comprendre les enjeux de la recherche et d'expliquer





**Le CAT (Contrôle Action Table), périphérique à 6 degrés de liberté pour environnement virtuel — IPARLA.**

la dimension scientifique du domaine. L'INRIA dispose d'un site de culture scientifique — Interstices — dont le corpus sera enrichi et rendu plus accessible au public lycéen. L'institut étendra ses relations avec l'Éducation nationale, en développant avec les enseignants des actions en direction des élèves.

Vers les étudiants, l'INRIA participera avec les établissements d'enseignement supérieur au développement « d'universités numériques thématiques ». Un maillage avec les sites de culture scientifique européens, permettant l'échange de contenus et d'images, sera engagé.

### **L'évaluation de la recherche et du transfert**

La qualité et la rigueur du processus d'évaluation des équipes-projets et des chercheurs sont au cœur de la vie scientifique de l'institut.

L'évaluation de chaque équipe-projet est menée, tous les quatre ans, au cours d'un séminaire thématique et par une commission composée d'une dizaine d'évaluateurs académiques et industriels, français et étrangers. Elle apprécie les contributions scientifiques, les développements technologiques (logiciels), les activités de transfert, les contributions à l'enseignement et à la formation par la recherche ainsi que les tâches d'encadrement. Elle fournit un rapport d'évaluation qui établit des recommandations sur la prolongation ou l'arrêt de chaque équipe-projet. Ce processus, particulièrement dynamisant et performant, sera maintenu en complément de celui que l'AERES met en place pour les centres de recherche.

### **L'engagement européen de l'INRIA**

Une des priorités de l'INRIA est son engagement dans l'espace européen de la recherche. La participation aux programmes-cadres constitue sur ce plan un des enjeux majeurs. Les chercheurs de l'institut ont participé à 119 projets du 6<sup>e</sup> PCRD, dont 93 seront encore actifs jusqu'en 2010. Sur le 7<sup>e</sup> PCRD qui vient d'être lancé, le taux de succès des propositions INRIA est déjà très élevé.

L'institut continuera à encourager fortement ses chercheurs à candidater sur les appels du Conseil européen de la recherche (ERC). Les échanges interfrontaliers seront développés et des équipes-projets communes seront constituées avec des établissements

d'enseignement et de recherche de pays voisins.

En s'appuyant notamment sur le consortium ERCIM, dont il a été l'un des fondateurs, l'INRIA continuera de s'impliquer fortement dans des échanges avec la communauté scientifique et technologique européenne, en renforçant le programme de bourses post-doctorales européennes, en développant ses relations avec de grands industriels européens, en participant activement aux programmes Euréka ITEA consacrés aux logiciels embarqués et distribués. Il s'engagera tout particulièrement sur les plateformes technologiques européennes dont il a adhéré aux structures de gestion.

### **Les coopérations avec l'Asie, l'Amérique et les pays du Sud**

La stratégie internationale de l'institut décline ses priorités par zones géographiques. Des coopérations fortes seront poursuivies avec les États-Unis et développées en Amérique du Sud (Brésil, Chili, Uruguay et Argentine). Les échanges avec l'Asie – en particulier la Chine, où le laboratoire LIAMA est déjà un acteur important, mais aussi Hong Kong, Taïwan, Singapour et l'Inde – seront approfondis, notamment en augmentant les flux de jeunes avec ces pays. Enfin, les pays africains, notamment ceux du Maghreb, resteront une zone de collaboration privilégiée avec une amplification du soutien à la formation par la recherche et à des projets communs de recherche.

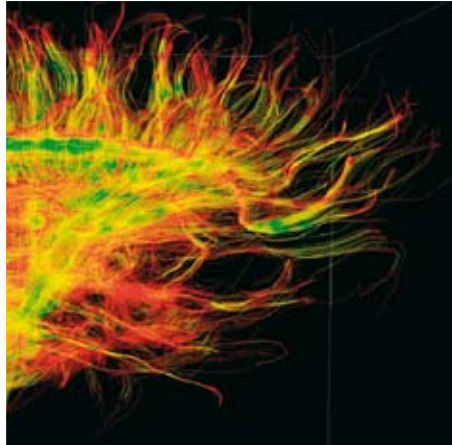
### **L'administration et les services**

Les priorités des fonctions de support et d'accompagnement de la recherche sont centrées sur l'amélioration de la qualité et de l'efficacité des services apportés. Elles se structurent autour de six grands axes : la politique de ressources humaines ; le renforcement de la déconcentration ; la mise en place d'une démarche qualité ; le déploiement d'un système d'information plus performant ; l'efficacité des structures de gestion mutualisées en appui des équipes-projets ; le partage d'une culture de management.

