



PLAN STRATEGIQUE 2003-2007

Juillet 2003

SOMMAIRE*

1. L'INRIA, UNE REUSSITE DE LA RECHERCHE FRANÇAISE	7
2. LES STIC, UN DOMAINE STRATEGIQUE POUR L'AVENIR DE LA FRANCE	21
3. L'AMBITION SCIENTIFIQUE ET TECHNOLOGIQUE DE L'INRIA	25
4. LA STRATEGIE DE L'INRIA POUR REALISER CETTE AMBITION	41

L'expression **Sciences et technologies de l'information et de la communication (STIC)** est employée dans ce document au même sens que dans le précédent Plan stratégique de l'INRIA, qui l'a rendue « populaire » dans le monde scientifique francophone. Elle désigne un ensemble cohérent de sciences et de techniques dont la « production » s'incarne notamment dans des *logiciels*. Ce domaine, qui recouvre le spectre des activités de recherche de l'INRIA, inclut non seulement l'informatique, mais aussi les télécommunications et le multimédia, la robotique, l'automatique, le traitement du signal et le calcul scientifique**. On reviendra plus loin sur les synergies très nombreuses entre ces disciplines, et sur les liens très étroits qui unissent dans ce secteur science et technologie.

* Une table des matières détaillée peut être consultée à la fin de ce document.

** La technologie des composants électroniques, essentiels au développement des STIC, est hors du champ considéré ici.

LES PRINCIPAUX OBJECTIFS DE L'INRIA POUR LES QUATRE PROCHAINES ANNEES

- Réaliser des percées scientifiques et technologiques du meilleur niveau mondial dans le cadre de sept grands défis prioritaires :
 - Concevoir et maîtriser les futures infrastructures des réseaux et des services de communication
 - Développer le traitement des informations et données multimédia
 - Garantir la fiabilité et la sécurité des systèmes à logiciel prépondérant
 - Coupler modèles et données pour simuler et contrôler les systèmes complexes
 - Combiner simulation, visualisation et interaction
 - Modéliser le vivant
 - Intégrer pleinement les STIC dans les technologies médicales

* * *

- Continuer à **développer un modèle d'établissement très ouvert** en associant ses activités de recherche fondamentale avec une forte implication dans les actions de transfert technologique, les collaborations industrielles et les créations d'entreprises, en réalisant de très nombreux échanges internationaux, et en **maintenant** au sein des équipes de recherche une proportion élevée de personnels non permanents.
- **Renforcer le partenariat avec les universités et les écoles**, développer la politique d'accueil d'enseignants-chercheurs et **contribuer à l'accroissement de l'effort national de formation par la recherche** dans le domaine des STIC.
- Contribuer avec les établissements d'enseignement supérieur et le CNRS à l'évolution de l'organisation du dispositif national de recherche publique dans le domaine des STIC, pour rendre ce dispositif plus lisible et pour **former des pôles d'excellence de niveau européen et international**.
- **Développer ses nouvelles implantations à Bordeaux, Lille et Saclay**, en vue d'ouvrir dans les quatre ans une nouvelle unité de recherche sur chacun de ces sites.

* * *

- **Accroître son attractivité dans la compétition internationale**, augmenter sa capacité à accueillir et recruter des étudiants et chercheurs étrangers, **amplifier son engagement dans l'espace européen de la recherche et développer ses collaborations avec l'Asie**.
- Amplifier ses efforts en matière de **diffusion de l'information scientifique et technique** vers la communauté scientifique et vers les jeunes.

* * *

- **Améliorer l'efficacité de la gestion administrative et financière**, et développer dans tous les services de support à la recherche la culture de professionnalisme et d'efficacité.
- **Poursuivre le développement de sa politique de ressources humaines**, notamment dans les domaines du management, de la mobilité et de la formation.

SYNTHESE

Malgré le retournement de conjoncture qui a marqué l'activité de ce secteur depuis trois ans, **l'innovation technologique dans le domaine des STIC continue de progresser de façon accélérée** et pénètre tous les secteurs de l'activité humaine : ingénierie, télécommunications, défense, santé, environnement, transports, commerce, finances, etc. **La recherche financée sur des fonds publics est le fondement de cette révolution** apportée par les STIC dans un monde où les logiciels et les capteurs deviennent omniprésents. L'interaction entre la recherche académique et l'innovation technologique est très intense : les recherches, parfois les plus fondamentales, contribuent avec une vitesse étonnante à développer de nouvelles technologies, qui influencent à leur tour, souvent en profondeur, les problématiques de la recherche.

Tirées par les applications à un rythme inconnu dans d'autres secteurs, mais aussi par une très forte dynamique scientifique, les STIC sont un domaine de recherche en pleine vitalité. La synergie entre l'informatique et les mathématiques appliquées est essentielle pour s'attaquer aux problèmes de modélisation ou de conception complexes, et les interactions avec toutes les autres sciences ne cessent de se renforcer : **l'informatique et la modélisation seront au cœur de la science des prochaines décennies.**

Jouant un rôle clé dans la compétitivité de toutes les entreprises, le domaine des STIC est aussi celui qui, avec les sciences du vivant, a le plus fort impact social ; il est enfin **le domaine de recherche le plus créateur d'emplois.** Pour toutes ces raisons, la recherche dans ce domaine est devenue un secteur d'activité **absolument stratégique et extrêmement compétitif** au niveau international. Il est impératif que ce domaine continue de bénéficier d'une priorité forte dans le cadre de la politique de recherche nationale, au sein des universités et des écoles comme au sein des organismes de recherche.

* * *

Institut de recherche renommé internationalement pour la qualité de ses chercheurs et de ses résultats scientifiques aussi bien que pour son implication dans les activités de transfert technologique dans tous les domaines de l'informatique et des mathématiques appliquées – réseaux et systèmes, programmation et algorithmique, traitement des connaissances, image et vision, robotique, automatique et calcul scientifique – **l'INRIA** est fortement mobilisé depuis plusieurs années pour relever les défis scientifiques et technologiques du domaine des STIC et pour s'engager très activement dans cette intense compétition internationale, où il est **l'un des principaux atouts français.** Au cours des prochaines années, l'institut devra :

- réaffirmer ses deux grands objectifs stratégiques, **excellence scientifique et transfert technologique**, et mobiliser ses efforts pour réaliser des percées scientifiques et technologiques majeures dans le cadre des **sept grands défis prioritaires** fixés dans ce Plan stratégique ;
- accorder une très grande attention à ses actions en matière de **formation par la recherche** et de diffusion de l'information scientifique et technique, et au **développement de ses collaborations européennes et de ses échanges internationaux** ;
- amplifier sa politique de **partenariat avec les universités et les écoles**, ainsi qu'avec les autres organismes de recherche, pour favoriser l'émergence en France de **pôles d'excellence visibles au meilleur niveau international.**

1. L'INRIA, UNE REUSSITE DE LA RECHERCHE FRANÇAISE

On ne peut présenter la stratégie de l'INRIA pour les prochaines années sans rappeler son histoire, ses richesses et ses faiblesses actuelles, ainsi que la dynamique forte qui l'anime aujourd'hui.

1.1. Quelques mots d'histoire

L'IRIA, Institut de Recherche en Informatique et en Automatique, est fondé en 1967 à Rocquencourt, près de Versailles, dans le contexte du « Plan Calcul » lancé pour renforcer la recherche et l'industrie française en informatique. Devenu INRIA en 1979, il prend en 1985 le statut d'EPST*.

Il est juste de dire que l'INRIA est fondé, pour l'essentiel, par **Jacques-Louis Lions**. Le professeur Lions mène la recherche en mathématiques appliquées à l'IRIA depuis 1967, puis il est le premier président de l'INRIA entre 1979 et 1984. Il est l'un des plus grands mathématiciens appliqués de son siècle, mais il est aussi un visionnaire qui comprend dès les années 50 que l'apparition des ordinateurs va permettre des développements scientifiques très profonds en mathématiques appliquées et en informatique. On voit encore à l'INRIA aujourd'hui plusieurs aspects du **riche héritage** laissé par Jacques-Louis Lions :

- un institut de recherche où l'informatique et les mathématiques appliquées sont simultanément présentes et interagissent en profondeur ;
- une vision positive des relations industrielles, source de problèmes de recherche nouveaux et intéressants ;
- une organisation basée sur des équipes de taille modérée, appelées projets de recherche, dont les membres partagent des objectifs communs, sans structures intermédiaires de type départements ;
- une grande attention apportée à la formation, et notamment à la formation doctorale, en coopération étroite avec les universités et les écoles ;
- une très forte implication dans des coopérations internationales.

Dans la même lignée, Alain Bensoussan, automaticien de renom international et ancien étudiant de Jacques-Louis Lions, lui succède à la présidence de l'INRIA de 1984 à 1996.

Dans les années 80 et le début des années 90, l'INRIA devient **un institut renommé en Europe et dans le monde** pour la qualité de ses chercheurs et de ses résultats scientifiques, notamment dans les domaines des langages et des environnements de programmation, de l'algorithmique, du traitement d'images, de l'automatique et du calcul scientifique. Au niveau national, l'institut joue un rôle de pionnier, comme l'attestent son action pour introduire Internet en France et son implication dès 1984 dans le soutien aux créations d'entreprises : 25 sociétés issues de l'INRIA sont créées entre 1984 et 1994, dont Ilog, leader mondial dans les composants logiciels pour l'optimisation. L'INRIA s'implique fortement dans ce que l'on appelle aujourd'hui « l'espace européen de la recherche », notamment par la création du groupement ERCIM fondé en 1989 avec le GMD en Allemagne et le CWI aux Pays-Bas. En 1995, l'INRIA est choisi par le MIT et la commission européenne pour être l'hôte européen du *World Wide Web Consortium* (W3C), l'organisation de standardisation des technologies du Web.

Dans la même période, l'INRIA développe des partenariats importants au sein du dispositif national de recherche et d'enseignement supérieur. Il crée de nouvelles unités de recherche à Rennes, sur le campus universitaire, et dans la toute jeune technopole de Sophia-Antipolis près de Nice au début des années 80, puis en Lorraine en 1986, principalement sur le campus universitaire de Nancy. La cinquième unité de recherche, appelée Rhône-Alpes, est ouverte à Grenoble en 1992, avec une antenne à Lyon.

* Une table des sigles est donnée en Annexe 3.

1994 est l'année du premier Plan stratégique de l'INRIA, dont l'impact porte principalement sur le resserrement des liens avec les applications des recherches et l'accroissement des relations industrielles. De ce Plan stratégique date le « slogan » qui résume les objectifs stratégiques de l'institut : **excellence scientifique et transfert technologique**. Il est à l'origine d'une **très forte mobilisation** de l'INRIA et de ses personnels pour développer les activités de valorisation de la recherche, comme l'atteste le fait que les ressources liées aux contrats de recherche de l'institut doublent entre 1994 et 1999 alors que les effectifs permanents de l'institut progressent de moins de 10%. Cette période voit aussi de profonds changements externes : la « convergence » de l'informatique, des télécommunications et de l'audiovisuel, la dérégulation des télécommunications, et le fantastique développement d'Internet et des technologies de l'information et de la communication. En lien avec ces changements, **l'institut infléchit sensiblement ses thèmes de recherche** pour s'impliquer davantage dans le domaine des télécommunications, notamment sur les technologies d'Internet et du Web et sur la modélisation des réseaux. Dans le même temps, l'institut poursuit activement ses investigations dans le domaine des technologies médicales, commencées progressivement à partir du début des années 90.

En interne, la période 1994-1999 voit aussi le renforcement de plusieurs aspects de la politique d'établissement de l'INRIA :

- l'institut accroît la qualité et la rigueur du processus d'évaluation des projets de recherche, et amplifie le renouvellement des projets de recherche et celui de leurs responsables ;
- il renforce son action en faveur de la création d'entreprises en créant sa filiale INRIA-Transfert chargée de jouer un rôle d'incubateur et de mettre en place les tout premiers fonds d'amorçage ;
- il augmente son ouverture en encourageant résolument la mobilité de ses chercheurs et ingénieurs et en ouvrant plus largement son recrutement à des candidats extérieurs ;
- il amplifie ses partenariats au sein du dispositif national de recherche en augmentant le nombre de projets communs avec d'autres établissements et en lançant la formule très appréciée des « actions de recherche coopérative » ouvertes à des équipes extérieures pour développer de nouvelles coopérations et attaquer des thèmes de recherche originaux ;
- il commence à accroître ses efforts pour mettre en place une politique des ressources humaines plus dynamique.

En même temps que ce **grand dynamisme**, les années 1994-1999 voient l'institut traverser **quelques difficultés** sérieuses. Elles sont liées pour une part à la mauvaise conjoncture économique, avec ce que l'on a appelé la « crise de l'informatique » de la période 1993-1997, et aux contraintes sévères qui s'exercent sur le budget de l'Etat et rendent très difficile le développement des deux unités de recherche les plus récentes, Lorraine et Rhône-Alpes. Toute l'action de l'institut souffre du manque de personnels ITA (ingénieurs, techniciens et administratifs) pour maintenir à un bon niveau les activités de support à la recherche. Sur un autre plan, la contractualisation des laboratoires de recherche des universités et du CNRS, vers 1995-1996, crée quelques tensions entre l'INRIA et ces établissements du fait des difficultés à accommoder cette structuration en laboratoires avec l'organisation de l'INRIA en équipes de plus petite taille.

1.2. La période 1999-2003 : un développement sans précédent

A partir de 1997, l'INRIA amplifie ses actions pour insister, en France et en Europe, sur **l'importance stratégique du domaine des sciences et technologies de l'information et de la communication (STIC)**. Après un premier texte prospectif intitulé « L'INRIA dans 10 ans », adressé en 1997 au gouvernement nouvellement nommé, l'institut se donne **en 1999 un nouveau Plan stratégique ambitieux**. Ce Plan stratégique plaide avec vigueur pour que le domaine des STIC bénéficie d'une priorité affirmée dans le cadre de la politique nationale de recherche. Il affirme aussi la volonté de l'INRIA d'amplifier son effet d'entraînement au sein du dispositif national, et son ambition de participer plus activement à l'intense compétition internationale du secteur des STIC avec l'objectif de devenir, en quelques années, un institut

reconnu comme le leader européen et l'un des meilleurs centres mondiaux dans son domaine de recherche. Ce Plan stratégique a eu un très fort impact sur l'activité de l'institut.

1.2.1. Une très forte priorité

2000 est une année charnière dans l'histoire récente de l'INRIA. Le Conseil interministériel pour la société de l'information, réuni le 10 juillet 2000 sous la présidence du Premier ministre, souligne que le Plan stratégique élaboré l'année précédente par l'INRIA constitue un élément déterminant dans la définition d'une politique nationale ambitieuse dans le domaine des STIC et annonce **un accroissement important de l'effort de recherche public dans ce domaine.** Cet accroissement, reconnu comme essentiel pour développer et conforter la place de la France, et plus largement de l'Europe, en matière d'innovation et de compétitivité économique, concerne l'ensemble des acteurs du domaine : les universités et écoles, et notamment celles du GET, Groupement des Ecoles des Télécommunications, le CNRS avec la création du nouveau département STIC (DSTIC), et l'INRIA. Le Premier ministre affirme la nécessité de doubler à terme les moyens de l'institut, et annonce la signature du Contrat quadriennal 2000-2003 qui inclut un engagement du gouvernement pour la première partie de cette croissance : ce Contrat quadriennal prévoit que les emplois financés par l'Etat au sein de l'INRIA seront portés à 1180 – 1100 emplois permanents et 80 postes contractuels – en 2003, à comparer à 766 emplois permanents en 2000.

Cet engagement exceptionnel en faveur de la croissance de l'INRIA constitue donc **un formidable signe de reconnaissance** de la qualité de l'action de l'INRIA et de ses personnels. Il donne à l'institut **de nouvelles responsabilités** au niveau national, et un nouvel élan pour participer avec ambition à la compétition internationale. Cette priorité accordée à l'INRIA est ensuite confirmée en 2002 par le nouveau gouvernement si bien que, malgré les contraintes budgétaires s'exerçant sur le budget de la recherche, l'essentiel de l'accroissement prévu dans le Contrat quadriennal est effectivement réalisé : en 2003, l'institut compte 1148 emplois – 1031 emplois permanents et 117 postes contractuels.

1.2.2. Un institut fortement engagé dans la compétition internationale

Un des principaux défis de la période 1999-2003, et une des principales réussites de l'institut, concerne le **succès des campagnes de recrutements** et d'accueils ouvertes à l'INRIA. L'institut augmente considérablement ses efforts pour attirer davantage de chercheurs étrangers vers ses équipes. Ces efforts sont couronnés d'un grand succès, et l'INRIA est devenu aujourd'hui **un institut beaucoup plus international** : pratiquement un tiers – 32 % – des chercheurs permanents recrutés par l'INRIA entre 2001 et 2003 ne sont pas de nationalité française. De plus, l'institut amplifie fortement sa politique d'accueil, en réservant environ un tiers des emplois créés pour l'accueil d'enseignants-chercheurs ou de fonctionnaires des corps techniques de l'Etat, et en accueillant sur des contrats à durée déterminée des jeunes ingénieurs en sortie d'écoles pour une sorte de premier emploi à fort contenu technologique avant de rejoindre l'industrie. En lien avec les écoles et universités dont il est partenaire, l'INRIA est aussi très attentif à ce que l'accroissement du nombre de ses chercheurs s'accompagne d'une **croissance du nombre des doctorants** présents dans ses projets de recherche. Ce nombre s'élève de 530 à 750 entre le premier semestre 2000 et le premier semestre 2003 ; 30% de ces doctorants environ sont étrangers.

De nombreux signes témoignent de **la forte augmentation du rayonnement international de l'INRIA** au cours des quatre dernières années : la croissance du nombre des articles de revues internationales et de leur facteur d'impact, plus que proportionnelle à celle des effectifs, l'augmentation du nombre des visiteurs étrangers, notamment en provenance de l'Asie et de toute l'Europe, la participation importante de l'institut au cinquième PCRD de l'Union européenne, en progression très nette par rapport au quatrième PCRD, la visibilité croissante du groupement ERCIM dont l'INRIA assure la direction et auquel est confié en 2003, à l'initiative de l'institut, le rôle d'hôte européen du W3C. Aux yeux de nombreux observateurs, l'objectif que

s'était donné l'institut de figurer **au premier rang des centres de recherche européens** de son domaine est atteint ou en voie de l'être en 2003.

Le caractère international de la vie scientifique de l'INRIA est également renforcé par les aménagements apportés ces dernières années aux processus d'évaluation des projets de recherche. Depuis 2002, **l'anglais est la langue de l'évaluation à l'INRIA**, ce qui permet à l'institut de faire largement appel à des spécialistes non francophones pour la constitution des collèges d'experts chargés de cette évaluation. De plus, un comité d'évaluation stratégique – *visiting committee* – constitué presque exclusivement de personnalités étrangères est réuni pour la première fois en 2002 pour évaluer l'action de la direction de l'institut et porter une appréciation globale sur l'INRIA¹. Enfin, le renouvellement du conseil scientifique de l'INRIA en 2003 permet de donner à ce conseil une composition résolument européenne.

1.2.3. Des partenariats et un effet d'entraînement renforcés dans le dispositif national

En France, **l'INRIA amplifie ses partenariats avec les établissements d'enseignement supérieur**. Plus des deux tiers des projets de recherche de l'institut sont aujourd'hui communs avec ces établissements, alors que cette proportion était proche de la moitié en 1999. Ce partenariat avec des organismes de recherche et des universités ou écoles se traduit par **un fort effet d'entraînement** puisque les équipes de l'INRIA rassemblent environ 3000 personnes, dont 900 fonctionnaires titulaires de l'INRIA (400 chercheurs et 500 ITA), une centaine de fonctionnaires accueillis en détachement dans le cadre de la politique d'accueil de l'institut, 500 titulaires d'autres établissements (près de 400 enseignants-chercheurs des universités et écoles, 70 chercheurs CNRS et 60 ITA ou IATOS), 750 doctorants, une centaine de post-doctorants, environ 250 ingénieurs contractuels (majoritairement financés sur les ressources contractuelles), et quelques centaines de visiteurs de courte ou moyenne durée sur des statuts variés. Toutes ces personnes contribuent à l'accomplissement des missions de l'INRIA et bénéficient du support de l'institut en matière administrative et informatique et en matière de relations industrielles ou internationales.

Une autre évolution importante, à l'échelle nationale, concerne les choix effectués par l'INRIA pour ses **nouvelles implantations**. Convaincu dès la signature de son Contrat quadriennal en 2000 que sa croissance ne doit pas se réaliser seulement sur les sites de ses cinq unités de recherche, l'INRIA mène en 2001 une réflexion approfondie à ce sujet et propose à son conseil d'administration un schéma de développement à long terme. Outre les considérations liées à l'aménagement du territoire, les principes essentiels retenus dans cette réflexion portent sur le développement des liens avec les établissements d'enseignement supérieur, la complémentarité avec le CNRS, et la nécessité de préserver les principales qualités de l'organisation de l'INRIA, notamment sa capacité à éviter la dispersion de ses moyens et à mener une politique scientifique globale. Le schéma de développement approuvé par le conseil d'administration prévoit l'ouverture, à terme, de trois nouvelles unités de recherche à Bordeaux, à Lille et sur le plateau de Saclay². Pour lancer la dynamique de son implantation sur ces trois sites et bien l'intégrer dans son organisation interne, l'institut décide de créer au 1^{er} janvier 2002 une sixième unité de recherche « sans murs », appelée Futurs, trilocalisée sur Bordeaux, Lille et Saclay. Après 18 mois d'existence, la dynamique de cette unité de recherche est bien lancée : une dizaine de projets de recherche communs avec les universités et écoles des trois sites et avec le CNRS sont en place.

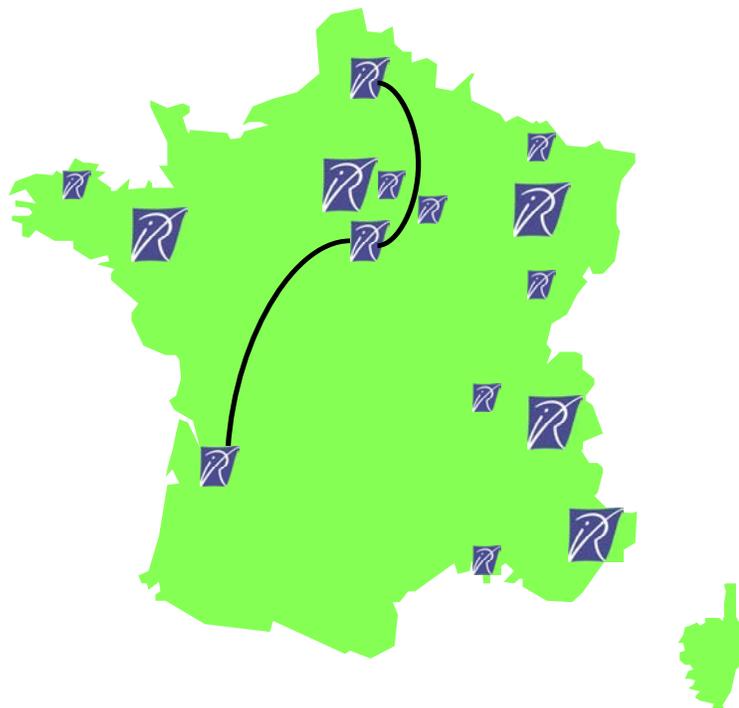
Dans le même temps, l'institut met en œuvre, autour de chacune des cinq unités de recherche plus anciennes, la politique d'élargissement géographique proposée dans son Plan stratégique de 1999 : pour amplifier son rôle régional, chacune de ces unités a aujourd'hui un petit nombre de projets de recherche situés hors du site

¹ Les recommandations de ce *visiting committee* ont joué un rôle important dans l'élaboration de ce Plan stratégique.

² Il est important de noter que, en choisissant un site de la région parisienne pour l'une de ses futures unités de recherche, l'INRIA a pris l'engagement de ne pas augmenter la proportion de ses personnels permanents affectés en Ile-de-France.

de l'unité de recherche. Au premier semestre 2003, l'institut compte ainsi une quinzaine de ces projets « hors-sites » situés à Besançon, Cachan, Lannion, Lyon, Marne-la-Vallée, Marseille, Metz et Paris. Compte-tenu du potentiel scientifique et industriel important de Lyon, la deuxième ville du pays, c'est dans cette ville que s'est produit le plus fort développement « hors-site », qui donne désormais à l'unité de recherche Rhône-Alpes, majoritairement installée à Grenoble, un certain caractère bipolaire.

Au premier semestre 2003, la carte des implantations de l'INRIA est la suivante :



1.2.4. Une politique scientifique affirmée

En regard de la priorité demandée au gouvernement, l'institut s'engage dans son Plan stratégique de 1999 à **mobiliser particulièrement ses efforts sur quelques thèmes prioritaires**. Ces thèmes prioritaires comprennent cinq « défis scientifiques » :

- maîtriser l'infrastructure numérique en sachant programmer, calculer et communiquer sur Internet et sur des réseaux hétérogènes,
 - concevoir les nouvelles applications exploitant le Web et les bases de données multimédia,
 - savoir produire des logiciels sûrs,
 - concevoir et maîtriser l'automatique des systèmes complexes,
 - combiner simulation et réalité virtuelle,
- et deux domaines d'application :
- télécommunications et multimédia,
 - santé et biologie.

Ce renforcement de la politique scientifique est l'une des évolutions les plus importantes des quatre dernières années. Depuis 2000, l'institut tient fortement compte de ces thèmes prioritaires pour les décisions d'attribution de postes et de moyens à ses équipes de recherche, notamment pour le recrutement de chercheurs permanents, qui font l'objet de messages de politique scientifique adressés par écrit aux jurys de concours. Tout en laissant une place réelle au développement des activités non prioritaires, cette mise en œuvre d'une politique scientifique beaucoup plus nettement affirmée qu'au cours des périodes précédentes se traduit donc en **une politique de recrutement clairement affichée**, qui contribue à augmenter

l'attractivité de l'institut dans les thèmes prioritaires. A titre d'illustration, on peut mentionner que, malgré une forte mobilité externe, le taux de croissance du nombre de chercheurs titulaires de l'INRIA dans le domaine des réseaux de télécommunications a été, au cours des dernières années, plus de cinq fois supérieur à celui du domaine du calcul scientifique.

Au-delà de leur prise en compte pour les recrutements, les thèmes prioritaires du Plan stratégique de 1999 influencent aussi de nombreuses réflexions et décisions au sein de l'institut. En particulier, il est fortement tenu compte de ces priorités dans les décisions de création de nouveaux projets de recherche, ainsi que dans les discussions menées lorsque, après l'arrêt d'un projet de recherche, les chercheurs réfléchissent à rejoindre des projets existants ou à proposer des activités nouvelles. Même si elle est inégale, **l'influence des thèmes prioritaires dans la dynamique de la vie scientifique de l'INRIA** est donc très sensible. En particulier, en lien avec les deux premiers défis scientifiques et le premier domaine d'application prioritaire, l'institut amplifie beaucoup ses recherches sur les réseaux de télécommunications (réseaux haut débit, mobiles, sans fil, ad hoc), le transport et le traitement de données multimédia, le développement « d'intergiciels » (*middleware*) pour le calcul distribué et le « *grid computing* », ou la langue naturelle. De plus, le domaine de la santé et de la biologie connaît un succès nettement supérieur aux attentes, avec des progressions très nettes concernant la bio-informatique, les technologies médicales et les neurosciences.

L'engagement de l'INRIA à mobiliser ses efforts sur les thèmes prioritaires ne concerne pas seulement ses contributions scientifiques, mais porte aussi sur les activités de **transfert technologique**. Malgré ses difficultés économiques, le secteur des télécommunications devient clairement le premier domaine industriel auquel contribuent les recherches de l'INRIA, et l'institut y développe des partenariats étroits avec des entreprises qui sont des leaders européens ou mondiaux comme Alcatel, France Telecom, Hitachi ou Philips. En France, les relations industrielles de l'institut, notamment avec les PME, sont amplifiées par son implication dans les réseaux nationaux de recherche et d'innovation technologique mis en place par le gouvernement. L'INRIA et sa filiale INRIA-Transfert poursuivent résolument leurs activités de soutien à la création d'entreprises si bien que le nombre de créations de sociétés issues de l'INRIA dépasse 60 et que, malgré les difficultés de la conjoncture économique, il retrouve dès 2003 le niveau de l'année 1999, bien inférieur certes à celui atteint en 2000 dans l'euphorie de la « bulle Internet ». Par ailleurs, une des évolutions essentielles de la période quadriennale en matière de transfert technologique concerne l'accroissement des efforts consacrés, au sein des équipes de recherche, à l'amélioration de la qualité des travaux de développement de logiciels. En s'appuyant sur l'expérience du W3C, l'institut favorise la constitution de consortiums avec des partenaires académiques et industriels pour partager les efforts de développement et accroître les chances de succès de plusieurs logiciels libres issus de ses recherches.

1.2.5. En interne, deux sources de fragilité

Une croissance aussi rapide – environ 50% en trois ans – s'accompagne inévitablement **de nombreuses évolutions internes, parfois difficiles à maîtriser**. L'INRIA a donc été confronté à de nombreuses questions nouvelles concernant son organisation, sa politique de ressources humaines, ses pratiques managériales et sa gestion administrative. Sur ces différents fronts aussi, la mobilisation de la direction et des personnels de l'institut a été importante, mais il faut admettre que des difficultés sérieuses demeurent.

Le domaine dans lequel les progrès les plus nets ont été réalisés est celui de la politique des ressources humaines, même si, bien sûr, il reste encore du chemin à parcourir. Le bilan est moins favorable concernant les questions d'organisation. La répartition des rôles entre les directions du siège de l'institut, chargées de fonctions de pilotage, et les services des unités de recherche reste souvent trop imprécise. Mais il existe surtout deux éléments préoccupants concernant le fonctionnement interne de l'institut, sur lesquels des progrès rapides doivent être réalisés pour éviter **le risque de fragiliser gravement toute la dynamique de l'INRIA** :

- **Maîtriser les équilibres budgétaires** au cours de la croissance d'un établissement public dont les effectifs augmentent d'environ 50% en trois ans est un exercice difficile. Globalement, la forte priorité marquée en faveur de l'INRIA a permis que ces équilibres ne soient pas trop mis à mal : dans la dotation de l'institut, l'augmentation des crédits de paiement entre 2000 et 2003 a été à peu près proportionnelle à la croissance des effectifs. Mais ceci a été insuffisant, d'autant plus que les crédits destinés aux opérations d'investissement n'ont réellement crû qu'en 2003, alors que les besoins d'investissement, notamment immobiliers, étaient très grands dès le début de la période de croissance. Il en résulte, depuis deux ans, une compétition très tendue au sein du budget de l'institut entre les besoins d'investissement et les besoins de crédits de fonctionnement, et, finalement, une baisse sensible de la dotation de fonctionnement de nombreuses équipes de recherche alors même que leurs effectifs ont nettement augmenté. Si cette tendance à **l'appauvrissement des équipes de recherche** n'était pas rapidement et résolument enrayée, elle risquerait fort de ruiner tous les efforts réalisés depuis trois ans.
- **La gestion administrative et financière**, déjà en difficulté avant la période de croissance du fait du manque d'effectifs d'ITA, **est aussi dans une situation fragile**. Les origines des difficultés sont nombreuses, liées à la fois à un accroissement du nombre d'emplois d'ITA insuffisant pour faire face à l'augmentation des actes de gestion, à l'inadaptation des outils d'informatique de gestion et au retard du projet démarré en 2001 pour les remplacer par un système d'information intégré, mais aussi à certaines évolutions de la réglementation et à des faiblesses internes en matière d'encadrement ou de méthodes de travail, avec notamment une culture de contrôle de gestion insuffisamment développée.

1.3. Les recherches de l'INRIA

Les domaines de recherche de l'INRIA sont l'informatique et les mathématiques appliquées – automatique, traitement du signal et calcul scientifique³. En employant d'autres mots, parfois plus utilisés aujourd'hui, on peut dire aussi que les recherches de l'institut concernent **le traitement de l'information et la modélisation**.

1.3.1. Des domaines scientifiques en pleine vitalité

Les recherches dans ces domaines s'exercent et progressent sur plusieurs fronts :

- D'une part, comme dans les autres grands domaines scientifiques, elles incluent un travail de production et d'organisation des connaissances, d'extraction et de **mise au point d'idées générales et profondes** qui sont ensuite analysées, développées et appliquées.
- D'autre part, elles s'attaquent à **de nombreux problèmes nouveaux**, parfois inattendus, dont l'émergence est souvent une **conséquence de l'évolution extrêmement rapide des technologies**, notamment de l'augmentation exponentielle de la puissance des microprocesseurs, de la capacité de communication des fibres optiques et de la densité des mémoires ou des disques magnétiques, ainsi que de l'impact considérable du déploiement du Web. La miniaturisation des capteurs et les quantités croissantes de données disponibles sont aussi à l'origine de nouveaux développements scientifiques pour mettre au point de nouveaux algorithmes visant à analyser ces données et à réguler, contrôler ou simuler des systèmes de plus en plus complexes.
- Enfin, **les interactions avec les autres sciences** sont des éléments essentiels de la vitalité de l'informatique et des mathématiques appliquées. Elles se produisent à **double sens** : les autres disciplines apportent de nouveaux problèmes ou de nouveaux défis pour le traitement de l'information et la modélisation, et, inversement, l'existence de nouveaux outils de conception et de simulation modifie, parfois en profondeur, les problématiques et même certains paradigmes dans de nombreuses disciplines.

³ Tout au long de cette section, les textes encadrés donnent quelques exemples des questions de recherche étudiées aujourd'hui à l'INRIA ; le dernier encadré présente une brève description des six unités de recherche de l'institut.

Au-delà de l'évolution régulière de la puissance de calcul, de la mémoire et de l'espace de stockage disponibles, qui a un impact sur tous les domaines de recherche de l'INRIA, on décrit ici quelques exemples spécifiques où **les changements technologiques sont à l'origine de nouvelles questions de recherche** :

- Les **nouveaux capteurs** sont à l'origine de travaux liés à de nouveaux domaines d'application : imagerie biologique, imagerie biologique in vivo, imagerie médicale, neurosciences, prothèses médicales, suivi de la pollution atmosphérique, sécurité des installations, etc.
- Les **outils de numérisation** massive – capteurs d'information géométrique – et les **cartes graphiques**, à la fois très performantes et bon marché, rendent considérablement plus accessible le traitement de l'information géométrique. Les systèmes de visualisation et de sonorisation 3D se répandent et l'accès à des « environnements virtuels » se démocratise.
- Le développement de nouveaux moyens d'accès au réseau, et notamment des **périphériques mobiles**, pose un très large éventail de questions sur l'architecture des réseaux, la différenciation de qualité de service, et ouvre la voie à de nouvelles applications.
- La **technologie des circuits intégrés** permettra d'intégrer avant la fin de la décennie une dizaine de milliards de transistors sur une puce de silicium. Mais la distance entre les capacités offertes par la technologie et le potentiel des outils de conception ne cesse de croître. Il faut trouver des méthodes et des outils qui permettent de limiter le coût et les délais de production des systèmes intégrés sur silicium.

Tous ces facteurs de vitalité jouent à plein dans les domaines, relativement jeunes, de l'informatique et de la modélisation. Dans ce secteur plus que dans beaucoup d'autres, **le « cercle vertueux » liant recherche de base et applications joue à plein**. Les recherches menées dans les laboratoires, et dans certains cas les plus fondamentales, sont utilisées pour développer de nouveaux produits selon un rythme extraordinairement accéléré tandis que les perspectives ouvertes par les nouvelles technologies renouvellent, très souvent en profondeur, les problématiques de recherche. Partout, derrière les succès brillants de la technologie, derrière les développements qui conduisent à la création de nouvelles entreprises innovantes, il y a **des recherches fondamentales passionnantes**, qui débouchent sur de nouvelles théories, de nouveaux modèles, de nouveaux outils logiciels et alimentent des domaines scientifiques d'un grand dynamisme.

Des **idées venues de la physique statistique** jouent un rôle dans plusieurs secteurs des STIC. Un défi d'importance est la compréhension de nombreux phénomènes de seuil qui se manifestent dans certains problèmes difficiles d'optimisation combinatoire liés à la résolution de contraintes : il s'agit d'un domaine encore mal connu où se confrontent des approches combinatoires, probabilistes, et issues de la physique statistique. La taille des réseaux informatiques permet désormais d'envisager des techniques de la physique statistique, avec des modèles où chaque élément du système n'est soumis qu'à des contraintes de voisinage et agit dans son voisinage direct. Un autre exemple apparaît dans la modélisation du vivant, pour expliquer les phénomènes de synchronisation des nano-moteurs qui entrent en jeu dans la contraction musculaire.

Il est important d'insister ici sur **les relations avec les autres sciences**, qui jouent un rôle majeur dans la politique scientifique de l'INRIA. Les interactions avec les mathématiques, avec la physique, la chimie et la mécanique ont été explorées dès les débuts de l'IRIA et de l'INRIA, mais elles se sont développées récemment dans des directions nouvelles, comme le montrent par exemple les contributions apportées ces dernières années en géométrie algorithmique ou stochastique et en chimie computationnelle. La dernière décennie a vu aussi un grand accroissement de l'interaction de l'INRIA avec les sciences de l'environnement, et surtout avec les sciences du vivant, dans des directions variées : bio-informatique, biologie moléculaire, neurobiologie, biomécanique, modélisation d'organes ou de fonctions physiologiques, etc. L'INRIA considère que **l'interaction entre les STIC et les sciences du vivant** jouera un rôle majeur et profond dans la science des prochaines décennies, de même que la profonde interaction et le grand enrichissement mutuel des mathématiques et de la physique ont tenu une grande place dans l'aventure scientifique au cours des deux ou trois derniers siècles.

La compréhension et la modélisation de phénomènes environnementaux impliquent l'extraction, à partir de capteurs de plus en plus divers, d'une masse considérable de données qu'il faut ensuite gérer et traiter, et posent des problèmes de modélisation difficiles. On a souvent affaire à des phénomènes d'évolution en milieu ouvert, en général non reproductibles, se déroulant à différentes échelles temporelles ou spatiales ; la non-linéarité induit souvent une dynamique complexe, avec des instabilités ou des bifurcations. Les applications impliquent une chaîne de traitements qui part des données issues des capteurs, comporte des simulations dont l'objectif est d'être prédictives – pour la météorologie et la climatologie, la prévision d'inondations, la surveillance de la pollution de l'air ou de l'eau, la gestion de ressources en eau, etc. – et va jusqu'à la mise au point de systèmes d'aide à la décision. On est confronté au problème de l'assimilation de données pour estimer des paramètres, reconstituer un état initial ou compléter un modèle partiellement connu, avec des aspects multi-échelles en temps ou en espace. Par ailleurs, la surveillance et la modélisation des écosystèmes, la gestion de ressources renouvelables et les procédés bio-technologiques comme ceux qui sont utilisés pour l'épuration de l'eau reposent sur l'étude de modèles de dynamique des populations ; la régulation et l'optimisation de ces phénomènes soulèvent de nombreuses questions difficiles en automatique.