**Une gestion des ressources humaines fondée sur le développement des compétences** est un des points clés du succès de l'institut, dans un contexte d'intense compétition mondiale pour attirer les meilleurs. Il sera mis en place une gestion prévisionnelle des emplois et des compétences, en parti-



**Visualisation des grandes voies de connexion entre les différentes aires du cortex (à partir d'images IRM) — ODYSSEE.**



culier sur les métiers scientifiques. Le suivi de l'évolution professionnelle sera amélioré et renforcé, à travers les processus d'évaluation individuelle, mais aussi par la formation et l'accompagnement. La démarche de professionnalisation des managers de l'institut se poursuivra. L'institut veillera tout particulièrement à la promotion des femmes dans les métiers de chercheurs et les postes à responsabilité.

**La gestion financière et administrative sera fiabilisée et simplifiée**, dans le cadre du protocole de modernisation financière et comptable signé en 2006, et dans la perspective de la certification des comptes de l'institut, prévue à partir de 2009. Rénovation de nombreux processus internes, formalisation de dispositifs d'audit et de contrôle de gestion, dématérialisation des pièces administratives et comptables, meilleure maîtrise du budget et des coûts grâce à la mise en place d'un système de pilotage figurent parmi les priorités. Une démarche de professionnalisation accrue des acteurs complètera ce dispositif.

Disposer d'un **système d'information** plus complet, plus efficient et plus «urbanisé» est la condition du bon fonctionnement d'une organisation très décentralisée comme celle de l'INRIA. Le schéma d'orientation du système d'information prévoit de développer une logique de service, de systématiser une approche globale de ces services et de généraliser les démarches qualité permettant de gagner en fiabilité et en disponibilité. Parmi les priorités, on peut citer le déploiement d'un outil de GRH performant, le développement du travail en réseau, la rénovation du dispositif d'information scientifique et technique, ou la mise en place d'une politique de sécurité informatique.

**La communication interne aura mission de relayer et de porter ces changements** vers les collaborateurs de l'institut. Il s'agira d'expliciter les enjeux, de donner du sens, d'emporter l'adhésion des personnels et de développer le sentiment d'appartenance autour de valeurs partagées. Cela pour l'ensemble de l'institut et dans les centres de recherche, ce qui implique de renforcer la coordination entre le national et le local. Une adaptation des supports et des moyens existants sera faite pour servir au mieux ces objectifs.