L'INRIA voit aussi comme un très grand avantage le fait de regrouper dans un même institut des spécialistes de disciplines – informatique, automatique, traitement du signal et calcul scientifique – qui sont souvent séparées dans des structures différentes, en France et à l'étranger. Les contributions scientifiques et technologiques que pourrait apporter l'INRIA seraient beaucoup plus restreintes et étroites s'il était seulement un institut de recherche en informatique, car les **interactions entre informatique et mathématiques appliquées** ne cessent de se renforcer et sont essentielles pour relever les nouveaux défis du secteur des STIC et de ses interactions avec d'autres domaines. En conséquence, c'est une préoccupation constante de la direction de l'INRIA que les recherches soient menées et évaluées au sein de l'institut en évitant le plus possible les frontières entre disciplines et les effets de cloisonnement liés à l'organisation.

A partir d'objets aussi différents que des pièces mécaniques, des organes du corps humain, des molécules ou des bâtiments, les nouveaux systèmes de numérisation produisent des représentations tridimensionnelles complexes qu'il faut ensuite analyser, transformer, visualiser et transmettre. Ces représentations acquièrent ainsi un rôle comparable à celui des images : elles apportent aux ingénieurs de nouveaux modes de conception et ouvrent de nouveaux champs d'application, pour des interventions chirurgicales, la conception de médicaments, des visites virtuelles, etc. Cependant, développer une théorie de l'**information géométrique** est un défi majeur qui demande de combiner des recherches en géométrie, statistiques, algorithmique, calcul formel, calcul scientifique, analyse et synthèse d'images. La grande variété des questions à traiter conduit à de nombreux modes de représentations : courbes et surfaces paramétrées ou implicites, surfaces de subdivision, triangulations et maillages, nuages de points, solutions d'équations aux dérivées partielles. Des représentations spécifiques sont nécessaires pour modéliser le mouvement ou les objets déformables, ou encore les processus de morphogenèse que l'on rencontre en biologie et en médecine. Les variabilités individuelles autour d'une même forme moyenne et les possibilités de réunir de très nombreux échantillons de formes dans des bases de données conduisent à une modélisation statistique des formes, tandis que la masse considérable des données donne aux questions combinatoires et algorithmiques une importance majeure.

Enfin, on peut conclure cette rapide présentation globale en soulignant encore un aspect important. L'INRIA considère que ses recherches sont soumises à une certaine « tension » : du fait de la compétition très vive liée aux applications des recherches, du fait aussi de la rapidité de l'évolution des technologies, les STIC sont un domaine de recherche où **le temps compte**. Tout en considérant que cette tension est très stimulante et fructueuse, l'INRIA estime que, dans ce contexte d'intense compétition technologique où les sollicitations visant à cibler les efforts sur des problèmes de court terme sont de plus en plus nombreuses, il doit veiller à **poursuivre avec détermination son implication dans la recherche fondamentale**, clé de sa capacité à mieux comprendre ses domaines scientifiques et à anticiper leurs évolutions et les innovations technologiques à moyen et long terme.

1.3.2. Les thèmes de recherches de l'INRIA

L'INRIA utilise depuis quelques années une présentation des sujets de recherche de ses équipes qui repose sur une répartition en quatre thèmes, brièvement décrits ci-dessous.

Le premier thème, « **réseaux et systèmes** », est centré sur les problèmes que soulèvent la conception et la mise en œuvre des outils informatiques nécessaires aux systèmes d'information actuels et futurs. Ceux-ci font appel à des systèmes informatiques où de multiples unités de traitement sont réparties autour de réseaux de communication, avec des contraintes particulières de fiabilité, de disponibilité et de performance telles que le temps réel. Ceci concerne d'abord l'architecture et les systèmes : outils de conception de processeurs spécialisés, compilation et optimisation de codes. La distribution des calculs, le temps-réel et l'interopérabilité font intervenir la programmation synchrone, la programmation réactive et les processus communicants. Les applications numériques à grande échelle font appel, avec le calcul sur la grille, à la programmation parallèle ou distribuée, à la transformation de programmes et à la gestion d'applications réparties. Le dimensionnement et la métrologie des réseaux font appel à la modélisation probabiliste, à la simulation et à la théorie des graphes. La conception et l'étude de protocoles adaptés au haut débit et aux caractéristiques des nouveaux réseaux (sans-fil, mobiles, hétérogènes, etc.) est un sujet très actif.

Dans le deuxième thème, « **génie logiciel et calcul symbolique** », sont abordées la conception et l'expérimentation de nouveaux outils de programmation pour maîtriser la complexité croissante des logiciels et leur assurer une meilleure fiabilité. Cette maîtrise passe par des langages de haut niveau intégrant des concepts tels que la programmation par objets ou par contraintes, et des principes de composition incluant la programmation par composants et la programmation par aspects. Les recherches portent aussi sur la compilation, les outils automatiques ou interactifs de preuve de programmes ou de propriétés des programmes, en incluant la vérification de l'arithmétique des ordinateurs. De nouvelles applications font appel à des algorithmes plus complexes pour la cryptographie, la géométrie algorithmique, la robotique et la bio-informatique. La conception et l'analyse de ces algorithmes recourent à des méthodes mathématiques nouvelles et au calcul symbolique.

Du fait des progrès technologiques, les recherches en informatique et en mathématiques appliquées concernent de plus en plus souvent des problèmes de très grande taille, et sont confrontées aux difficultés du « **passage à l'échelle** ». Ainsi, en réalité virtuelle, les défis portent maintenant sur l'animation temps-réel de paysages complets, et la complexité naît alors non seulement du volume « linéaire » des données à afficher, mais aussi de l'explosion exponentielle des calculs géométriques nécessaires pour les évaluer et les visualiser. Pour le calcul intensif et les simulations numériques de grande ampleur, l'utilisation de plates-formes de calcul distribuées est un recours, qui pose lui-même de nouveaux problèmes : de nouveaux outils de programmation pour l'informatique coopérative à grande échelle sur les réseaux deviennent des objets d'étude. Avec le Web, la taille, l'hétérogénéité et la multi-localisation des bases de données posent des problèmes nouveaux de fouille, d'intermédiation, mais aussi de robustesse. En programmation, les outils de vérification formelle ne sont pas encore maîtrisés sur les programmes « grande nature », et la complexité des modèles temporisés induit une explosion non encore maîtrisée de l'espace des états qui constitue un verrou pour la programmation synchrone fiable. Dans le domaine des codes et de la sécurité, les défis sont maintenant de trouver des solutions « tenant la route » avec des centaines de millions d'utilisateurs. Ces problèmes de très grande taille apportent de nouvelles questions aux spécialistes de l'analyse d'algorithmes, invalident certains algorithmes jusque là populaires qui « ne passent pas à l'échelle », et conduisent à concevoir de nouvelles approches.

Le troisième thème, « **interaction homme-machine, images, données et connaissances** », est d'abord concerné par l'interaction entre l'homme et la machine. La psychologie cognitive et l'ergonomie permettent de mieux adapter les systèmes informatiques à leurs utilisateurs. La manipulation et l'exploitation de bases de données multimédia impliquent des recherches sur la fouille de données, l'interopérabilité entre ces bases, l'intermédiation des données, les interfaces en langue naturelle, mais aussi l'indexation, la

représentation des connaissances et le raisonnement. Des applications nombreuses et nouvelles donnent un rôle grandissant à l'image. L'analyse d'images couvre des domaines aussi variés que les images satellitaires, les nouvelles modalités d'imagerie médicale, l'indexation de documents vidéos ou le pilotage de systèmes robotisés. La géométrie tridimensionnelle, le mouvement, mais aussi la compréhension de la vision biologique sont des sujets d'étude actifs. La synthèse d'images vise à la réalité augmentée et virtuelle, et devient, couplée avec la simulation, un mode d'interaction homme-machine particulièrement riche pour des activités comme la conception, la chirurgie et les applications du calcul scientifique. Le développement des réseaux fournit des contraintes nouvelles pour la transmission et le codage des documents multimédia.

L'**apprentissage automatique** peut être vu comme la détermination d'hypothèses compatibles à partir d'exemples disponibles, en vue du traitement, automatique ou non, d'exemples ultérieurs. La recherche de fonctions statistiques de décision pour la reconnaissance de formes est étudiée depuis longtemps. Ces fonctions, qui utilisent la règle de Bayes, s'appliquent notamment dans le cadre de modèles de Markov. Aujourd'hui, un nombre croissant de domaines sont demandeurs de méthodes d'apprentissage : données séquentielles comme le texte ou le son, images, données géographiques, langue naturelle, données génomiques. Il faut alors traiter des dépendances moins régulières ou des structures plus complexes. La recherche de classificateurs robustes pour des données de grande dimension a connu des progrès remarquables : les SVM (*support vector machines*) ramènent de larges gammes de problèmes à de l'optimisation sur des noyaux convenablement choisis, mais beaucoup reste à faire pour améliorer tant les aspects théoriques qu'algorithmiques. La recherche de noyaux efficaces est un point crucial, et le couplage d'algorithmes évolutionnaires est une piste prometteuse. Dans le domaine du discret, l'apprentissage peut porter sur des structures très diverses : inférence de langages, programmation logique inductive, apprentissage de motifs dans des séquences, etc. Les approches « bio-inspirées » comme les réseaux de neurones fournissent aussi des structures et des algorithmes performants pour l'apprentissage, en combinant des méthodes mathématiques et des connaissances biologiques.

Le quatrième thème, « **simulation et optimisation de systèmes complexes** », traite des nouvelles méthodes, stimulées par les progrès des moyens de calcul, pour la modélisation et la résolution de problèmes à grande échelle issus de l'ingénierie, l'économie, la médecine, la biologie ou l'environnement. La théorie des systèmes et de leur commande, le traitement du signal et l'analyse de données s'appliquent ici en robotique, dans la conduite de systèmes industriels, le transport routier ou aérien, le contrôle non destructif, les télécommunications, mais aussi en biologie et dans les problèmes d'environnement. La simulation de phénomènes complexes relevant des sciences de l'ingénieur (mécanique des fluides et des structures, semi-conducteurs et électrotechnique, météorologie, matériaux nouveaux), des modèles financiers, ou encore d'organes vivants, conduit à la recherche de modèles mathématiques qui font souvent intervenir des couplages entre différentes échelles et différents phénomènes physiques, et à la mise au point de méthodes numériques précises et performantes pour réaliser des simulations numériques de grande ampleur.

Nous vivons dans un monde où les sources et les manifestations de l'aléa grandissent en même temps que le désir de certitudes et de sécurité. Fonder sur des mesures objectives et quantifiées l'**évaluation des risques** et les décisions à prendre pour les minimiser implique fortement les recherches en STIC. Dans le domaine des assurances et des marchés financiers, la mise en œuvre de techniques avancées d'analyse stochastique et numérique a permis le développement d'outils d'échange de risque et l'élaboration d'instruments financiers de plus en plus complexes. Les décisions des pouvoirs publics ou des aménageurs concernant les risques industriels ou environnementaux – risques climatiques, nucléaires, aériens, sismiques, d'inondation, etc. – ont de lourdes conséquences, mais l'évaluation rationnelle des éléments de choix est particulièrement difficile. Il s'agit en effet d'évaluer la probabilité ou l'impact global d'événements rares, dont la gravité peut être très grande ; les modèles sont en général mal connus, de nombreux phénomènes complexes interagissent sur des échelles de temps très variables et les données expérimentales sont souvent insuffisantes. Les techniques impliquées vont des probabilités à la théorie des jeux en passant par les processus évolutionnaires, et utilisent l'assimilation de données, l'identification de paramètres, le contrôle optimal, l'optimisation, et les simulations de type Monte Carlo pour l'évaluation de probabilités très faibles.

LES SIX UNITES DE RECHERCHE DE L'INRIA

Depuis sa création en janvier 2002, l'unité de recherche **Futurs** fonctionne à la fois comme une unité « en réseau » autour des sites de Bordeaux, Lille et Saclay et comme un incubateur des trois futures unités de recherche qui devraient, à terme, être créées sur ces sites. Ses équipes de recherche ont été construites en s'appuyant sur des partenariats forts avec les universités des sites concernés et avec leurs laboratoires réputés : le LABRI (UMR commune au CNRS, à l'Université de Bordeaux 1 et à l'ENSEIRB) et le MAB (UMR commune au CNRS et aux Universités Bordeaux 1 et Bordeaux 2) à Bordeaux, le LIFL (UMR commune au CNRS et à l'Université des Sciences et Techniques de Lille) à Lille, le LRI (UMR commune au CNRS et à l'Université Paris-Sud) et le LIX (UMR commune au CNRS et à l'École Polytechnique) à Saclay. Grâce au dynamisme de ces partenariats et à l'apport d'équipes ayant effectué une mobilité depuis l'unité de Rocquencourt, l'unité INRIA Futurs regroupe déjà plus de 200 personnes et compte 8 projets de recherche, et autant d'équipes dont l'évaluation est en cours et qui devraient devenir des projets de recherche prochainement. Ses activités de recherche se répartissent pour une grande partie autour des logiciels pour les réseaux et en particulier le Web, avec des sensibilités différentes suivant les sites :

- applications très performantes (calcul, multimédia) à Bordeaux ;
- objets mobiles et coopération à Lille ;
- gestion d'information, systèmes distribués à grande échelle, sûreté et sécurité, et interfaces personne-machine à Saclay.

L'unité de recherche INRIA **Lorraine** a été créée en 1986. A Nancy, l'INRIA est l'un des cinq organismes de rattachement de l'UMR LORIA, en partenariat avec le CNRS, l'INPL, l'Université Henri Poincaré et l'Université de Nancy 2, et de l'UMR IECN dans le domaine des mathématiques théoriques et appliquées. A Metz, l'INRIA Lorraine développe ses activités en association avec le CNRS, l'ISGMP et l'Université de Metz. L'INRIA Lorraine compte environ 450 personnes dont 46 chercheurs INRIA, 78 enseignants-chercheurs, 18 chercheurs CNRS, 53 ITA INRIA, 24 personnels administratifs et techniques d'autres établissements, et 120 doctorants. L'unité compte 8 services de support à la recherche et 15 projets dont les recherches fondamentales et appliquées sont centrées autour de six thématiques principales :

- calculs, réseaux et visualisation à hautes performances ;
- télé-opérations et assistants intelligents ;
- ingénierie des langues, du document et de l'information scientifique et technique ;
- qualité et sûreté des logiciels et systèmes informatiques ;
- bio-informatique et applications à la génomique ;
- systèmes de production et chaînes logistiques.

L'INRIA Lorraine développe de nombreux projets internationaux et une collaboration transfrontalière privilégiée avec le Luxembourg et la Sarre. En termes de transfert technologique, elle est à l'origine de la création de 6 entreprises depuis 2000, et diffuse une quarantaine de logiciels.

L'unité de recherche de **Rennes**, créée en 1980, est partenaire du CNRS, de l'université de Rennes 1 et de l'INSA de Rennes dans l'UMR IRISA. Elle regroupe 6 services de support à la recherche et 18 projets de recherche. Deux projets sont communs avec, respectivement, l'ENSTBr-GET et l'antenne de Bretagne de l'ENS-Cachan. L'unité de recherche compte environ 450 personnes, dont 60 chercheurs INRIA, 85 enseignants-chercheurs, 14 chercheurs CNRS, 64 ITA INRIA, 15 personnels techniques et administratifs d'autres établissements et environ 130 doctorants. Ses recherches portent principalement sur les axes scientifiques suivants :

- Réseaux, systèmes et architectures : modélisation de réseaux distribués grande échelle, algorithmique répartie, informatique ubiquitaire, grappes et grilles de calcul, architectures spécialisées ;
- Logiciels sûrs : conception de systèmes embarqués, vérification et tests, architectures logicielles basées composants, programmation synchrone, compilation optimisée de codes embarqués ;
- Traitement et communication de données multimédia : analyse de séquences d'images, asservissement visuel en robotique, compression et codage multimédia, indexation, reconnaissance multimodale, réalité virtuelle et coopérative ;
- Analyse et surveillance de systèmes complexes : couplage modèles-données, traitements de données multi-échelles, approches statistiques, optimisation.

Le domaine « Télécommunications et Multimédia » est un champ applicatif fédérateur essentiel de l'unité de Rennes, qui développe de fortes collaborations avec les partenaires industriels de ce secteur à travers de nombreuses actions de valorisation et de transfert, tant régionales que nationales ou européennes.

Créée en 1992, l'unité de recherche INRIA **Rhône-Alpes** rassemble 420 personnes, dont 59 chercheurs INRIA, 65 enseignants-chercheurs, 20 chercheurs CNRS, 43 ITA INRIA, 8 personnels techniques et administratifs d'autres établissements et environ 120 doctorants. Sa localisation principale se trouve à Montbonnot, près de Grenoble. Par ailleurs, près d'un quart de ses effectifs se trouvent à Lyon sur le site de l'ENS à Gerland et sur le campus universitaire de la Doua. Une grande partie de ses activités de recherche est ainsi menée en partenariat avec le CNRS et les établissements locaux : Université Joseph Fourier, Institut National Polytechnique de Grenoble, Université Lyon 1, INSA de Lyon, Ecole Normale Supérieure de Lyon. L'INRIA Rhône-Alpes est organisée en 17 projets de recherche et 7 services, et est partenaire de trois UMR. Ses activités de recherche se répartissent principalement dans quatre grands thèmes :

- Informatique communicante : réseaux (modélisation, spécification, évaluation de réseaux hautes performances, réseaux hybrides, réseaux sans fil), systèmes distribués réflexifs et intergiciels, grappes et grilles, outils pour le Web sémantique ;
- Logiciels sûrs : méthodes formelles, sûreté de fonctionnement, arithmétique des ordinateurs ;
- Images et réalité virtuelle : animation, reconnaissance, interaction avec l'homme, intégration virtuel-réel, visualisation et simulation ;
- Mathématiques appliquées : statistiques, modélisation, commande et optimisation de systèmes complexes, tels que les systèmes mécaniques, océanographiques, climatologiques et hydrologiques.

En complément de ces thèmes, l'INRIA Rhône-Alpes consacre un effort particulier à la recherche en bio-informatique, et maintient une forte activité expérimentale (grappes, réalité virtuelle, robotique). Sur le plan du transfert technologique, l'unité a privilégié la création d'entreprises avec 7 sociétés créées depuis 1999 et 3 en incubation, et les partenariats avec les grands acteurs locaux comme France Telecom, HP et Xerox.

L'unité de recherche INRIA **Rocquencourt**, née en 1967 au moment de la création de l'IRIA, compte environ 550 personnes dont 109 chercheurs INRIA, 122 ITA INRIA et 150 doctorants. Elle regroupe 7 services et 26 projets de recherche, dont 7 communs avec les Universités de Versailles-Saint-Quentin, Paris 5, Paris 6 et Marne-la-Vallée et avec des écoles (ENPC, ENS, CNAM). Ses thèmes de recherche sont :

- modélisation, conception et maîtrise des réseaux, informatique distribuée ;
- logiciels sûrs et de hautes performances ;
- exploration, structuration et protection de l'information à grande échelle ;
- automatique et calcul scientifique : couplage de modèles et données pour simuler ou contrôler les systèmes complexes, par exemple multi-échelles, assimilation de données, gestion du risque ;
- modélisation et simulation d'organes ou de fonctions du corps humain.

La diversité de ses équipes, en informatique ou en mathématiques appliquées, en recherche fondamentale ou plus finalisée, fait la richesse de l'unité de recherche. Elle lui doit sa réputation d'excellence scientifique établie internationalement et sa réussite en matière de transfert technologique, avec 18 créations d'entreprises et la diffusion de plus de 40 logiciels de haute qualité, dont la moitié en logiciels libres.

Créée en 1983, l'unité de recherche de **Sophia-Antipolis** regroupe environ 500 personnes, dont 95 chercheurs INRIA, 50 enseignants-chercheurs et 15 chercheurs d'autres organismes, 80 ITA INRIA et 10 d'autres organismes, 150 doctorants, réparties au sein de 25 projets de recherche et de 7 services. Elle a développé des partenariats avec l'Université de Nice-Sophia-Antipolis, les Universités de Provence et de Montpellier, le CNRS, l'ENPC, les Ecoles Nationales Supérieures des Mines et des Télécommunications. Ses activités de recherche se répartissent principalement dans quatre grands thèmes :

- informatique communicante,
- langages et environnements de programmation,
- images, géométrie et robotique,
- calcul scientifique.

L'unité héberge le siège d'ERCIM et l'équipe de développement européenne du W3C. Elle participe activement au rayonnement de la technopole de Sophia-Antipolis, mène des collaborations très fortes avec les entreprises locales et nationales et participe à de nombreux projets européens.

2. LES STIC, UN DOMAINE STRATEGIQUE POUR L'AVENIR DE LA FRANCE

Comme le précédent, ce Plan stratégique est porteur d'un message fort. La recherche publique dans le domaine des STIC constitue une part importante du socle de la « société de l'information » sur lequel les créations d'emplois et la compétitivité économique de notre pays s'appuieront de façon essentielle dans les prochaines décennies. La France doit s'engager avec vigueur et ambition dans l'intense compétition internationale de la recherche et de l'innovation en STIC, et l'INRIA est l'un de ses principaux atouts.

2.1. Des enjeux essentiels pour l'innovation et l'emploi, et pour toute la recherche scientifique

Le précédent Plan stratégique de l'INRIA avait été rédigé au printemps 1999, en période de forte croissance économique, un an avant « l'éclatement de la bulle Internet ». Le **retournement de conjoncture économique** a été très sensible dans le secteur de l'informatique et des télécommunications, pour les grands groupes industriels comme pour les petites entreprises. A tous les acteurs qui avaient connu l'euphorie excessive de ce que l'on appelait alors la « nouvelle économie », il est venu rappeler que les cycles économiques et les adaptations des marchés aux nouveaux produits sont des réalités qu'il ne faut pas perdre de vue. La fin de cette période difficile, retardée par les conséquences économiques de divers événements internationaux, n'apparaît pas encore nettement. Cependant il est clair que cette crise du secteur des technologies de l'information et de la communication, comme les précédentes – et probablement les suivantes – aura à moyen terme des effets bénéfiques : ayant contraint les entreprises à affiner leur vision de leurs marchés et à clarifier leurs positionnements, elle les prépare souvent mieux pour affronter l'avenir que les entreprises de secteurs moins touchés par les difficultés ou simplement moins confrontés aux changements. Surtout, **ces difficultés temporaires ne modifient en rien les tendances de fond : l'innovation technologique dans les STIC continue de progresser de façon accélérée**, elle continue de pénétrer de manière massive tous les domaines de l'ingénierie ou de la production, des secteurs les plus traditionnels jusqu'aux industries de pointe. Même si c'est sur un rythme plus lent que ce qui avait été parfois espéré, il est certain que, en modifiant les processus de conception et de fabrication, **les technologies utilisant l'informatique et la modélisation ouvriront dans les prochaines décennies des perspectives d'innovation considérables** dans presque tous les secteurs de l'activité humaine : ingénierie, télécommunications, éducation, médecine, environnement, défense, transports, commerce et distribution, finance, services, loisirs, etc.

Il est clair aussi que les métiers liés à l'informatique et au développement de logiciels continueront dans les prochaines décennies d'être **fortement créateurs d'emplois**. Ceci est déjà vrai aujourd'hui : les analyses montrent en effet que, même pour l'année 2002 où les secteurs de l'informatique et des télécommunications ont traversé une conjoncture très difficile, ces métiers ont le plus souvent donné lieu à des créations nettes d'emplois en Europe comme aux Etats-Unis, à la différence des secteurs de l'électronique et de l'optique qui ont été touchés par des diminutions d'emplois substantielles. De plus, les analyses montrent que ces métiers seront ceux dans lesquels les créations d'emplois seront les plus nombreuses d'ici à la fin de la décennie. On continuera aussi dans les prochaines années à voir apparaître de nouvelles formes de travail et de production de biens, de commerce et d'échange, d'enseignement, d'accès à la culture et au savoir, de jeux s'appuyant sur les STIC. Toute cette économie liée aux innovations technologiques et au développement de nouveaux services aux entreprises et au grand public a vocation à constituer une part importante des emplois dans les pays développés au cours des prochaines décennies.

La recherche est le fondement de cette révolution que les STIC ont apportée et vont continuer d'apporter dans un monde où les logiciels et les capteurs seront omniprésents. Dans le domaine des STIC, l'effort privé de recherche et développement est important en regard de l'effort public de recherche, aux Etats-Unis comme en Europe et en France, et il y prend un appui très important. **L'activité de recherche publique et le dynamisme du transfert recherche-industrie jouent un rôle essentiel dans l'essor des STIC**, et ils resteront dans les prochaines décennies le moteur du processus de forte innovation technologique. Cette

interaction entre la recherche et l'innovation technologique sollicite de plus en plus les laboratoires publics, qui collaborent avec les grands groupes, souvent sans distinction de nationalité, ainsi qu'avec des petites et moyennes entreprises.

Comme on l'a dit, la recherche en STIC joue aussi un rôle crucial pour s'attaquer aux problèmes complexes de traitement de l'information et de modélisation que rencontrent toutes les autres sciences : physique, chimie, mécanique, mais aussi biologie, économie, sciences de la terre ou sciences humaines et sociales. La compréhension des fonctions des gènes ou la conception de nouveaux médicaments, la prédiction des incidents météorologiques ou la réduction de la pollution, le traitement de l'information dans les entreprises ou les administrations, toutes ces questions soulèvent des problèmes de recherche pluridisciplinaires où les STIC jouent un rôle central. Parce qu'elles concernent la modélisation et le traitement de l'information – son transport, son codage, sa représentation mais aussi, de plus en plus, le sens et l'organisation qu'il faut lui donner – **les STIC seront au cœur de la science du 21^{ème} siècle.**

La recherche publique dans les domaines de l'informatique et de la modélisation est donc devenue une activité absolument stratégique pour l'avenir des pays développés :

- pour le rôle essentiel qu'elle joue en appui de l'innovation technologique dans le secteur le plus créateur d'emplois très qualifiés au cours des prochaines décennies,
- pour l'impact économique des STIC, qui jouent un rôle essentiel dans la compétitivité de toutes les entreprises,
- pour la place centrale qu'elle jouera dans le développement de la recherche dans tous les domaines scientifiques,
- pour son rôle dans les domaines de souveraineté – défense, sécurité, protection de l'information, communication – et dans plusieurs domaines d'intérêt général, en particulier celui de la santé.

De plus, il faut souligner que le rythme des évolutions technologiques, les perspectives de créations d'emplois dans les STIC et la large diffusion de ces technologies dans tous les secteurs d'activités suscitent également **un besoin considérable en matière de formation**, à tous les niveaux ; la nécessité d'un **lien fort entre la recherche et l'enseignement supérieur** prend donc dans le secteur des STIC une importance particulière.

Du fait de ce caractère stratégique, et des risques élevés de manquer de personnes suffisamment qualifiées dans ces domaines, **la compétition internationale est extrêmement intense dans le domaine des STIC**, plus que dans tout autre secteur scientifique ou technologique. Dans le secteur de l'informatique où la principale richesse est la matière grise, bien plus que les équipements industriels lourds, cette compétition vise avant tout à attirer les femmes et les hommes bien formés dans ces domaines, notamment les meilleurs spécialistes dont les recherches seront au cœur des futures percées scientifiques ou technologiques.

2.2. Une ambition pour la politique de recherche nationale

Il n'est pas exagéré de résumer cette analyse en une alternative très simple : il faut **mener une politique ambitieuse de croissance de l'effort public de recherche en STIC**, ou se résoudre à perdre pied dans cette intense compétition internationale. De nombreux pays ne s'y sont pas trompés, qui ont fait de ce domaine la première priorité de leur politique de recherche depuis plusieurs années. C'est bien sûr le cas aux Etats-Unis, où la recherche en STIC a bénéficié d'augmentations budgétaires considérables depuis le début des années 90⁴, si bien que **les STIC représentent aujourd'hui une proportion de l'effort public de recherche deux fois plus élevée aux Etats-Unis qu'en France**. L'Union européenne est aussi consciente des enjeux et du retard pris sur l'Amérique du Nord : elle a choisi de consacrer au programme *Information Society*

⁴ Ces augmentations très importantes, à un rythme annuel souvent supérieur à 10%, ont donc largement précédé la « bulle Internet », et elles lui survivent.

Technologies la part la plus importante du budget du sixième PCRD pour les années 2003-2006. De même, plusieurs pays européens ont choisi récemment de mettre en place pour la recherche en STIC un effort de très grande ampleur : l'Allemagne a lancé en 2002 un programme de 1,5 milliard d'euros sur 5 ans, et les Pays-Bas viennent de lancer un programme de 200 millions d'euros qui offre aux principaux laboratoires néerlandais de ce domaine une perspective de croissance de leurs effectifs d'environ 50% en 4 ans.

Dans ce contexte, la France dispose d'atouts importants, liés au dynamisme de certains grands acteurs industriels comme Alcatel, Dassault-Systèmes, France Telecom, Gemplus, Schlumberger, ST Microelectronics ou Thales, à la qualité de son système de formation, dont l'excellence de la préparation qu'il donne pour les métiers de l'informatique et du développement de logiciels est reconnue et appréciée dans le monde entier, et à la renommée de ses chercheurs. Elle a aussi des atouts intellectuels et culturels, qui contribuent à son attractivité. Enfin, bien qu'elle ait été en retard sur plusieurs pays européens pour ce qui est du déploiement des nouvelles technologies et de la progression de leurs usages, les décisions qu'elle a prises en 2000 pour renforcer sa recherche en STIC ont devancé les décisions analogues de plusieurs pays européens, et elle est donc bien placée dans ce domaine. Pour éviter de gaspiller ces atouts, la France doit **poursuivre au cours des prochaines années une politique de croissance ambitieuse dans le secteur des STIC**. Cette politique doit couvrir l'ensemble du spectre des activités impliquées dans cette dynamique, de la formation jusqu'au transfert technologique en passant par la recherche fondamentale et appliquée, et doit être menée avec le souci de **favoriser tous les éléments contribuant à l'attractivité des équipes françaises dans la compétition internationale**.

2.3. Former des pôles d'excellence fortement engagés dans la compétition internationale

Au sein du dispositif de recherche français en informatique et mathématiques appliquées, une très grande place est occupée par les universités et les écoles : le nombre des enseignants-chercheurs en informatique des universités et écoles est plus de cinq fois supérieur au nombre de chercheurs présents dans ce domaine au DSTIC et à l'INRIA⁵. Cette pluralité des acteurs a des avantages très importants : elle est le gage d'une bonne diversité des formes d'action et des visions scientifiques, et finalement d'une meilleure couverture de ce domaine stratégique des STIC et de ses interactions avec les autres champs de la recherche scientifique. Mais, pour bénéficier pleinement de ces avantages, il est important que les différents établissements – universités, écoles et organismes de recherche – forment **un dispositif lisible et cohérent, où les missions et les choix des acteurs soient clairement affichés et où leurs actions et leurs stratégies soient complémentaires et bien coordonnées**.

Dans ce dispositif, l'INRIA est le seul établissement dédié au domaine de l'informatique et des mathématiques appliquées. De par cette situation singulière, la qualité de ses chercheurs, son implication dans la formation par la recherche et ses résultats en matière de recherche comme en matière de transfert technologique, mais aussi de par son engagement résolu dans la construction de l'espace européen de la recherche et dans la compétition internationale, l'INRIA est, parmi les acteurs français de la recherche dans ce domaine, celui qui jouit de **la plus grande visibilité internationale**.

Cette situation confère à l'institut une responsabilité particulière. Pour contribuer pleinement à la réussite de la politique de recherche française dans le domaine des STIC, **l'INRIA doit jouer un rôle de fer de lance du dispositif français de recherche et d'enseignement supérieur en informatique et mathématiques appliquées dans la compétition internationale**. Pour cela, il devra dans les prochaines années :

⁵ Bien sûr, on compte ici parmi les écoles celles qui sont regroupées au sein du GET, qui constitue de ce fait un des acteurs importants du dispositif. Il faut aussi mentionner le CEA, qui joue cependant en informatique un rôle beaucoup moins prononcé que dans les domaines des micro- et nano-technologies où il est un acteur de premier plan

- **construire, dans une dynamique de relations étroites avec l'enseignement supérieur, huit unités de recherche jouant un rôle de leader dans les sites où elles sont implantées avec l'objectif qu'ils soient reconnus comme des pôles d'excellence de niveau européen et international,**
- **inscrire les activités de ces huit unités de recherche dans une politique scientifique et technologique d'ensemble pour en assurer la cohérence et l'efficacité,**
- **et coordonner son action avec celle des autres acteurs français du domaine des STIC.**

On présente ci-dessous les principaux éléments de la vision générale dans laquelle s'inscrivent ces objectifs, vision dans laquelle interagissent tous les niveaux auxquels se situe l'action de l'institut : régional, national, européen et international.

- Le défi de la participation à **la compétition internationale pour attirer les meilleurs spécialistes**, que l'INRIA a relevé avec succès au cours des dernières années, est vraiment au cœur de la réflexion stratégique de l'institut. De cette préoccupation primordiale découle l'ambition de **former des pôles d'excellence** dont l'objectif est de **réunir, dans une synergie étroite et au meilleur niveau, les activités de formation, de recherche et d'innovation technologique**, afin que ces pôles soient attractifs à la fois pour les étudiants les plus brillants, les scientifiques les plus renommés et les entreprises innovantes les plus dynamiques, et qu'ils soient en mesure de jouer un rôle régional fort et d'avoir une grande visibilité européenne et internationale.
- En constituant et en renforçant ces pôles d'excellence, l'INRIA souhaite **amplifier et rendre plus étroites ses relations avec les établissements d'enseignement supérieur**. Ces relations jouent un rôle important dans la vie scientifique et dans la dynamique de l'INRIA, par de nombreux aspects : la participation des chercheurs de l'institut à l'enseignement, l'implication de l'INRIA dans la formation par la recherche et les liens des projets de recherche avec les écoles doctorales, la politique d'accueil d'enseignants-chercheurs, le dialogue stratégique avec les présidents d'universités et les directeurs d'écoles sur l'ensemble des questions liées aux partenariats et sur les questions de politique scientifique.
- En lien avec la préoccupation de visibilité internationale de chaque unité de recherche, la dimension régionale de l'action de l'INRIA est appelée à prendre une importance croissante. Dans les prochaines années, l'institut doit poursuivre sa décentralisation, continuer d'**amplifier le fort ancrage régional de ses unités de recherche** et renforcer leurs relations avec les collectivités territoriales. En particulier, l'institut continuera de développer sa dimension régionale en ayant, autour de chaque unité de recherche, un nombre modéré mais significatif de projets de recherche « hors-sites », c'est-à-dire situés hors du site principal de l'unité de recherche. A plus long terme, bien au-delà de la période des quatre ou cinq prochaines années, et dans l'optique d'un accroissement de l'autonomie des universités, on pourrait imaginer une évolution de l'institut vers un modèle plus régionalisé.
- Cependant, l'institut considère qu'il est important de veiller à conserver dans les prochaines années sa capacité de coordination de ses activités au niveau national. C'est en effet une qualité de l'INRIA de **construire une vision globale de l'ensemble de ses projets de recherche**. Cette vision globale repose sur l'organisation de l'institut en un petit nombre d'unités de recherche dont les directeurs sont membres de l'équipe de direction nationale, et sur le processus d'évaluation où les projets dont les activités de recherche sont proches sont évalués simultanément, quelles que soient leurs localisations géographiques. Ces éléments contribuent de façon essentielle à la capacité de l'institut à **définir une stratégie et une politique scientifique d'ensemble**, garantes de l'efficacité de l'investissement par l'Etat consenti en faveur de l'INRIA.

3. L'AMBITION SCIENTIFIQUE ET TECHNOLOGIQUE DE L'INRIA

L'ambition de l'INRIA est d'être reconnu comme le meilleur institut de recherche européen et l'un des tout meilleurs mondiaux dans les domaines de l'informatique et des mathématiques appliquées. Pour réaliser cette ambition, l'institut estime indispensable de définir une politique d'établissement reposant sur **des choix clairement affirmés**.

3.1. Faire des choix

La stratégie de l'INRIA pour réaliser cette ambition découle des missions qui lui ont été confiées et de sa vision du monde scientifique et technologique dans lequel s'inscrit son action. De ses missions fixées par décret, l'INRIA continuera dans les prochaines années de retenir principalement **deux grands objectifs stratégiques : l'excellence scientifique et le transfert technologique**. Combiner intimement ces deux objectifs est le fondement de la stratégie de l'institut, car l'innovation dans le domaine des STIC s'appuie aujourd'hui de façon essentielle sur la recherche scientifique, parfois la plus fondamentale. C'est l'excellence scientifique qui permet d'attirer les meilleurs chercheurs, les plus brillants étudiants et les industriels en quête de l'état de l'art ; et c'est l'implication forte dans les actions de transfert technologique qui permet de tirer le meilleur parti des compétences ainsi rassemblées, et de créer à partir des résultats de la recherche des richesses et des emplois.

L'INRIA estime indispensable, dans ce Plan stratégique, d'**affirmer avec clarté des choix de politique scientifique et technologique** pour les quatre prochaines années. Cette conviction découle de deux raisons complémentaires :

- Demandant au gouvernement de continuer à faire un choix de priorité forte en faveur des STIC, l'INRIA se doit de distinguer les thèmes sur lesquels il compte **mobiliser particulièrement ses efforts pour accroître son impact** dans l'intense compétition scientifique et technologique de son domaine, et notamment ceux qui ont vocation à bénéficier prioritairement de la croissance de ses moyens.
- Cette démarche de choix repose aussi sur la conviction que, dans un domaine de recherche – l'informatique et les mathématiques appliquées – qui devient un domaine vaste et majeur de la science et de la technologie d'aujourd'hui, surtout si on considère l'étendue de ses applications et la profondeur de ses interactions avec d'autres domaines scientifiques, il faut admettre et assumer que **l'INRIA ne peut couvrir tous les sujets de recherche**, ni même tous ceux qui peuvent, à un titre ou à un autre, être considérés comme importants.

Les orientations que l'INRIA retient comme des priorités de son action sont **choisies en fonction de sa vision des enjeux scientifiques et technologiques, économiques ou sociétaux, et en fonction de ses compétences** et de sa culture. Elles concernent des sujets de recherche :

- où l'institut estime que sont présents à la fois des questions scientifiques difficiles et motivantes, parfois très fondamentales, et des enjeux forts en matière de transfert technologique,
- sur lesquels l'INRIA a la volonté et la capacité de mobiliser fortement ses compétences pour avoir un impact très visible au plan national, européen et international,
- que l'institut met particulièrement en avant pour y accroître sa visibilité et son attractivité,
- et sur lesquels il souhaite que porte particulièrement l'évaluation de son action qui pourra être menée à l'issue de la période des quatre prochaines années.

L'objectif essentiel de l'INRIA pour les prochaines années est de **réaliser des percées scientifiques et technologiques majeures dans le cadre des sept grands défis prioritaires** suivants :

- **Concevoir et maîtriser les futures infrastructures des réseaux et des services de communication**
- **Développer le traitement des informations et données multimédia**
- **Garantir la fiabilité et la sécurité des systèmes à logiciel prépondérant**

- Coupler modèles et données pour simuler et contrôler les systèmes complexes
- Combiner simulation, visualisation et interaction
- Modéliser le vivant
- Intégrer pleinement les STIC dans les technologies médicales

La mobilisation des efforts de l'INRIA vers ces sept priorités ne prendra pas la même forme pour toutes : certaines nécessiteront des efforts particuliers pour nouer ou renforcer des partenariats, ou pour renforcer la dynamique et le succès des opérations de transfert technologique, certaines encore ont vocation, plus que d'autres, à bénéficier de réorientations thématiques de chercheurs ou d'équipes de l'institut. Pour ce qui est des recrutements, l'institut devra tenir compte du fait qu'il a dans son effectif actuel des forces déjà importantes pour attaquer certains défis, mais très insuffisantes pour d'autres. C'est pourquoi **la politique de recrutement de chercheurs permanents privilégiera trois défis scientifiques et technologiques** :

- Concevoir et maîtriser les futures infrastructures des réseaux et des services de communication
- Développer le traitement des informations et données multimédia
- Modéliser le vivant

En terminant cette section, il est important de préciser aussi que l'institut devra, dans les prochaines années, continuer à être capable de développer des activités de recherche hors de ses sept défis prioritaires, notamment sur les sujets où il a la chance de posséder une équipe ou un chercheur du meilleur niveau mondial, qu'il est alors particulièrement important de soutenir.