## Organisation générale et fonctionnement interne

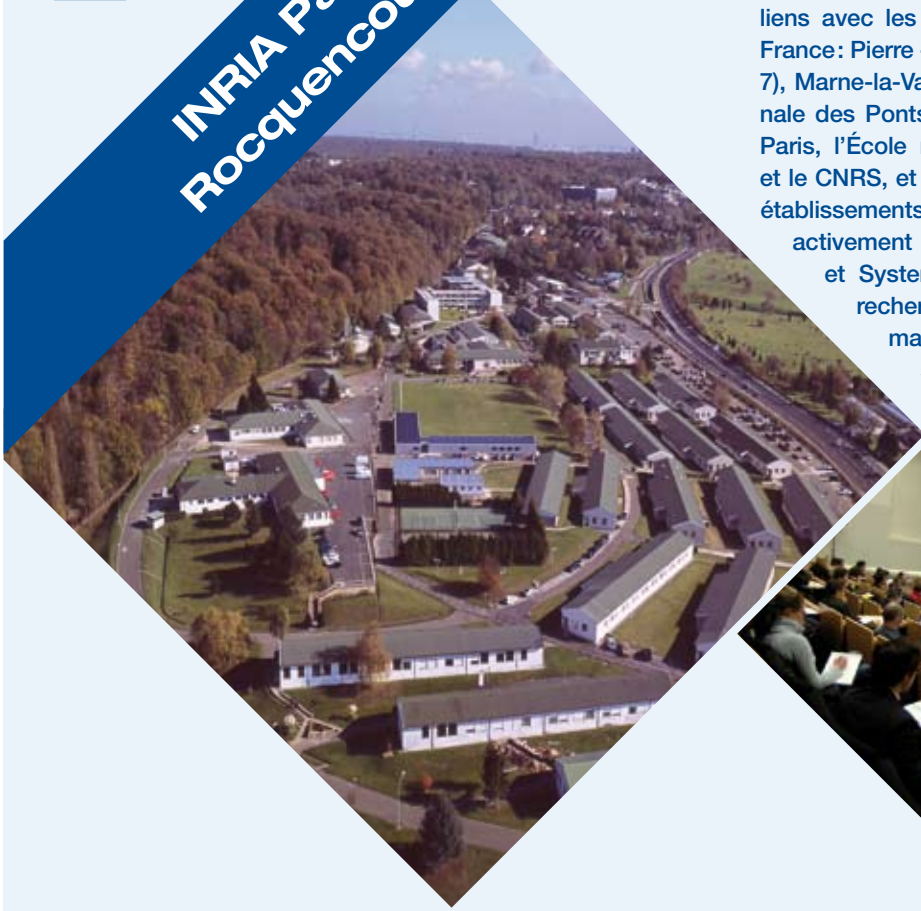
L'INRIA possède une organisation très «plate», avec trois niveaux de management. Les quelque 150 **équipes-projets** constituent la cellule de production de base. Elles sont regroupées au sein de huit **centres de recherche**, dont les directeurs ont une mission à la fois scientifique et managériale et, à ce titre, pilotent la politique de R&D du centre et les fonctions d'appui à la recherche assurées par des services mutualisés. Les huit directeurs de centre et les neuf responsables des «directions fonctionnelles» du siège forment, autour de la direction générale et au sein du comité de direction, la **direction nationale**. Le pilotage de l'INRIA est conduit selon un schéma matriciel qui articule les structures opérationnelles de production scientifique et technologique, que sont les centres de recherche, et les lignes fonctionnelles portées par les directions du siège. L'institut fonctionne selon le principe d'une forte déconcentration au niveau des centres de recherche, avec une grande autonomie des équipes-projets, les directions fonctionnelles garantissant l'unité de la politique de l'institut.

# 4

## Les centres de recherche INRIA

### INRIA Paris - Rocquencourt

**C**réé en 1967 en même temps que l'institut (IRIA), le centre de recherche INRIA Paris - Rocquencourt compte aujourd'hui 570 personnes, dont 380 scientifiques regroupés en 35 équipes-projets. Le centre a développé de nombreux liens avec les universités et les grandes écoles de l'Ile-de-France: Pierre - et - Marie - Curie (Paris 6), Denis-Diderot (Paris 7), Marne-la-Vallée et Versailles - Saint-Quentin, l'École nationale des Ponts et Chaussées, l'École normale supérieure de Paris, l'École nationale supérieure de Techniques avancées et le CNRS, et plus spécialement avec les laboratoires de ces établissements dont le LIP6 et le LIENS. Le centre participe activement aux pôles de compétitivité CapDigital, Mov'eo et System@tic, ainsi qu'aux Réseaux thématiques de recherche avancée (RTRA) Digiteo et Sciences mathématiques de Paris. Nombre de ces collaborations se font en synergie étroite avec l'autre centre de recherche INRIA situé en Ile-de-France, à Saclay. Le centre s'est fixé trois axes de recherche prioritaires : modélisation du vivant et de l'environnement ; réseaux et systèmes de communication ; sécurisation des logiciels.



**C**réé en 1979, l'année où l'IRIA devenait l'INRIA, le centre de recherche INRIA Rennes - Bretagne Atlantique s'est développé au sein d'un milieu universitaire et de recherche qui n'a cessé de s'enrichir et avec lequel il a tissé des relations très étroites. Sur Rennes et Lannion, il est partenaire du CNRS, de l'université de Rennes 1, de l'INSA de Rennes, regroupés dans l'IRISA (UMR 6074) et de l'ENS Cachan (antenne de Bretagne). Deux équipes-projets, situées à Nantes, sont communes avec le LINA, un laboratoire rattaché à l'université de Nantes, à l'École des Mines de Nantes et au CNRS.

Le centre entretient de nombreuses collaborations avec des partenaires industriels et applicatifs de son secteur de prédilection (informatique – télécommunications – multimédia), tant au plan régional, en participant activement au pôle Images & Réseaux, national (projets ANR) qu'aux plans européen et international.

Regroupant environ 580 personnes et 26 équipes-projets communes avec l'un ou plusieurs des partenaires mentionnés, le centre de recherche met en avant trois grandes thématiques prioritaires : maîtrise des réseaux et des systèmes distribués à très grande échelle ; conception, analyse et compilation de logiciels embarqués ; images et données multimodales : des méthodologies aux usages.



### INRIA Rennes - Bretagne Atlantique

**N**é en 1983, dans le cadre de la politique de décentralisation, le centre de Sophia compte aujourd'hui 460 personnes et 30 équipes-projets constituées en étroite partenariat avec les universités de Nice - Sophia Antipolis et de Montpellier et avec d'autres organismes de recherche, tels que le CNRS, l'INRA, le CIRAD et, en particulier, les laboratoires I3S, JAD et LIRMM. Le centre entretient des collaborations très fortes avec les entreprises présentes dans sa zone géographique. Il participe aux travaux de huit pôles de compétitivité de PACA (SCS, Pégase, Mer, Sécurité et sûreté, Photonique, etc.) et il est membre fondateur du pôle mondial Solutions communicantes sécurisées (SCS) qui regroupe plusieurs dizaines d'entreprises. Il contribue au développement de la technopole de Sophia Antipolis à travers sa participation à Telecom Valley et des 15 spin-off issues du centre. Il s'inscrit, d'autre part, dans le développement du pôle de Montpellier, notamment en participant à la fondation Montpellier Agronomie et Développement durable, et en entretenant des liens étroits avec l'INRA, le CIRAD et les partenaires du LIRMM. Il s'implique à développer le Campus STIC avec l'université de Nice-Sophia Antipolis et Eurecom, ainsi que des synergies fructueuses en médecine avec l'UNSA, le centre Antoine-Lacassagne et le CHU notamment. Ses trois thématiques prioritaires sont : communication et calcul omniprésents ; médecine et biologie computationnelles ; modélisation, simulation et interaction avec le monde réel.

**INRIA Sophia Antipolis -  
Méditerranée**



**L**e centre de recherche INRIA Nancy - Grand Est a été créé en 1986 et compte 480 personnes. Ses 22 équipes de recherche sont composées en étroite partenariat avec des organismes régionaux : l'université Henri-Poincaré à Nancy, les universités de Metz, Nancy 2 et Strasbourg, l'INP de Nancy et le CNRS, et principalement avec leurs laboratoires LORIA (Laboratoire lorrain de recherche en informatique et ses applications) et IECN (Institut Élie-Cartan). Le centre est également présent, au travers d'équipes-projets bi-localisées, sur les sites de Metz, Besançon et Strasbourg, dans le cadre de sa stratégie de rayonnement dans la grande région. Il développe depuis des années une collaboration privilégiée avec la Sarre, en Allemagne, et vise la création, à moyen terme, d'équipes-projets communes aux deux pays. Tout en continuant à soutenir les thématiques de recherche en informatique qui font sa force en Lorraine, l'institut s'attache à développer son potentiel en mathématiques appliquées, en automatique et dans les thématiques pluridisciplinaires situées à la confluence des STIC et d'autres secteurs scientifiques, notamment les sciences du vivant, la physique et les sciences humaines et sociales. Le centre de recherche INRIA Nancy - Grand Est développe prioritairement ses activités suivant trois orientations : cognition, perception, langue et connaissance ; simulation, optimisation et contrôle des systèmes complexes ; sûreté et sécurité des systèmes informatiques.

**INRIA Nancy -  
Grand Est**



# Les centres de recherche INRIA

Le centre de recherche INRIA Grenoble - Rhône-Alpes a été créé en 1992 et rassemble aujourd'hui environ 500 personnes. Ses 26 équipes-projets de recherche se répartissent entre Montbonnot, près de Grenoble, l'ENS à Gerland et le campus universitaire de la Doua à Lyon. Elles sont pour la plupart communes avec des établissements locaux : universités de Grenoble et Lyon (université Joseph-Fourier, Institut national polytechnique de Grenoble, université Claude-Bernard), l'École normale supérieure de Lyon et l'INSA de Lyon, ainsi que le CNRS, et plus précisément avec leurs laboratoires LIG, LJK, LIP ou CITI. Le centre entretient par ailleurs de nombreuses relations avec les grands acteurs locaux comme ST Microelectronics, France Telecom, Xerox, et irrigue le tissu industriel avec les nombreuses start-up qui ont vu le jour dans ses murs. Ses équipes participent aux pôles de compétitivité régionaux Imaginove et Minalogic et aux pôles mondiaux pôleAESe et System@tic. Sur le site lyonnais, les équipes du centre participent au RTRA *Innovations en infectiologie*. Les trois grandes priorités thématiques du centre sont : maîtrise des ressources dynamiques et hétérogènes – des systèmes embarqués aux infrastructures de calcul et de communication – ; modélisation et simulation des phénomènes multiéchelles et multicomposants ; perception et interaction avec des environnements réels et virtuels.