3.2. Les sept défis scientifiques et technologiques de l'INRIA

On décrit dans cette section les sept défis prioritaires évoqués ci-dessus. Pour chacun d'eux, les progrès proviendront, à des niveaux variés, de recherches fondamentales avec la mise au point de nouvelles idées et de nouveaux algorithmes, de développements de logiciels innovants, d'investissements dans des actions de transfert technologique, et de partenariats bien choisis, académiques ou industriels, nationaux ou internationaux.

La présentation de ces sept défis repose sur les réflexions prospectives menées par les chercheurs et enseignants-chercheurs des projets de recherche de l'institut pour la préparation de ce Plan stratégique, réflexions prospectives dont la synthèse peut être consultée sur le site Web de l'INRIA (voir <http://www.inria.fr/XXX/>).

3.2.1. Concevoir et maîtriser les futures infrastructures des réseaux et des services de communication

L'évolution récente a vu à la fois l'installation de réseaux en fibres optiques de capacité considérable et le déploiement d'infrastructures de communication et d'accès de toutes sortes (802.11, Bluetooth, etc.). L'interconnexion de ces infrastructures fait d'**Internet** un système véritablement universel mais aussi très hétérogène. Les **réseaux ubiquitaires** du futur se caractérisent par des entités mobiles communicantes (terminaux, routeurs, PDA, téléphones cellulaires, etc.) superposées à une infrastructure fixe de haute performance. Ils posent des problèmes de **mobilité**, de confidentialité des données, de continuité et de qualité de service. En même temps, ces réseaux sont amenés à servir de support à des applications qui ne sont pas forcément toutes connues. Certains de ces réseaux, dits *ad hoc*, sont sans infrastructure et déployés à la demande. Maîtriser le fonctionnement de ces réseaux hétérogènes et complexes est un défi scientifique majeur, qui nécessite le développement de recherches fondamentales et appliquées en conception des architectures et des protocoles, ainsi qu'en modélisation, optimisation, planification et gestion des réseaux. Celles-ci doivent s'appuyer sur l'algorithmique, l'évaluation des performances, la simulation et les plates-formes d'expérimentation. Les solutions de **sécurité** doivent être validées et il faudra sans doute en trouver

de nouvelles qui soient moins exigeantes en puissance de calcul et ne réclament pas l'accès à des informations centralisées.

* * *

Les problèmes de **dimensionnement** des réseaux se posent à tous les niveaux : celui de la fibre optique pour l'allocation des fréquences et le comportement du trafic MPLS, celui de la couverture géographique et du contrôle de puissance pour les réseaux CDMA comme l'UMTS, celui du protocole TCP, qui est de mieux en mieux compris et analysé, et enfin celui de l'utilisation globale des ressources pour proposer des principes de tarification. De manière plus macroscopique, les sous-réseaux dits « pair-à-pair », dans lesquels un ordinateur joue à des moments différents le rôle de client ou celui de serveur, concentrent une partie croissante du trafic Internet, mais ni leur comportement ni leur impact sur le reste du trafic ne sont encore bien compris. Les liens hypertextes entre les pages du Web constituent un graphe dont il faut comprendre la dynamique, par exemple en faisant appel à des techniques de physique statistique.

La plupart des recherches menées actuellement utilisent assez largement des simulateurs de réseaux pour tester de nouvelles idées d'algorithmes, d'implantation ou de protocoles. Cependant un simulateur de réseau, aussi bon soit-il, n'est pas le réseau. Aujourd'hui, on peut simuler les infrastructures matérielles ou les algorithmes, mais pas le trafic Internet : il est donc essentiel d'avoir une connaissance plus détaillée du trafic réel. De même, le graphe du Web doit être observé et analysé plutôt que simulé. Les activités de **métrologie des réseaux**, impliquant la compréhension simultanée de plusieurs niveaux d'abstraction, doivent donc être développées.

Avec la généralisation de l'accès à haut débit, les pages Web comporteront de plus en plus de documents multimédia. On assiste également à la mise en place de services dans lesquels le **transport de données multimédia** est un sous-service critique, et les applications dites « pair-à-pair » sont dans la même situation. Le transport de flux multimédia sur tout type de réseau est donc un domaine en croissance soutenue. S'il est acquis que le cœur du réseau, filaire, ne pose pas aujourd'hui de problème majeur, le transport de flux complexes est plus délicat par les réseaux sans fils. Les communications doivent traverser plusieurs environnements, aux caractéristiques et aux performances très variables, en partageant les ressources avec beaucoup d'autres flux qui peuvent avoir eux-mêmes des caractéristiques et des comportements assez variés. Ainsi, les techniques de codage doivent répondre à des besoins croissants de minimisation de l'impact du bruit sur la qualité. L'approche la plus prometteuse consiste à abandonner le principe de séparation du codage source et du codage canal, pour se tourner vers un codage conjoint source-canal. Au niveau de la qualité du transport, le problème de la répartition de « l'intelligence » entre les applications et les éléments du réseau reste un sujet de controverse. Le trafic multimédia a motivé fortement l'idée de traiter différemment les flux de données. À l'heure actuelle, l'IETF a fait un choix dans ce sens avec l'architecture dite *diffserv*, mais il reste encore à la déployer de façon efficace et à proposer aux fournisseurs d'accès un modèle économique correspondant.

Les fonctionnalités proposées par les réseaux vont désormais bien au-delà des protocoles de base d'Internet et même du Web. La mise en place de nouvelles applications s'appuie sur des **services logiciels** qui permettent d'une part de contrôler et d'administrer les réseaux et d'autre part de faire face aux besoins récurrents dans un contexte distribué. Les variations du trafic, la disponibilité variable de ressources qui sont sous des autorités administratives disjointes, les conditions de facturation fluctuantes avec le temps et la mobilité de certaines ressources nécessitent la mise en place de systèmes d'auto-configuration et d'auto-adaptation qui évitent au maximum l'intervention humaine et soient capables de passer à l'échelle d'Internet. Les besoins récurrents des logiciels applicatifs sont traités par toute une variété d'intergiciels permettant par exemple d'échanger des données, de gérer la sécurité des accès, de pouvoir accéder à l'information de localisation des mobiles, de personnaliser les services rendus à une application, et d'annoncer la disponibilité d'applications logicielles sur le réseau.

La **globalisation des ressources informatiques et des données** – *GRID* – est un principe d'organisation très prometteur qui consiste à banaliser à l'extrême l'accès aux ressources de calcul et de stockage distantes, de manière à mettre un très grand nombre d'entre elles, distribuées géographiquement et hétérogènes, au service d'une application donnée. Ce principe, qui glisse de la notion de serveur vers celle de service, permet aussi d'accéder à des données et des logiciels distants sans avoir à les transporter. La standardisation des intergiciels nécessaires est loin d'être acquise, et de multiples problèmes de performance comme de sécurité ou de gestion des droits d'accès doivent être résolus sur des applications en vraie grandeur.

3.2.2. Développer le traitement des informations et données multimédia

Pour l'utilisateur d'aujourd'hui, l'ordinateur sert à traiter, archiver et transmettre des données multimédia, c'est-à-dire des textes, dans des langues ou des alphabets différents, des images, des schémas, de la musique ou de la parole, des documents sonores et vidéo, des structures géométriques, etc. Avec le Web s'est également répandue l'idée d'utiliser des documents composites, organisés pour contenir des fragments de données de chacun de ces types, avec éventuellement une synchronisation temporelle. L'ambition du traitement de l'information multimédia est d'obtenir que l'ordinateur ne se limite pas à manipuler la forme de ces données, mais traite de leur sens, ou d'approximations de leur sens, avec des performances raisonnables. Le contexte est bien sûr important : il peut être complètement ouvert dans le cas de documents trouvés sur le Web, ou spécifique, par exemple pour des images radiologiques, ou limité, notamment pour des documents échangés au sein d'une entreprise.

* * *

Le **Web sémantique** propose de standardiser une méthode de marquage sémantique des ressources en s'appuyant d'une part sur un formalisme uniforme, XML, d'autre part sur une **organisation des connaissances** en ontologies. Dans cette vision, il faut pouvoir remplir des tâches complexes comme répondre à des requêtes ou faire du calcul global sur des sources d'information distribuées, gérées par des entités distinctes et hétérogènes. Les difficultés scientifiques sont liées à la définition exacte des formalismes qu'il faut choisir, à l'impossibilité de maintenir une centralisation mondiale des ontologies, ce qui pose un problème d'interopérabilité des applications, à la robustesse car il faut éviter que des erreurs de détails n'aient des conséquences majeures, et enfin au passage à l'échelle de ces techniques qui doivent fonctionner en un temps raisonnable avec les volumes énormes de données distribuées présentes à l'échelle du Web entier et avec des ontologies qui, même lorsqu'elles portent sur des domaines spécialisés, peuvent contenir des centaines de milliers de concepts sémantiques.

Dans le contexte des entreprises, familières avec les bases de données, on peut espérer que beaucoup d'informations soit mises à disposition avec tout le marquage sémantique nécessaire. Mais, sur le Web en général, ouvert à un public très large et beaucoup plus orienté vers le multimédia, il faut imaginer des processus automatiques ou semi-automatiques qui vont retrouver dans les données de l'information sémantique qui servira à **annoter les documents** en fonction d'un objectif donné. Cet aspect d'analyse rejoint donc les travaux sur le **traitement automatique des langues**, pour lesquels on voit désormais bien d'autres applications que la traduction automatique. Ce domaine est abordé sous deux angles différents. Dans les approches théoriques, les méthodes symboliques dominent : elles donnent des résultats riches, mais coûteux et peu robustes. En revanche, les approches statistiques, majoritaires dans la linguistique de corpus, sont robustes et efficaces mais donnent un résultat trop pauvre pour beaucoup d'applications. La connexion entre ces deux approches est prometteuse, mais encore très peu avancée. La recherche fondamentale se préoccupe également depuis des décennies de la parole et des images, mais là aussi le succès du Web a réorienté la recherche. Il faut souvent traiter des **données composites**, comme dans les documents vidéo, où il faut évidemment combiner analyse de la parole et analyse du flot d'images : l'analyse est souvent plurimodale. D'autres structures peuvent exhiber une très forte organisation interne dont il faut comprendre la sémantique, comme les programmes, les formules mathématiques ou les constructions géométriques. Dans tous les cas, l'objectif est de faire des calculs, et surtout de permettre des requêtes pour identifier les

documents ou les fragments de documents recherchés et les obtenir simplement. Ces requêtes peuvent émaner aussi bien d'utilisateurs finaux que de programmes et il faut donc se préparer à en servir un grand nombre.

Le succès considérable des moteurs de recherche, qui compte pour une bonne part dans le succès du Web, met l'accent sur la nécessité de pouvoir réaliser l'**indexation** de très grands corpus de documents multimédia, de pouvoir retrouver un document au travers d'informations partielles sur son contenu, et d'explorer systématiquement et efficacement l'espace des données. Ce domaine de la **fouille de données** implique une combinaison d'architecture de systèmes de bases de données et de communication, d'utilisation d'outils linguistiques et de techniques de traitement d'image, de méthodes statistiques portant sur des objets nouveaux, de techniques d'apprentissage, ainsi que des idées nouvelles sur la présentation des résultats. Plus encore qu'ailleurs, le critère de succès de ces recherches inclut la capacité de passer à l'échelle des volumes de données existant comme du flot d'informations nouvelles rendues disponibles quotidiennement.

La capacité de traiter par ordinateur des informations multimédia proches de celles qui sont utilisées pour communiquer entre humains est une source d'ouvrages de science-fiction, mais aussi de recherches qui ont fait récemment des progrès significatifs. Les outils d'accès nouveaux, téléphones mobiles, PDA, ordinateurs portables, mais aussi le souhait de permettre l'accès de tous à l'information numérique, incitent à comprendre comment organiser, de manière robuste, le **dialogue avec l'ordinateur** en utilisant tous les moyens par lesquels l'homme échange des informations porteuses de sens : la **parole**, l'écriture manuscrite, les schémas, les gestes, ou la combinaison de plusieurs de ces moyens dans des contextes de travail collectif. Outre des progrès concernant chaque modalité, des avancées sont à réaliser dans le domaine de l'intégration de plusieurs modalités, aussi bien en entrée qu'en sortie, pour obtenir une **interaction homme-machine** flexible et robuste.

3.2.3. Garantir la fiabilité et la sécurité des systèmes à logiciel prépondérant

Le logiciel joue un rôle croissant dans de très nombreux équipements et systèmes de notre vie courante. L'interconnexion des équipements offre des possibilités nouvelles considérables, mais ouvre aussi toutes sortes de vulnérabilités et de possibilités de dysfonctionnement. Les questions de fiabilité et de sécurité des logiciels, des systèmes qui les incorporent et des communications, se présentent donc d'une manière renouvelée.

* * *

Les logiciels qui sont construits aujourd'hui sont complexes par leur taille – certains peuvent comporter des millions, voire des dizaines de millions de lignes – ou par leur complexité combinatoire lorsqu'il gèrent un grand nombre d'événements simultanés. Dans le processus de production de logiciel, le premier enjeu est de conserver la maîtrise des fonctions remplies par les composants et de la façon dont ils sont reliés entre eux. Trois stratégies différentes peuvent être appliquées selon les contextes.

- S'il s'agit de construire du logiciel nouveau, on essaie de contrôler au maximum la construction en organisant le logiciel en **composants**, en spécifiant l'architecture globale et en procédant tout au long du développement à des raffinements et des raisonnements contrôlés. La capacité d'abstraction des langages de spécification et de programmation utilisés joue un rôle essentiel. L'écart entre le programme et sa modélisation peut être réduit par des techniques diverses, comme l'extraction de fragments de programme à partir d'une spécification ou la transformation de modèles. Les outils de **vérification automatique** et de preuve de logiciel constituent un élément majeur de cette approche, même s'il reste beaucoup à faire pour généraliser leur utilisation dans la pratique. Dans des applications nouvelles, impliquant du calcul géométrique par exemple, on est confronté à des problèmes difficiles de robustesse qui conduisent à des recherches sur les arithmétiques exactes, au calcul formel, et à l'intégration de logiciels certifiés dans les bibliothèques numériques. En ce qui

concerne la programmation distribuée, les différentes formalisations possibles doivent mieux prendre en compte les systèmes utilisés en pratique.

- Lorsqu'un logiciel existe déjà en grande partie, ou lorsqu'on n'est pas prêt à révolutionner le processus de développement de logiciel, il est possible de construire des **outils d'analyse** efficaces qui focalisent leur attention sur les vulnérabilités attendues : l'utilisation de la mémoire, la gestion des variables partagées, les dépassements de capacité, le respect d'une politique de sécurité, la consommation des ressources, la validité d'hypothèses faites sur les données échangées avec l'extérieur du programme. Cette approche doit d'ailleurs incorporer d'autres aspects que le logiciel, comme les propriétés des circuits ou encore des capteurs et des actionneurs inclus dans l'environnement de fonctionnement du logiciel.
- Enfin, même si on ne peut accéder au source d'un logiciel, on peut toujours le tester en boîte noire. Dans le cas où l'on dispose d'un modèle formalisé de la fonction à remplir, par exemple pour les protocoles de télécommunications ou dans des applications de sécurité, on peut se servir de cette spécification pour synthétiser des jeux de **tests** pertinents.

La construction de **systèmes embarqués** pour l'aéronautique, l'automobile, le ferroviaire, les terminaux de communication ou l'électronique grand public utilise ces techniques de **logiciels sûrs**. Dans ces systèmes, l'informatique ne représente qu'un aspect de l'objet construit, et le concepteur du logiciel doit coopérer avec des ingénieurs d'autres métiers. Ces ingénieurs ont l'habitude de se servir d'environnements pour la conception des automatismes et des lois de contrôle, dans le style de Matlab ou de Scilab, qui étendent désormais leurs fonctionnalités avec des outils et des langages de spécification de niveau plus élevé et avec des générateurs vers les formats de plus bas niveau et les plates-formes d'exécution. Dans cette approche, les recherches concernent la génération de code et l'utilisation des ressources, la vérification de modèles, la formalisation des critères de **sécurité**, la génération et l'exploration d'architectures. Ce domaine suscite par ailleurs des développements nouveaux, comme la vérification de logiciel pilotant des automatismes, la validation de compilateurs, l'utilisation d'une architecture distribuée pour augmenter la fiabilité et la tolérance aux pannes ou la mise en place d'algorithmes d'optimisation en ligne pour la gestion des ressources sous contraintes. Un cas particulier de systèmes embarqués, celui des circuits complexes qui peuvent être produits actuellement – *SoC*, « *systems on chip* » – est porteur des mêmes problématiques, éventuellement à une échelle différente, avec en complément le souci permanent de décider aussi tard que possible si une fonction sera remplie par un logiciel ou par un fragment de circuit.

La **sécurité des communications** et des échanges de données est une clé essentielle pour le développement de l'économie numérique. La **cryptologie** est à la base de la sécurité. Discipline mathématique, elle est stimulée par l'évolution technologique – avec par exemple l'émergence de la cryptographie quantique – mais aussi par la variété des contextes dans lesquels elle est désormais utilisée : l'authentification de personnes, l'authentification de messages, l'intégrité des messages, la signature électronique, les votes électroniques, le tatouage des images, le téléchargement de logiciels, la protection des communications radio, etc. Les **services de sécurité** sont fournis par des algorithmes et des protocoles. Certains algorithmes bien connus s'avèrent insuffisants pour des raisons diverses : performances trop limitées pour traiter de très hauts débits, lourdeur ou difficulté de déploiement des protocoles, ressources limitées sur des périphériques portables ou des cartes à puces, absence d'autorité centralisée. Les protocoles de sécurité qui organisent l'utilisation de la cryptographie sont fréquemment la source de vulnérabilité principale.

Les pénétrations de systèmes, les intrusions, les attaques conduisant à saturer des équipements sont monnaie courante. Elles sont facilitées par l'accès généralisé du public au haut débit et sont en quelque sorte la rançon du succès d'Internet. De multiples techniques permettent d'identifier une attaque ou une intrusion – approches statistiques, comportementales, comparaison avec une politique de sécurité formalisée, exploitation d'informations obtenues à partir de techniques formelles – mais la difficulté réside également dans l'intégration de toutes ces techniques dans un système incluant aussi des algorithmes de cryptographie. Les grilles de calcul sont un des contextes où ces questions prennent une urgence particulière, puisque

chaque nœud d'une grille, tout en ayant banalisé son accès, peut posséder des données ou des logiciels qu'il juge confidentiels. Le partage massif des données, sur la grille comme sur le Web, soulève également des problèmes difficiles.

3.2.4. Coupler modèles et données pour simuler et contrôler les systèmes complexes

La multiplication des capteurs, la puissance de calcul disponible, et l'émergence de secteurs d'application nouveaux conduisent à vouloir modéliser, identifier, contrôler ou optimiser des systèmes complexes pour lesquels les méthodes actuelles de l'automatique et du calcul scientifique ne suffisent pas. Ces systèmes peuvent être complexes pour différentes raisons : ils peuvent impliquer de grandes masses de données, à des échelles éventuellement multiples, et des phénomènes physiques multiples et couplés ; ils peuvent comporter un très grand nombre de composants, hétérogènes ou interdépendants, avec un fonctionnement qui a des aspects discrets aussi bien que continus ; ils conduisent à des problèmes difficiles au sens de la complexité algorithmique, ou encore présentent des aspects non déterministes ou fortement non linéaires.