INRIA Grenoble -  
Rhône-Alpes



Avec Lille et Bordeaux, le centre de recherche INRIA Saclay - Ile-de-France est l'un des trois nouveaux centres qui ont été en gestation au sein de l'unité de recherche INRIA - Futurs, entre janvier 2002 et décembre 2007. Créé le 1<sup>er</sup> janvier 2008, le centre de recherche INRIA Saclay - Ile-de-France compte environ 350 personnes. Ses 21 équipes de recherche ont été constituées en s'appuyant sur des partenariats forts avec l'université Paris-Sud, l'École polytechnique, l'École normale supérieure de Cachan, le CNRS, et plus précisément avec leurs laboratoires : le LRI, le LIX, le LSV, le CMAP et le département de mathématiques de l'université Paris-Sud.

Les développements à venir seront fortement couplés avec l'activité du pôle de compétitivité System@tic, et s'inscriront dans le cadre des coopérations du RTRA Digiteo fondé par le CEA, le CNRS, l'INRIA, l'École polytechnique, l'université Paris-Sud et l'École supérieure d'électricité, en synergie étroite avec le centre de recherche Paris-Rocquencourt. Enfin, le centre développera également des relations fortes avec le CEA et ses partenaires dans le cadre du projet d'imagerie cérébrale NeuroSpin qui s'inscrit dans le contexte du pôle de compétitivité MediTech. Le centre de recherche INRIA Saclay - Ile-de-France développera prioritairement ses activités suivant trois orientations : la sécurité et fiabilité des logiciels ; le calcul haute-performance et les connaissances distribuées sur le web ; la modélisation, la simulation et l'optimisation de systèmes dynamiques complexes.



INRIA Saclay -  
Ile-de-France

**C**réé en 2008, avec Bordeaux et Saclay, à la suite d'une incubation de six ans au sein de l'unité INRIA - Futurs, le centre de recherche INRIA Lille - Nord Europe rassemble environ 200 personnes. Ses 10 équipes-projets ont été composées en s'appuyant sur des partenariats avec l'université des sciences et technologies de Lille (Lille 1), l'université Charles-de-Gaulle (Lille 3), l'École centrale de Lille et le CNRS. Sept équipes-projets sont communes avec le LIFL, deux avec le LAGIS et une avec le laboratoire Paul-Painlevé (laboratoire de mathématiques UMR 8524 CNRS et USTL). Le centre envisage de créer à l'avenir des équipes-projets en commun avec des universités européennes voisines. Le parc scientifique de La Haute-Borne, dans lequel le centre s'est installé récemment grâce à l'aide des collectivités locales et des fonds européens, sera le centre de gravité géographique du développement partenarial entrepris par le centre. Le pôle de compétitivité I-Trans sur les transports terrestres et tout particulièrement le pôle des Industries du commerce constitueront un axe privilégié de développement scientifique et de partenariat avec les entreprises, tout comme le campus interdisciplinaire de recherche et d'innovation technologique autour de l'intelligence ambiante inscrit dans le CPER. Le centre s'est fixé des orientations scientifiques prioritaires sur les infrastructures logicielles pour l'intelligence ambiante ; la modélisation du vivant, interactions avec le vivant ; la modélisation et simulation.