* * *

Les grands réseaux, tels qu'Internet ou les réseaux de transport, mais aussi les grands systèmes industriels relèvent bien sûr de cette problématique. Mais on la rencontre aussi dans de nombreux secteurs plus nouveaux pour l'automatique et le calcul scientifique. Les systèmes complexes du vivant (réseaux géniques, métaboliques, neuronaux) sont constitués d'éléments aux comportements mal connus ou incertains, dont l'organisation conduit à d'étonnantes propriétés de robustesse de leurs fonctions macroscopiques vis-à-vis de perturbations de leurs éléments ou de leur environnement. L'introduction de nouvelles modalités d'observation in vivo à l'échelle microscopique permet de concevoir de nouveaux outils combinant les informations acquises à différentes échelles (microscopiques, mésoscopiques et macroscopiques). Les nanotechnologies – qui font intervenir physique, chimie et biologie – sont aussi un domaine où les données commencent à être disponibles et où la modélisation devrait jouer un rôle croissant. L'**environnement** enfin est une source majeure de problèmes complexes : la surveillance de la pollution atmosphérique, la prévision océanique ou la météorologie fournissent des exemples de systèmes où les données ont des dimensions gigantesques et où les phénomènes physiques, chimiques et biologiques jouent simultanément.

Dans toutes ces situations, les problèmes posés sont multiples et ils ne peuvent généralement pas être résolus par l'utilisation exclusive d'un modèle de calcul, même avec des ordinateurs très puissants. Par exemple, la taille et la complexité peuvent empêcher une mesure directe des caractéristiques physiques détaillées, si bien que les modèles, insuffisamment documentés, ne sont pas alors utilisables seuls. Inversement, des moyens de mesure évolués fournissent des volumes considérables de données complexes, comme des images satellitaires ou médicales, par exemple. Dans les deux cas, il est nécessaire de coupler les modèles existants et les données disponibles, bien souvent à différentes échelles. Ces aspects **multi-échelles** peuvent intervenir parce les phénomènes sous-jacents se déroulent naturellement sur plusieurs échelles, ou découler d'un choix de modélisation qui repose sur une hiérarchie de modèles physiques, ou encore s'imposer pour gérer le volume des données mises en jeu.

Les problèmes inverses interviennent naturellement dans ce cadre. La puissance de calcul, qui permettait de simuler des quantités considérables de phénomènes, c'est-à-dire de résoudre beaucoup de problèmes directs, a progressé si fortement qu'il est possible aujourd'hui, dans de très nombreux domaines, de résoudre les problèmes inverses en confrontant les modèles de calcul aux données disponibles. Il s'agit de déterminer quantitativement une loi en observant ses effets, donc à partir des données disponibles. C'est par essence l'outil de détection de pannes ou de défauts dans la surveillance fine de systèmes industriels, biologiques ou environnementaux. Les enjeux scientifiques associés concernent la conception d'algorithmes embarquables de traitement de **signaux multi-capteurs**, maîtrisant la complexité croissante des modèles physiques disponibles, et permettant de réaliser ces diagnostics précoces et de fournir des alarmes intelligentes.

Les techniques d'**assimilation de données**, utilisées notamment pour la météorologie, s'avèrent progressivement un outil fondamental. La calibration des modèles est rendue délicate si des données sont manquantes ou difficiles à acquérir – trop invasives, dans le domaine médical par exemple, ou trop onéreuses – ou si elles sont bruitées ou trop espacées en temps ou en espace. Le plus souvent, les difficultés proviennent de la nécessité de coupler des aspects de calcul scientifique avec des techniques d'automatique ou de traitement d'images. Pour la **régulation** ou la commande de systèmes complexes, on peut aussi être confronté à des perturbations extérieures : il faut alors aborder de nouveaux problèmes de contrôle robuste, d'ordonnancement, de planification et de fiabilité. Des problèmes d'**optimisation** difficiles et très variés apparaissent, dans des domaines discrets ou continus, parfois avec des contraintes géométriques ou combinatoires et avec des caractéristiques non déterministes.

3.2.5. Combiner simulation, visualisation et interaction

Les logiciels de modélisation géométrique, de simulation et de visualisation sont au cœur des activités de **conception** des objets et de l'analyse de leurs structures : le **prototypage virtuel**, les maquettes numériques, l'ingénierie inverse changent le métier de l'ingénieur. Ces nouvelles méthodes de conception imposeront de plus en plus de coupler simulation, visualisation et interaction. Des évolutions technologiques fortes permettent de l'envisager : la puissance considérable des processeurs graphiques, qui évolue plus rapidement que celle des processeurs généraux, les nouveaux systèmes d'acquisition numérique (laser, imagerie), et les nouveaux systèmes de visualisation 3D couplés à des dispositifs d'interaction variés. Les défis scientifiques qui en découlent sont multiples.

* * *

Ces méthodes de conception, où la modélisation et la visualisation sont ouvertes à l'interaction avec l'ingénieur, commencent à apparaître dans les secteurs de l'automobile, de l'aérospatiale, de l'architecture industrielle. Les mêmes techniques doivent parfois s'associer avec le travail coopératif à distance, comme c'est le cas par exemple dans l'industrie du pétrole où les décisions d'exploration sont très coûteuses. Dans des domaines scientifiques comme la physique, la chimie ou la biologie, **la visualisation couplée au calcul** a l'ambition d'être un facteur de progrès majeur des connaissances en aidant à une meilleure compréhension de phénomènes complexes, ou en accroissant la fiabilité numérique des simulations pour proposer, à terme, des solutions mathématiques et algorithmiques permettant d'atteindre des degrés de précision très élevés. Ainsi, lors d'une **modification du modèle** portant sur la géométrie, les propriétés physiques des matériaux, l'éclairage, etc., l'utilisateur souhaite un retour immédiat, visuel ou sonore, en dépit de la complexité des équations qui régissent le modèle mathématique ou du très grand nombre de données à manipuler pour obtenir une visualisation interactive, qui doit être adaptée – enrichie ou simplifiée – selon les besoins de l'utilisateur.

Utiliser des modèles et des simulations plus riches, tout en prenant en compte les contraintes de temps-réel dues à la présence de l'utilisateur dans la boucle, implique de mettre en œuvre des simplifications contrôlées des modèles ou des phénomènes. La **modélisation multi-échelles** s'impose pour trouver le niveau de simulation adapté à une échelle donnée. Elaborer une théorie de l'approximation numérique, prenant en compte les problèmes d'échantillonnage, contrôlant la capacité des approximations à préserver la topologie des objets modélisés, gérant les compromis entre simplification et qualité de l'approximation reste un défi majeur. On doit même prévoir parfois des modèles interchangeables pour représenter un même phénomène, de manière à gérer la complexité des scènes modélisées en fonction de l'interaction avec l'utilisateur, par exemple lorsqu'il interagit avec une visualisation d'un paysage naturel complet intégrant relief, végétation, rivières et nuages dans un dispositif immersif de **réalité virtuelle**, ou avec la simulation d'un personnage virtuel, humain ou animal, intégrant les mouvements du squelette, les déformations des tissus mous, l'expression faciale, le mouvement du pelage ou de la chevelure, ou encore le comportement et la texture des vêtements.

Les paradigmes d'interaction retenus jouent évidemment aussi un rôle crucial, et beaucoup reste à faire dans ce domaine finalement peu exploré : interfaces haptiques, sonores, tactiles, et plus généralement tous les **nouveaux dispositifs d'interaction**, avec leurs interférences psychologiques mal connues. Ces problèmes d'interaction sont aujourd'hui un frein à l'utilisation des environnements virtuels immersifs (intégrant visualisation tridimensionnelle, interfaces haptiques, son spatialisé, etc.), comme par exemple pour les modèles de patients en chirurgie assistée par ordinateur. Plus généralement, le développement de nouvelles approches d'interaction, plus naturelles et plus faciles à utiliser, reste une condition incontournable pour l'adoption des environnements virtuels dans de multiples domaines d'applications, professionnelles ou grand public.

La notion de boucle d'interaction change évidemment les ordres de grandeur de la complexité des calculs à effectuer. C'est notamment le cas lorsque le **temps réel** est une contrainte, par exemple pour assurer une continuité visuelle, sonore ou haptique suffisante pour le confort de l'utilisateur, ou encore, en **réalité augmentée**, pour insérer un objet synthétique dans un environnement vidéo qui est acquis en direct. C'est encore le cas si le temps réel est un objectif du calcul, par exemple lorsqu'il faut évaluer un retour d'effort en conformité avec les lois de la physique. Le recours à des calculateurs plus puissants, au calcul parallèle, voire à des calculs distribués sur une large échelle est utile mais ne saurait tout résoudre. Pour diminuer les temps de calcul, il est nécessaire d'adapter ou d'optimiser les schémas algorithmiques. A titre d'exemple, les méthodes particulières, qui connaissent actuellement un fort développement dans des domaines tels que la vision, la robotique, ou les communications numériques, permettent de concentrer automatiquement la puissance de calcul disponible dans les régions d'intérêt de l'espace d'état.

3.2.6. Modéliser le vivant

La modélisation est maintenant entrée en force dans les sciences du vivant. Elle est nécessairement multi-échelles, depuis le génome, au niveau moléculaire, jusqu'aux écosystèmes où l'on étudie des populations d'êtres vivants. Mais l'expérimentation et l'observation jouent toujours un rôle central, avec une accumulation de données quantitatives et qualitatives qui a pris un caractère industriel. Les techniques du traitement de l'information et de la modélisation – algorithmique, modèles discrets, traitement des connaissances, traitement du signal, apprentissage statistique, automatique et calcul scientifique – sont indispensables pour traiter ces très grandes bases de connaissances et pour simuler les mécanismes de base du vivant.

L'INRIA a la conviction que le défi de la modélisation des systèmes vivants, un des plus grands de la science du 21^{ème} siècle, requiert non seulement un grand investissement des spécialistes des sciences du vivant, mais aussi une implication forte des chercheurs en traitement de l'information et en mathématiques appliquées. Il souhaite donc mettre ses compétences en traitement de l'information et en modélisation au service de ce grand enjeu, **en coopération avec les scientifiques et les organismes dont c'est la vocation directe**.

* * *

Dans ce champ très large, l'INRIA fera porter ses efforts dans les directions suivantes.

L'essor des recherches sur le **génom**e repose depuis plusieurs années sur celui de la **bio-informatique**. Ce sont d'abord les algorithmes d'exploration, de comparaison, de manipulation de chaînes de caractère qui ont joué un rôle décisif. On assiste maintenant à une diversification et une multiplication des données obtenues, notamment grâce aux puces à ADN pour le transcriptome ou à la spectrométrie de masse pour le protéome, ce qui pose le problème de leur recoupement en vue d'accroître la fiabilité des prédictions, et donc celui de leur organisation en bases de données. Ces données ne se limitent pas à la séquence, mais regroupent des

informations de nature très hétérogènes, textuelles, factuelles et géométriques. Les bases de données et de connaissances, qui regroupent des informations de plus en plus diversifiées, ont un rôle crucial : il s'agit d'être capable d'intégrer ces données nombreuses et très hétérogènes et d'interopérer ces bases de données, sémantiquement dépendantes mais en général déconnectées. Des techniques statistiques adaptées à des problèmes de grande dimension sont aussi à développer.

Après une phase de « description » des gènes, l'enjeu est aujourd'hui de comprendre les interactions entre les gènes et leurs produits. Il faut analyser les graphes qui modélisent les interactions, et non plus seulement les séquences, et il faut aussi mieux comprendre comment la structure géométrique des **protéines** explique leurs propriétés : c'est l'objet de la **bio-informatique structurale**. On espère ainsi pouvoir, par exemple, exploiter à des fins de classification les homologies entre leurs formes, globales ou partielles, ou mieux connaître les ligands potentiels qui donneront son efficacité à une molécule de **médicament**. Des approches prometteuses font ici intervenir des outils aussi différents que la résolution de contraintes et la géométrie algébrique. Les aspects dynamiques, qui font intervenir des recherches sur la dynamique moléculaire, sont importants pour étudier le repliement des protéines et prédire les changements de conformation. Les mêmes préoccupations dynamiques s'appliquent à l'organisation du génome lui-même : des remaniements chromosomiques sont à l'œuvre en permanence et sont à la base d'importants phénomènes biologiques.

Enfin, l'étude des réseaux d'interaction géniques constitue maintenant un enjeu majeur : il s'agit ici de comprendre les mécanismes de régulation qui sous-tendent le fonctionnement dynamique d'une cellule. L'organisme cellulaire peut ainsi être vu comme un système régulé qu'on peut étudier qualitativement, par exemple au moyen d'outils comme le calcul de processus ou le *model-checking*, voire quantitativement par des méthodes avancées d'automatique. Un objectif à terme pourrait être la réalisation, en partenariat avec des biologistes, d'un modèle informatique d'une cellule, qui modéliserait et simulerait, qualitativement puis quantitativement, le fonctionnement global d'une cellule ; plusieurs projets internationaux ambitieux ont été récemment lancés dans ce sens.

Comprendre et **modéliser les organes et les grandes fonctions de l'organisme** est un autre défi pour lequel il reste beaucoup à faire. On commence ainsi à s'intéresser au système de régulation hormonal humain ou animal : ici encore des techniques d'automatique ou de calcul scientifique seront nécessaires. L'étude de la circulation sanguine, en liaison avec celle du fonctionnement électrique et mécanique du muscle cardiaque et avec la respiration, est maintenant activement engagée. Elle couple de la mécanique des fluides polyphasiques, de l'interaction fluide-structure, de l'électromagnétisme, mais aussi de l'imagerie – pour modéliser le cœur lui-même. On peut aussi s'intéresser à la contraction musculaire à partir de l'action synchronisée, par des mécanismes encore à étudier, des nano-moteurs moléculaires, constituants des fibres musculaires.

Un thème particulièrement important est celui des **neurosciences**. Il s'agit ici d'abord de comprendre comment fonctionne le système nerveux, animal et humain, et comment il réalise les principales fonctions cognitives d'un organisme conscient. Les modalités d'acquisition de données se multiplient – IRM anatomique ou fonctionnelle, microscopie confocale 3D, tomographie par émission de positons, magnéto-encéphalographie. Leur exploitation fait intervenir des méthodes de traitement d'images, de calcul scientifique et de modélisation statistique et géométrique, et nécessite une étroite collaboration avec les neurophysiologues. Pour comprendre des fonctions cognitives, par exemple la vision humaine, on cherche à construire, à partir de données expérimentales neurophysiologiques ou psychophysiques, et de travaux en vision artificielle, des modèles fonctionnels testés tant pour leur réalité biologique que pour leur efficacité en imagerie. On peut aussi assimiler un organisme vivant à un système de traitement de l'information – et cet angle d'attaque peut d'ailleurs aussi être pris au niveau de la cellule – et espérer déduire de sa connaissance de nouveaux paradigmes de traitement de l'information. L'étude des propriétés d'émergence de comportements globaux complexes et finalisés par la coopération de nombreux comportements élémentaires fait ainsi intervenir, entre autres, des méthodes relevant de la physique statistique.

La construction de modèles mathématiques de la botanique et de l'écophysiologie apparentés à ceux de l'automatique permet aussi d'étudier la croissance et l'architecture des plantes en relation avec leur environnement. Mais l'étude du vivant ne se limite pas à celle d'organismes individuels ; l'étude des populations pose de nombreux problèmes et ouvre des champs d'application importants, par exemple pour l'environnement ou le développement durable. Les modèles de dynamique des populations posent encore de difficiles problèmes d'automatique non-linéaire, mais ils seront cruciaux pour modéliser des **écosystèmes**, évaluer des ressources renouvelables en halieutique, mettre en œuvre des procédés biologiques d'épuration, ou simuler la propagation d'une épidémie.

3.2.7. Intégrer pleinement les STIC dans les technologies médicales

L'INRIA a fait depuis plusieurs années des efforts importants, avec ses partenaires du monde médical, pour comprendre comment les STIC peuvent contribuer à la médecine clinique. Les progrès attendus sont considérables, pour le suivi des patients en continu, la personnalisation des analyses, l'assistance au geste chirurgical, l'efficacité dans l'administration des médicaments ou encore le perfectionnement des prothèses. Les difficultés scientifiques, multiples, se combinent avec des difficultés organisationnelles car les équipes de recherche sont naturellement pluridisciplinaires, et il faut pousser le travail de recherche jusqu'à la validation clinique et au transfert vers l'industrie. Qui plus est, une nouvelle technologie doit pouvoir être intégrée dans un processus complet de traitement pour être véritablement utilisée. En choisissant ainsi une priorité correspondant à un objectif essentiellement technologique, l'INRIA se fixe donc le défi de réussir à valider cliniquement ses recherches.

* * *

Les performances des dispositifs d'imagerie couramment utilisés dans la pratique clinique – IRM, scanner, médecine nucléaire, ultrasons – ne cessent de progresser, tant en résolution spatiale que temporelle. De nouvelles modalités d'**imagerie médicale**, moins invasives que les précédentes, sont en train d'émerger, de même que l'**imagerie moléculaire in vivo** qui permet de révéler l'activité de différentes molécules au sein même de l'organisme et à plusieurs échelles. L'interprétation quantitative des images permet notamment l'évaluation de nouvelles thérapies : cellules souches pour réparer certains tissus, thérapie génique contre le cancer, nouveaux médicaments dont l'effet est visible dans les images, etc. L'endoscopie, combinée à la reconstruction 3D d'un organe, a de multiples applications, comme de permettre un guidage plus précis de l'acquisition in vivo d'images microscopiques. L'utilisation de ces données d'imagerie soulève de nombreuses questions de recherche : recalage d'images, modélisation géométrique de formes variables, statistiques sur des formes géométriques, couplage entre les modèles d'organes et les données, indexation d'images. Des questions difficiles concernant le stockage, l'interopérabilité, la distribution des traitements et le transfert de données multimédia se posent du fait du volume et de l'hétérogénéité des données, mais aussi des contraintes de confidentialité qui imposeront sans doute qu'elles restent décentralisées.

L'assistance robotisée au geste du chirurgien a progressé dans les dernières années, mais la **robotique médicale** reste une source de problèmes considérables. Le rôle des **simulateurs chirurgicaux** ira croissant dans la formation des jeunes chirurgiens. Les techniques de réalité augmentée, en particulier, cherchent à superposer des images pré-opératoires, des constructions géométriques calculées et les images acquises en temps réel sur le patient lui-même afin de disposer simultanément de l'ensemble des connaissances relatives à une intervention. L'assistance au geste chirurgical peut aller jusqu'à impliquer des intermédiaires robotisés au geste du chirurgien, ce qui amène à des recherches avancées en vision par ordinateur, avec le recalage de données tridimensionnelles, en mouvement, d'origine et de résolution spatiale ou temporelle hétérogènes ; un problème classique, la segmentation, doit trouver une solution automatique et interactive si l'on veut pouvoir utiliser « en routine » les résultats d'imagerie médicale. Il faut aussi faire des progrès en fiabilité et sécurité des logiciels, et comprendre les problèmes de planification, ce qui nécessite de modéliser les gestes du chirurgien pour simuler et prévoir au mieux une intervention et pour contrôler les tâches robotisées.