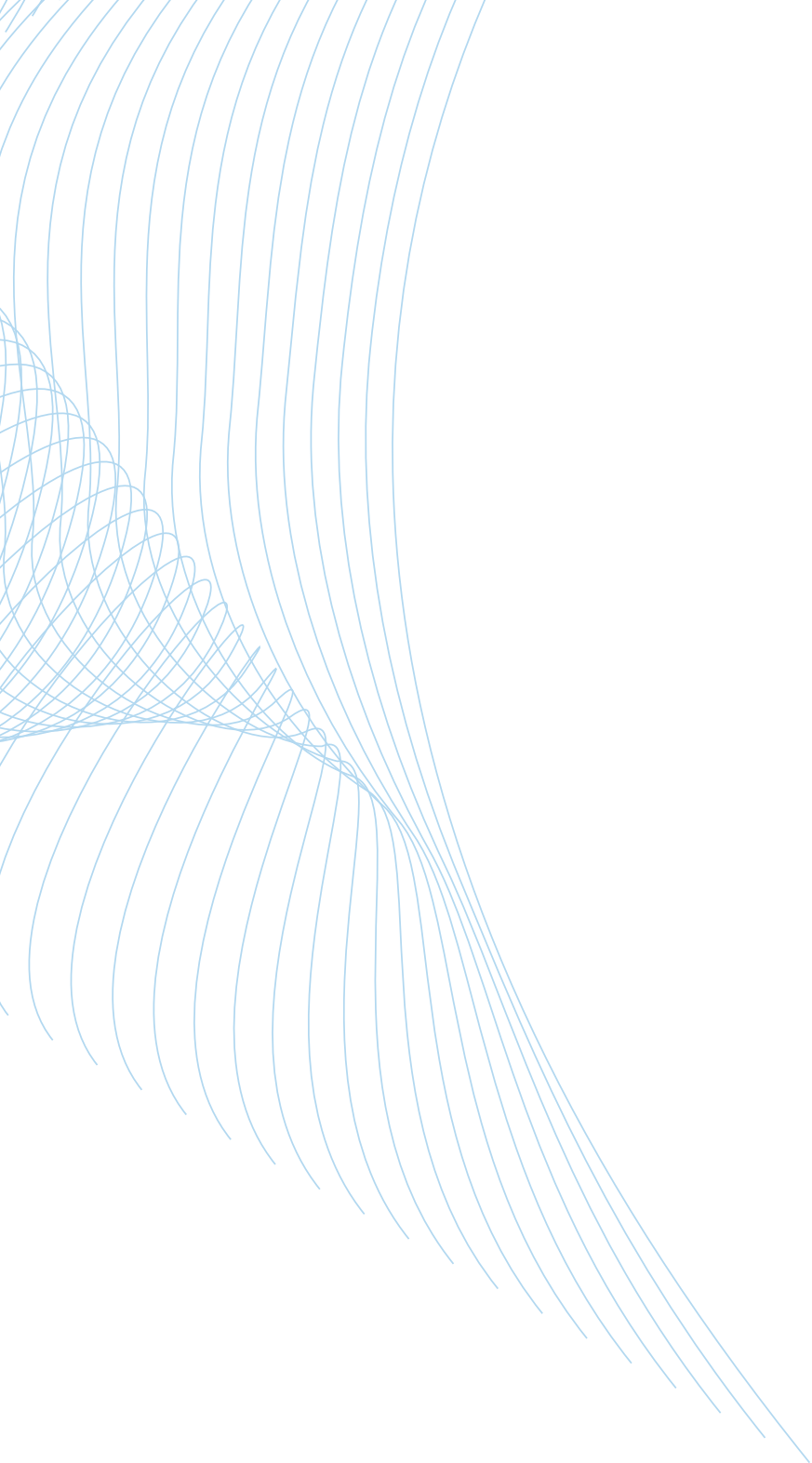
INRIA Lille -  
Nord Europe



**D**ernier né de l'unité INRIA - Futurs, avec ses jumeaux de Lille et Saclay en 2008, le centre de recherche INRIA Bordeaux - Sud-Ouest compte 273 personnes. Ses 13 équipes de recherche ont été constituées sur des partenariats forts avec les universités de Bordeaux et de Pau ainsi qu'avec le CNRS, et plus précisément avec leurs laboratoires : le LABRI, l'IMB, le LMA et le MIGP. Les compétences du centre seront mobilisées en appui des thèmes portés par le pôle de compétitivité Aerospace Valley. Le centre développe et développera plus encore des partenariats industriels et académiques avec les acteurs locaux. On peut citer, par exemple, Total, Safran/Turbomeca, Thales, Rhodia, le CEA (en particulier dans le cadre du programme de recherche autour du laser mégajoule), France Telecom, EDF, Airbus, SNCF, etc. directement, mais aussi au travers du pôle Aerospace Valley. Les capacités de développement du centre et les partenariats engagés permettent d'envisager une croissance d'au moins 50 % dans les quatre ans à venir. Bénéficiant de compétences locales de premier plan et d'apports extérieurs importants, les grandes priorités thématiques du centre sont : modélisation, calcul et systèmes parallèles ; simulation et visualisation ; systèmes formels.

INRIA Bordeaux -  
Sud-Ouest





INSTITUT NATIONAL  
DE RECHERCHE  
EN INFORMATIQUE  
ET EN AUTOMATIQUE