Une des conséquences d'une meilleure compréhension des systèmes complexes intervenant en biologie est de permettre la construction de **prothèses** plus avancées, ou de traitements médicaux personnalisés. Ainsi les progrès sur la modélisation et la commande du système neuro-moteur et même plus largement sensori-moteur permettront de concevoir de nouveaux types de prothèses informatisées, pour l'assistance palliative d'une déficience sensorielle (cécité ou surdité), motrice (para-, tétra- ou hémiplegie), ou fonctionnelle (miction) ou encore pour la régulation de fonctions biologiques ou physiologiques (diabète, Parkinson). La modélisation et la simulation des grandes fonctions de l'organisme et de leurs interrelations, combinées avec les mesures prises sur un patient, permettent d'envisager de personnaliser diagnostic et traitement : on pourra ainsi diagnostiquer des problèmes cardiaques à partir de l'étude personnalisée des systèmes cardiovasculaires et respiratoire d'un patient. Dans un autre domaine, une meilleure connaissance de l'anatomie fonctionnelle du cerveau et du système nerveux central mènera au diagnostic, et plus tard au traitement des troubles cognitifs, dont l'impact social est en croissance du fait du vieillissement de la population.

3.3. Les objectifs prioritaires des unités de recherche

Le précédent Plan stratégique avait affirmé des choix de thèmes prioritaires pour l'INRIA dans son ensemble, sans décliner ces choix sous forme de priorités des unités de recherche : l'INRIA considérait que chaque unité de recherche avait vocation, en fonction des opportunités, à couvrir toute partie du spectre des recherches menées par l'institut. Avec l'élargissement du domaine de l'informatique et des mathématiques appliquées, l'augmentation du nombre de ses unités de recherche, et avec l'affirmation plus forte de ses choix de politique scientifique et technologique, l'institut estime qu'il est temps désormais d'infléchir ce principe. **Chaque unité de recherche a pour mission de mettre en œuvre les priorités de la politique scientifique de l'institut**, mais elle ne peut être présente au même niveau sur tous les fronts. C'est pourquoi l'institut souhaite **choisir pour chaque unité de recherche un petit nombre d'objectifs prioritaires**, sur lesquels elle mobilisera particulièrement son action.

Affirmer ces choix dans ce Plan stratégique permettra d'accroître la visibilité et l'attractivité de chaque unité de recherche, et d'améliorer la lisibilité des recherches de l'institut et celle du dispositif national de recherche dans le domaine des STIC. Cette déclinaison de la politique scientifique et technologique de l'INRIA dans ses unités de recherche sera utile aussi pour éviter que les choix liés à la politique scientifique ne soient tous centralisés. Parce que la politique scientifique était définie au niveau national dans le Plan stratégique de 1999 et le Contrat quadriennal 2000-2003, et parce que la prise en compte des thèmes prioritaires dans les décisions d'attribution de postes et de moyens n'était pas dans la culture des unités de recherche, l'institut a eu tendance, dans un premier temps, à centraliser plusieurs de ces décisions. Il est important désormais d'inverser cette tendance et de **favoriser une meilleure appropriation des réflexions liées à la politique scientifique et technologique par chaque unité de recherche**, tout en conservant à l'équipe de direction de l'institut la responsabilité de garder une vision globale des activités des unités de recherche et d'assurer la cohérence des choix de leurs objectifs prioritaires.

Pour choisir les objectifs prioritaires de chaque unité de recherche, l'institut s'appuie évidemment sur les sept défis scientifiques et technologiques décrits plus haut et sur les compétences présentes dans chaque unité. Il considère aussi qu'une part des priorités de chaque unité de recherche peut se situer en dehors des sept défis scientifiques et technologiques, notamment pour tenir compte du contexte local et régional. On trouvera ci-dessous **une brève description des objectifs prioritaires** que l'INRIA prévoit de choisir pour les prochaines années pour chacune de ses unités de recherche, à l'exception de l'unité Futurs pour laquelle l'institut estime qu'il serait prématuré de fixer dès maintenant des priorités marquées – mais qui tiendra compte pour son développement des défis prioritaires de l'INRIA et des objectifs prioritaires des autres unités de recherche. Ces objectifs prioritaires des unités de recherche feront l'objet d'une concertation dans les prochains mois avec les établissements partenaires de chaque unité.

➤ En s'appuyant sur les compétences présentes dans sa région, l'unité de recherche de **Lorraine** développera prioritairement ses activités suivant quatre orientations.

- **Maîtriser le traitement automatique de la langue naturelle et la communication multimodale**

La convergence à Nancy de recherches en traitement automatique de la parole, en linguistique computationnelle, en dialogue homme-machine, en vision, en analyse de documents et en simulation de processus perceptifs et communicatifs est un atout fort pour s'attaquer à l'intégration de données multimodales, avec l'objectif d'avoir une meilleure connaissance des mécanismes de perception et de cognition de l'être humain et d'en tirer parti pour mieux communiquer avec l'ordinateur.

- **Combiner simulation et visualisation**

Face à des problèmes posés par les physiciens, les chimistes ou les biologistes, la taille des modèles numériques à calculer, transférer et visualiser, le besoin impérieux de précision géométrique et physique, la prise en compte de la composante temporelle et de l'interactivité dans les techniques de simulation et de visualisation constituent de grands défis pour l'informatique et le calcul scientifique.

- **Garantir la qualité, la sécurité et la sûreté des systèmes informatiques**

Les recherches se centreront sur la conception de logiciels sûrs, la vérification des systèmes critiques, embarqués ou enfouis. Les problèmes de conception et de sécurité seront également abordés dans le contexte des architectures logicielles et des services distribués sur des réseaux.

- **Développer des modèles et algorithmes pour la bio-informatique et l'informatique bio-inspirée**

En bio-informatique, l'objectif des recherches est d'expliquer comment les composants d'un système biologique interagissent pour assurer une certaine fonction ; un modèle informatique permet d'analyser, de simuler et de prédire le comportement d'un système biologique et de raisonner avec des méthodes formelles sur les propriétés de ce système. L'informatique bio-inspirée s'appuie sur les systèmes multi-agents, les systèmes neuromimétiques continus ou à événements discrets, et les systèmes connexionnistes de très grande taille, dont la capacité d'apprentissage s'appuie sur des adaptations des algorithmes classiques d'apprentissage statistique et sur des modèles hybrides symboliques-numériques.

➤ Pour l'unité de recherche de **Rennes**, les trois premiers objectifs prioritaires visent à conforter des axes scientifiques déjà pleinement établis, cohérents avec un tissu régional important dans les domaines des infrastructures réseaux et logicielles pour les télécommunications et du traitement et de la communication de données multimédia. Le quatrième objectif concerne les recherches en bio-informatique dont l'INRIA Rennes est coordinateur au sein de « Ouest Génopole ».

- **Maîtriser les infrastructures des réseaux distribués grande échelle et des services de communication mobile**

Les recherches porteront sur le « *grid computing* » et les architectures pair-à-pair, l'algorithmique répartie, la prise en compte de la distribution grande échelle des données, des codes, des calculs et des services, et la supervision distribuée de réseaux. L'exploration de nouvelles architectures logicielles en communications mobiles pour les réseaux ad hoc constitue une dimension complémentaire importante.

- **Traiter des données multimédia et les communiquer sur réseaux hétérogènes**

L'objectif de ces recherches concerne la modélisation, le traitement et l'indexation de masses de données grande échelle et évolutives – signaux, sons, images, etc. – en y associant bien souvent plusieurs modalités de sources, de modèles de canaux de communication et de protection des données.

- **Concevoir des architectures et des composants de logiciels sûrs pour les systèmes embarqués**

Dans ce contexte, on étudiera de nouveaux paradigmes de programmation et de compositionnalité, en incluant les aspects liés à la vérification et aux preuves, notamment pour les logiciels enfouis sur cartes à puces et les « *systems on chip* ».

- **Explorer la bio-informatique des séquences protéiques et génomiques**

Ces recherches incluent la modélisation des réseaux d'interaction génique-métabolique, la modélisation syntaxique pour la découverte de gènes par extraction de signatures, et le développement d'architectures parallèles pour l'exploration à grande échelle des masses de données génomiques.

➤ A travers ses objectifs prioritaires, l'unité de recherche **Rhône-Alpes** souhaite d'une part renforcer trois thèmes scientifiques importants sur lesquels son investissement doit être poursuivi pour rester au meilleur niveau, et d'autre part s'inscrire dans l'exceptionnelle dynamique régionale en micro- et nano-technologies, domaines dans lesquels les aspects logiciels seront déterminants.

- **Amplifier l'effort de recherche en bio-informatique**

On cherche ici à modéliser et analyser les diverses entités biologiques impliquées dans les processus d'expression et de transmission de l'information génétique, ainsi que les relations qu'elles entretiennent entre elles. Cette activité de modélisation est essentielle dans ce domaine caractérisé par une forte hétérogénéité des données et des connaissances. Il s'agit également de concevoir des méthodes d'analyse pertinentes sur des données de natures différentes : recherche et inférence de motifs et de structures dans les séquences génomiques et protéiques, simulation des réseaux d'interactions génétiques, reconstruction d'arbres phylogénétiques à partir de grands ensembles de séquences homologues.

- **Concevoir, analyser et mettre en oeuvre des infrastructures hétérogènes de communications et des services pour la grille**

Ces recherches, très visibles en Rhône-Alpes, impliquent plusieurs équipes collaborant activement et s'impliquant dans la mise en oeuvre de plates-formes. Pour les communications, on s'intéressera particulièrement à l'étude des réseaux sans fil, mobiles, ad hoc, à haute performances ou hybrides, ainsi qu'aux questions de sécurité. Concernant les supports de calcul distribué à grande échelle, on s'attachera à la production de logiciels modulaires et sûrs, d'algorithmes passant à l'échelle et adaptables, en s'intéressant là aussi à la sécurité.

- **Combiner modèles, données, simulation et réalité virtuelle**

Il s'agit ici de développer des techniques mathématiques, numériques et informatiques en vue de simuler et de visualiser des phénomènes complexes, comme par exemple en mécanique ou en océanographie ou éventuellement en nanophysique. La coopération de plusieurs disciplines – infographie, vision par ordinateur, calcul scientifique, parallélisme, interaction 3D – s'avère déterminante dans la plupart des problèmes considérés, un exemple typique et important étant l'assimilation d'images.

- **Concevoir des logiciels pour les microtechnologies**

L'effort de recherche lié à cet objectif doit faire l'objet d'une croissance forte, le contexte régional y étant particulièrement favorable en raison de la présence des grandes industries et laboratoires du domaine rassemblés autour de projets fédérateurs. On s'attachera notamment à développer des techniques de compilation et de logiciels sûrs pour les systèmes micro-électroniques, et à concevoir des protocoles, des circuits et des opérateurs arithmétiques spécialisés.

➤ L'INRIA **Rocquencourt** souhaite influencer de façon significative de grandes évolutions scientifiques et technologiques tout en menant des recherches pertinentes, à court et moyen termes, pour des secteurs en pleine expansion. Pour obtenir ce fort impact, l'unité mobilisera ses compétences en informatique et mathématiques appliquées en donnant la priorité à trois objectifs.

- **Concevoir et maîtriser les réseaux et les systèmes, traiter l'information distribuée**

Cet objectif s'appuie principalement sur les travaux menés dans le domaine des réseaux et systèmes, qui portent sur les protocoles, la mobilité et la fiabilité pour les grands réseaux ou les réseaux ad hoc, le code mobile et les services distribués. Les recherches sur la protection et le traitement de l'information à grande échelle contribuent aussi à cet objectif.

- **Accroître l'expressivité et la sûreté des langages, concevoir et valider des algorithmes performants**

Cet objectif s'appuie sur des recherches en informatique et en mathématiques appliquées étudiant l'expressivité des langages, la fiabilité et la performance du logiciel. Ces travaux portent sur les langages de haut niveau et l'analyse de programmes, la spécification et la validation de logiciels, et la résolution de contraintes. Ils concernent aussi des solutions algorithmiques fiables et performantes en informatique et calcul numérique menant à des logiciels de qualité largement diffusés, en particulier pour la conception et la simulation en ingénierie.

- **Modéliser le vivant**

Cet objectif s'appuie sur les travaux en modélisation multi-échelles, couplage modèles et données, automatique des systèmes vivants, modélisation et simulation d'organes ou de fonctions du corps humain. Pour cet objectif, l'unité s'efforcera de développer des collaborations d'envergure faisant appel aux compétences de partenaires en sciences du vivant et en automatique, calcul scientifique et traitement d'images.

➤ L'unité de recherche de **Sophia-Antipolis** souhaite poursuivre des recherches de haut niveau dans les grands thèmes des STIC en donnant la priorité à deux grands objectifs.

- **Concevoir et utiliser les systèmes informatiques ubiquitaires**

Les futurs **réseaux hétérogènes ou ubiquitaires**, qui se caractérisent par des entités mobiles communicantes et parfois de très petite taille, posent des problèmes de mobilité, de sécurité et de sûreté, de continuité et de qualité de service. Faire fonctionner ces réseaux hétérogènes complexes est un défi scientifique majeur qui nécessite le développement de recherches fondamentales et appliquées en conception des architectures et des protocoles, ainsi qu'en dimensionnement, optimisation et planification des réseaux. Celles-ci doivent s'appuyer sur l'algorithmique, l'évaluation des performances, la simulation et les plateformes d'expérimentation. Utiliser correctement et efficacement ces réseaux nécessite aussi le développement de recherches sur les **langages de programmation pour la mobilité** et sur des environnements de programmation permettant de **combinaison des approches du *grid computing* et du web sémantique**.

- **Modéliser et calculer sur le monde vivant : biologie, médecine, neurosciences, environnement**

Cet objectif concerne la modélisation, la simulation et la commande de systèmes vivants tels que les grands systèmes physiologiques de l'organisme humain, mais aussi les réseaux trophiques ou écologiques, les réseaux métaboliques, les réseaux géniques, etc. Il s'agit de concevoir et d'étudier de nouveaux outils informatiques, mathématiques et numériques permettant de représenter de tels systèmes, d'étudier leur comportement dynamique, de les contrôler et de les simuler sur ordinateur. Ces recherches reposent notamment sur la **modélisation géométrique de formes complexes**, la construction de **représentations multi-échelles** cohérentes variant du nanoscopique au macroscopique, et l'**identification des paramètres** de grands systèmes ou l'assimilation de masses de données. Ces travaux devraient permettre à terme de mieux comprendre le fonctionnement des systèmes vivants, de réaliser de nouveaux progrès pour **l'imagerie et la robotique médicales**, de mieux assister le diagnostic et le contrôle thérapeutique de certaines maladies et de contribuer au développement de nouvelles thérapies.

Bien sûr, pour chaque unité de recherche comme pour l'institut dans son ensemble, **ces choix d'objectifs prioritaires ne doivent pas se transformer en cadres rigides** : il faut réaffirmer ici que chaque unité de recherche devra continuer à être capable de mener avec succès des activités de recherche hors de ses objectifs prioritaires. Il faudra aussi, dans le cadre de la mise en œuvre de ce Plan stratégique, préciser comment et à quel point les décisions d'attribution de postes et de moyens prises par la direction de l'institut et par les directions des unités de recherche tiendront compte des défis prioritaires de l'INRIA et des objectifs prioritaires des unités.

4. LA STRATEGIE DE L'INSTITUT POUR REALISER CETTE AMBITION

En appui de ses deux grands objectifs stratégiques, l'excellence scientifique et le transfert technologique, l'institut doit aussi assumer toutes ses autres missions. En particulier, il sera très attentif dans les prochaines années à amplifier encore sa contribution à l'effort national de **formation par la recherche**, à **développer ses coopérations européennes et internationales**, et à accroître son action en matière de **diffusion de l'information scientifique et technique**. De plus, il devra aussi amplifier la dynamique de ses partenariats, rendre plus efficaces ses actions de transfert technologique, **accroître son attractivité**, veiller à la qualité de son processus d'évaluation, améliorer son fonctionnement et sa communication internes, et poursuivre le développement de sa politique de ressources humaines. Ces enjeux, évoqués ci-dessous, sont tous essentiels pour la réalisation de l'ambition de l'INRIA.

4.1. La recherche et le transfert

4.1.1. L'INRIA au sein du dispositif national

Les collaborations de l'INRIA avec les autres acteurs du dispositif national de recherche et d'enseignement supérieur sont extrêmement nombreuses et actives, et elles prennent des formes très variées : participation importante des chercheurs à l'enseignement, y compris dans d'autres établissements que ceux qui sont au voisinage immédiat des unités de recherche, coopérations dans tous les cadres d'actions nationales, qu'ils soient pilotés par les ministères, le CNRS ou par l'institut lui-même, réponses conjointes à des appels à propositions européens et internationaux, coopérations internationales menées en commun avec plusieurs acteurs français, actions conjointes pour le soutien à la création d'entreprises, etc. L'institut continuera d'encourager l'implication très forte de ses chercheurs et de ses équipes dans les activités de la communauté scientifique nationale.

Deux types de partenariats jouent un rôle particulier. L'institut privilégiera dans les prochaines années, d'une part, le renforcement de **ses partenariats avec les universités et écoles**, dont on a déjà souligné le caractère stratégique, et d'autre part **ses partenariats avec les organismes ou équipes de recherche d'autres domaines scientifiques**, car ils représentent le meilleur moyen, et parfois le seul, pour attaquer les grands défis scientifiques ou technologiques situés aux frontières des disciplines. L'institut continuera notamment à développer ses partenariats avec le CEA, le CEMAGREF, le CIRAD, le CNRS, le CSTB, l'INRETS, l'INSERM et l'institut Pasteur, en favorisant la mise en place d'actions de recherche communes, voire d'équipes de recherche communes lorsque ce sera utile.

Dans cette optique, **la politique d'accueil de l'INRIA joue un rôle important**. Elle permet à l'institut d'accueillir chaque année dans ses équipes plusieurs dizaines d'enseignants-chercheurs, de chercheurs, ou de fonctionnaires de corps techniques de l'Etat. L'INRIA poursuivra dans les prochaines années cette politique d'accueil de grande ampleur, avec l'objectif d'y consacrer 15% à 20% de ses postes de chercheurs, et il s'attachera à l'orienter davantage en faveur du développement de ses relations avec les autres domaines scientifiques, avec une priorité pour le domaine des sciences du vivant.

Au-delà de ces aspects, il est important d'aborder également ici les questions liées à l'organisation des partenariats avec les autres établissements au sein du dispositif national de recherche en STIC. Dans le cadre de la préparation de ce Plan stratégique, et en lien avec une démarche de réflexion lancée à ce sujet par le ministère chargé de la recherche, **les évolutions à envisager pour développer les pôles d'excellence auxquels participe l'institut**, améliorer la lisibilité du dispositif et accroître la complémentarité entre l'INRIA et le CNRS ont fait l'objet d'analyses approfondies au sein de l'institut et de nombreux échanges avec les établissements partenaires, universités, écoles et CNRS. Les principaux éléments des **propositions**

de l'INRIA pour ces évolutions sont présentés ci-dessous, en évoquant les spécificités de chacune des implantations de l'institut :

➤ Pour chacune des quatre unités de recherche de Lorraine, Rennes, Rhône-Alpes et Sophia-Antipolis, c'est-à-dire **sur les pôles de Nancy, Rennes, Grenoble et Sophia-Antipolis, l'INRIA souhaite engager avec les universités et écoles partenaires et avec le CNRS une réflexion sur les évolutions d'organisation qu'il estime indispensable d'apporter à l'organisation locale pour favoriser le développement de la recherche en informatique et automatique sur ces pôles.** Les raisons qui conduisent l'institut à souhaiter engager cette réflexion varient selon les sites. Pour l'essentiel, elles se résument de la façon suivante :

- Avec 450 à 500 personnes par unité, les unités de recherche de Lorraine, Rennes et Sophia-Antipolis ont atteint ou sont sur le point d'atteindre ce que l'institut considère comme une taille maximale.
- Les unités de Lorraine et de Rennes, ou plus précisément le LORIA et l'IRISA, sont aujourd'hui des acteurs incontournables pour tout développement nouveau de la recherche en informatique sur leur site ou dans leur région. L'INRIA considère cette situation, qui s'apparente à un « monopole local », comme un handicap potentiel pour ces laboratoires, limitant le dynamisme et la capacité de choix dont ils devront faire preuve pour continuer à figurer au meilleur niveau dans la compétition internationale.
- Sur les sites de Grenoble et Sophia-Antipolis, plusieurs projets de recherche de l'INRIA sont encore dans une situation où la synergie avec l'enseignement et avec les écoles doctorales peut et doit être améliorée. De plus, l'institut estime souhaitable d'améliorer la lisibilité de l'organisation de la recherche en informatique et automatique sur ces deux sites.

Pour favoriser le développement de la recherche en informatique et automatique sur ces pôles, l'INRIA propose de se placer dans une perspective :

- où, en partenariat avec les établissements d'enseignement supérieur, **existeraient sur chaque site plusieurs laboratoires travaillant sur des thématiques bien identifiées et complémentaires, rattachés chacun à un organisme de recherche, et réunis au sein d'une coordination locale** permettant de leur donner une certaine visibilité commune, de mener des actions conjointes et de partager les réflexions sur les évolutions stratégiques ;
- et où **serait** mise en place sur chaque site **une unité commune de recherche (UCR) entre l'INRIA et les universités ou écoles partenaires.**

➤ **L'unité de recherche de Rocquencourt** est celle qui est la moins liée à l'université par un partenariat étroit, même si ses projets de recherche ont noué des liens avec de nombreuses universités et écoles de la région parisienne. Cette unité de recherche doit poursuivre la dynamique qui l'a vue, ces dernières années, **augmenter le nombre de ses projets de recherche communs avec d'autres établissements.** Pour aller plus loin et surmonter l'isolement géographique du site de Rocquencourt, éloigné de tout campus universitaire, l'INRIA serait intéressé à voir une ou des universités prêtes à investir dans un partenariat étroit avec cette unité de recherche, qui pourrait alors évoluer vers une UCR.

➤ Bien sûr, la situation est encore différente sur les trois sites de **Bordeaux, Lille et Saclay** regroupés depuis 2002 au sein de l'unité de recherche tri-localisée Futurs. **L'implication de l'INRIA sur ces sites** est nettement moins avancée que sur les cinq sites évoqués plus haut, et **sera la priorité des prochaines années.** L'institut ne souhaite pas proposer aujourd'hui d'évolution de l'organisation sur ces sites où il est un « nouvel arrivant », car il est souhaitable que la dynamique du développement de la recherche en STIC sur chacun des trois pôles continue de **s'appuyer pendant les prochaines années sur les laboratoires existants** qui l'ont portée jusqu'ici et que l'arrivée de l'institut permettra de renforcer. Comme cela a été fait récemment à Saclay, il sera nécessaire de fixer rapidement avec

les établissements partenaires à Bordeaux et Lille un cadre qui permettra d'amplifier la dynamique de création de projets de recherche communs avec ces laboratoires existants. A moyen terme, des évolutions d'organisation seront certainement nécessaires et pourront s'inspirer des évolutions conduites sur les sites où la présence de l'INRIA est plus ancienne.

Ces propositions reposent sur l'hypothèse que **le CNRS et l'INRIA s'engagent conjointement et de façon complémentaire dans une politique de soutien aux grands pôles régionaux de recherche en informatique et automatique** et se coordonnent régulièrement pour partager leurs réflexions prospectives et stratégiques, organiser leur complémentarité et leur coopération, que ce soit dans les pôles d'excellence où ils seront présents côte à côte ou dans le cadre des projets « hors-sites » qui resteront le plus souvent des équipes communes aux deux organismes.

La perspective ouverte par ces **propositions** est donc que, sur chacun des huit pôles où l'institut est présent – voire neuf si l'on compte séparément Grenoble et Lyon – l'unité de recherche de l'INRIA **serait** essentiellement constituée, à terme, d'une UCR commune avec les universités ou écoles, à laquelle s'ajouteront, comme c'est déjà le cas aujourd'hui, un nombre modéré de projets de recherche « hors-sites ». Ce « modèle », où existerait sur chaque pôle une seule UCR, **permettrait de conserver les principales qualités de l'organisation de l'INRIA** qui ont contribué de façon reconnue à son succès et à son efficacité :

- une organisation avec un petit nombre d'unités de recherche dont chacune rassemble une masse critique substantielle, dispose de services de soutien à la recherche efficaces et proches, joue un rôle d'animation important dans le tissu académique et industriel régional, et a pour objectif d'acquérir une grande visibilité au niveau européen et international ;
- un très petit nombre de niveaux hiérarchiques, sans intermédiaire entre les responsables des projets de recherche et les directeurs d'unités qui sont membres de l'équipe de direction nationale de l'INRIA, partagent ainsi une vision commune de la politique de l'institut et assurent une bonne liaison et une bonne intégration des « politiques de site ».

L'approfondissement des réflexions sur ces propositions nécessitera bien sûr de préciser, en lien avec les universités et écoles concernées, le « concept » d'**UCR, unité commune de recherche entre l'INRIA et les universités ou écoles**, dont il n'existe aucun exemplaire à ce jour puisque tous les laboratoires communs avec des universités auxquels participe aujourd'hui l'institut sont des unités mixtes de recherche (UMR) construites sur le modèle des UMR CNRS-Universités. L'INRIA voit dans cette proposition, qui représente une nouveauté importante dans son organisation, un moyen très intéressant pour **amplifier sa dynamique de partenariat avec les universités** et pour améliorer la lisibilité des pôles d'excellence où il est présent.

L'INRIA est conscient que ces propositions d'évolutions d'organisation soulèvent de nombreuses questions délicates⁶. Il estime indispensable de se donner plusieurs mois pour mener à ce sujet une concertation approfondie avec les personnels concernés et pour **poursuivre, avec les établissements partenaires et le ministère chargé de la recherche, la réflexion sur ces propositions et sur d'autres projets d'évolution qui seraient proposés par les établissements partenaires, en tenant compte des spécificités de chaque site où est implanté l'institut.**

⁶ Il faut notamment préciser que les réorganisations de laboratoires envisagées ici devront, si elles sont mises en œuvre, être conduites avec le souci de préserver la dynamique des équipes de recherche existantes communes à plusieurs établissements. Il est clair aussi que ces éventuelles réorganisations conduiront à revoir les choix d'objectifs prioritaires des unités de recherche présentés plus haut puisque ces choix sont faits dans le présent Plan stratégique sur la base des contours actuels des unités de recherche, et que les réorganisations auront probablement pour effet, sur certains pôles, que certaines équipes travaillant sur les thèmes prioritaires se retrouvent rattachées à d'autres laboratoires.

4.1.2. L'organisation de la recherche

L'organisation de la recherche à l'INRIA continuera dans les prochaines années **de reposer principalement sur les projets de recherche**. Un projet de recherche est une équipe de taille limitée (de 10 à 25 personnes environ en comptant tous les collaborateurs de l'équipe, y compris les étudiants en formation), avec des objectifs scientifiques et un programme de recherche clairement définis, sur une thématique relativement focalisée, et un chef de projet qui a la responsabilité de coordonner les travaux de l'ensemble de l'équipe. En désignant ses équipes de recherche par ce mot de « projet », l'INRIA manifeste l'importance qu'il accorde à l'existence d'objectifs partagés par tous les membres d'un projet et à la responsabilité de *leadership* scientifique des chefs de projets, à qui il revient de proposer les objectifs qui seront fixés pour le projet et de veiller à la focalisation de ses activités.

Cette organisation a **de nombreux avantages** auxquels l'institut est très attaché. En promouvant la dimension collective de la recherche et en regroupant les chercheurs au sein d'équipes dont les objectifs sont bien identifiés, elle accroît la visibilité et l'impact des travaux menés au sein de l'institut. D'une grande souplesse, elle permet une bonne réactivité, que l'institut a accrue ces dernières années en amplifiant le renouvellement de ses projets de recherche⁷. Pour tirer tous les avantages de cette organisation en projets, l'institut doit cependant être vigilant sur plusieurs aspects :

- Il doit éviter que le nombre de ses équipes de recherche augmente sensiblement plus vite que ses effectifs, ce qui entraînerait un émiettement et une dispersion de ses efforts : pour cela, il doit mieux aider les chercheurs qui, après l'arrêt d'un projet, réfléchissent à rejoindre des équipes existantes ou en train de se former, en particulier ceux qui sont prêts à infléchir leurs thèmes de recherches vers les orientations prioritaires de sa politique scientifique.
- Il doit veiller à **favoriser l'autonomie des jeunes chercheurs**, notamment en leur permettant de piloter des actions de recherche coopératives et en leur donnant des possibilités de mobilité ou d'encadrement, et promouvoir les mobilités entre projets de recherche. Dans la ligne des progrès déjà réalisés pour ouvrir le recrutement de directeurs de recherche à des candidats extérieurs, l'INRIA doit aussi être attentif à **favoriser l'émergence d'activités de recherche vraiment nouvelles** au sein de l'institut.
- Enfin, l'institut doit s'efforcer de préserver, mieux qu'aujourd'hui, **une grande diversité des projets de recherche**. La stratégie de l'INRIA, reposant sur l'objectif d'être présent au meilleur niveau sur la scène scientifique internationale et sur un fort engagement dans des actions de transfert technologique, ne doit pas se transformer en une norme selon laquelle chaque projet doit à la fois mener des recherches théoriques, développer des logiciels et avoir des contrats de recherche avec des partenaires industriels. De tels projets de recherche, bien en phase avec la stratégie de l'INRIA, ont certainement vocation à rester les plus nombreux, mais il est important qu'émergent des initiatives plus diversifiées dans les créations de projets. Il y a la place à l'INRIA pour des projets menant une recherche qui peut ne pas être théorique ou fondamentale, qui peut être très pluridisciplinaire ou proche des applications, ou dans laquelle les principaux défis sont liés à l'intégration de résultats de recherches d'origines variées. Il y a aussi place à l'INRIA pour des projets de recherche qui assument un positionnement fondamental et amont au tout meilleur niveau international, sans perspective d'applications de leurs recherches autres que de moyen ou long terme, voire sans contrats de recherche.

Pour compléter efficacement cette organisation très « plate » en projets de recherche, l'institut doit aussi progresser dans deux directions, sur lesquelles il a été régulièrement interpellé par des évaluateurs extérieurs :

- Tout en maintenant son choix de ne pas se donner une organisation en départements scientifiques, l'INRIA doit **mieux s'organiser** pour construire une vision globale de ses recherches et de ses activités de transfert technologique et **pour mettre en œuvre sa politique scientifique et technologique d'une façon coordonnée sur l'ensemble de ses unités de recherche**. Pour cela, l'institut constituera un

⁷ L'ancienneté moyenne des projets de recherche de l'INRIA existant en 2003 est inférieure à quatre ans et demi.

Conseil d'orientation scientifique et technologique placé auprès de sa direction générale. Les membres de ce conseil partageront une vision commune de la dynamique des recherches et des grands partenariats de l'institut, et ils contribueront à des tâches d'animation scientifique en organisant des séminaires de réflexion ou de formation, en suscitant des réflexions prospectives, en suivant les interactions scientifiques avec d'autres organismes de recherche et des grands partenaires industriels, et par leurs contacts avec les directeurs d'unités de recherche et les chefs de projets. Ce conseil aura une interaction régulière avec l'équipe de direction de l'institut, et un lien étroit avec les présidents des comités des projets qui jouent un rôle essentiel dans les unités de recherche pour la création de nouveaux projets. En relation avec la direction générale, il aura aussi vocation à contribuer aux réflexions du Conseil scientifique de l'institut.

- L'INRIA souhaite aussi compléter son organisation en se donnant, mieux que par le passé, le moyen de **mener quelques actions de grande envergure** s'appuyant sur le savoir-faire et les réalisations de plusieurs projets de recherche. Lancées en petit nombre et pour une durée limitée, avec des objectifs précis pouvant recouvrir des éventails assez variés d'activités de recherche et de développement, ces actions seront menées le plus souvent avec des partenaires extérieurs, académiques ou industriels, et feront l'objet d'une évaluation spécifique. Chacune de ces actions devra viser d'apporter une contribution importante aux résultats et à la visibilité internationale de l'institut, et aura vocation à faire l'objet d'une priorité dans les décisions d'attribution de moyens.

4.1.3. Le transfert technologique

Depuis longtemps le transfert technologique participe au premier chef des missions de l'INRIA, et l'affirmation de l'existence d'une synergie très fructueuse entre la dynamique interne des questions scientifiques et l'écoute des problèmes du monde extérieur est **l'un des points forts de la culture de l'institut**. Les activités de transfert technologique prennent des formes très variées, pour lesquelles l'INRIA utilise de très nombreux « outils » : collaborations contractuelles avec des entreprises, grands groupes ou PME, constitution d'équipes ou de laboratoires communs avec des industriels, participation aux réseaux de recherche et d'innovation technologique, mobilités de chercheurs vers les entreprises, transfert de savoir-faire et de propriété intellectuelle, création d'entreprises, diffusion de logiciels, consortium de partenaires dédiés au développement et à la diffusion de logiciels *open source*, clubs de partenaires industriels, participation aux instances de standardisation, etc. Pour toutes ces modalités de transfert, l'INRIA a fortement accru ses efforts et obtenu de belles réussites au cours des dernières années, et il doit **continuer à amplifier cette dynamique**.

Comme l'ont montré les pages précédentes, ces activités de transfert technologique sont indissociables de l'activité de recherche ; elles sont pleinement intégrées dans les réflexions prospectives et dans la réflexion stratégique de l'institut, et elles doivent également tenir une part importante dans l'évaluation des activités des projets de recherche et des chercheurs. Cependant, même si la qualité des résultats des recherches de l'institut est largement reconnue par ses partenaires, valoriser ces résultats et transférer les technologies issues de ces recherches reste souvent difficile à cause de nombreuses « barrières » et des difficultés d'accès aux marchés sur lesquels ils ou elles peuvent être exploités. L'INRIA doit donc continuer à **investir, en moyens humains et financiers, pour améliorer la qualité et l'efficacité du transfert technologique**. Cette amélioration ne passe pas par la mise en place de nouveaux outils, mais par des inflexions et des évolutions des pratiques et des outils actuels.

Tout d'abord, l'institut doit renforcer le dialogue avec ses partenaires pour **mieux écouter la demande des acteurs socio-économiques**. En effet, le transfert technologique n'est pas « unidirectionnel », et il ne peut réussir sans un échange fort entre l'INRIA et ses partenaires. Ce dialogue passe par les personnes qui en ont la charge à tous les niveaux : scientifique et technique, mais aussi stratégique. La meilleure compréhension des besoins des acteurs socio-économiques permet aussi aux chercheurs d'apprécier la « distance » qui

sépare leurs travaux de l'utilisation qui pourra en être faite. L'INRIA s'attachera à développer ce dialogue et cette écoute à plusieurs niveaux :

- L'institut doit **conforter ses partenariats forts avec des grandes entreprises leaders** sur leur marché, **françaises ou étrangères, et en construire de nouveaux**. Ces partenariats, qui s'inscrivent dans une perspective de moyen ou long terme, sont un outil privilégié de travail coopératif avec des grands industriels qui cherchent à mutualiser leurs coûts de recherche et développement. Le partenariat et la confiance qu'ils ont établis avec l'INRIA est un moyen pour eux d'atteindre cet objectif, y compris sur des sujets qu'ils considèrent comme stratégiques pour leur avenir. Ces partenariats peuvent prendre différentes formes : accord cadre, programme commun de recherche, laboratoire commun. Toute l'expérience de l'INRIA montre que leur réussite repose sur la qualité du « dialogue stratégique » et exige qu'un chercheur senior consacre du temps à une compréhension en profondeur des besoins et des objectifs de l'entreprise partenaire.
- A côté du club des sociétés issues de l'INRIA, il existe désormais un club d'industriels partenaires dans chacune des unités de recherche – sauf dans l'unité Futurs. Ces clubs sont aujourd'hui des lieux appréciés de diffusion de l'état de l'art et d'information sur les travaux de l'INRIA. Mais ils peuvent aussi devenir un lieu de recueil des demandes et de partage des visions exprimées par leurs membres : l'INRIA s'efforcera de mieux utiliser ces clubs comme outils de **collecte des préoccupations des entreprises, notamment des PME**. Il serait aussi intéressant de créer des clubs « sectoriels » ciblés sur tel ou tel des défis scientifiques et technologiques prioritaires retenus dans ce Plan stratégique.
- Les **activités de conseil exercées par les chercheurs et les ingénieurs** de l'institut peuvent jouer un rôle important dans la diffusion de savoir et de savoir-faire, notamment auprès des PME et des acteurs des secteurs non marchands. Les informations recueillies à cette occasion doivent contribuer à la prise en compte par l'INRIA des demandes et des besoins exprimés. Pour améliorer cet « outil », l'INRIA doit aider ses personnels à résoudre les problèmes de nature réglementaire que soulève l'activité de conseil pour des fonctionnaires⁸.

L'INRIA doit aussi amplifier les efforts qu'il a déployés ces dernières années pour **accroître l'efficacité de ses méthodes et de ses outils pour le transfert technologique**, afin d'apporter plus de valeur à ses partenaires :

- En lançant les « opérations de développement logiciel » l'INRIA s'est doté d'un premier outil pour améliorer la qualité des logiciels développés dans ses projets de recherche en vue de leur transfert et de leur diffusion. Au-delà de cette incitation, il faut examiner maintenant comment **professionnaliser davantage les activités de développement logiciel**, et améliorer la qualité de ce développement dans le processus même de la recherche et de la production de résultats scientifiques. En particulier, il faut continuer d'amplifier l'apport des ingénieurs de l'INRIA aux équipes de recherche, qui peut aller de la formation aux méthodes de développement, particulièrement importante pour tous les personnels non permanents accueillis dans les projets de recherche, jusqu'aux aspects liés à l'écriture du logiciel et à sa maintenance. De plus, il est nécessaire d'améliorer l'organisation et l'efficacité de la promotion des logiciels diffusables, qui est déterminante pour obtenir des succès significatifs, et de continuer d'encourager les chercheurs à approfondir les réflexions pour **choisir dans chaque cas le mode de transfert le plus adapté dans l'éventail des diverses licences de logiciels commerciaux et de logiciels libres**. Enfin, l'institut devra choisir les logiciels pour lesquels il engagera des efforts de développement particuliers, ce qui nécessitera de mieux définir les objectifs de ces opérations et les critères sur lesquels s'appuiera ensuite leur évaluation.
- L'INRIA doit renforcer ses compétences et ses moyens pour mieux **gérer la propriété intellectuelle**, dans le but de valoriser les résultats de ses recherches auprès des entreprises mais aussi, et de plus en plus

⁸ En lien avec le développement de ces activités de conseil, mais aussi avec les situations liées à la création d'entreprises, l'INRIA devra dans les prochaines années poursuivre les réflexions qu'il a entamées concernant la déontologie des relations entre ses personnels et les entreprises privées.

sans doute, pour garder sa capacité à investir dans certains domaines de recherche. Cette maîtrise des aspects liés à la propriété intellectuelle est notamment nécessaire pour pouvoir mener une politique de diffusion de logiciels en *open source*.

- La création d'entreprises reste un moyen privilégié de transfert de technologie car elle réunit dans une structure légère et réactive des technologies, leurs auteurs et les compétences managériales et commerciales dont l'union est nécessaire pour obtenir le succès. Une telle entreprise est souvent la mieux à même de vérifier l'existence d'un marché pour les produits ou les services qu'elle commercialise. Pour l'INRIA, elle est aussi un « moyen supplémentaire » pour répondre à la demande en produits innovants. L'INRIA et sa filiale INRIA-Transfert poursuivront leur action pour **encourager la création d'entreprises innovantes**. Ils participeront aussi aux actions publiques présentes et à venir en faveur de la création et du développement de ces sociétés de technologie.

Les activités liées au transfert technologique doivent, comme les activités de recherche, faire l'objet d'un processus d'évaluation rigoureux. Mais les critères de cette évaluation ne sont pas aussi bien établis que ceux des activités de recherche : il est difficile d'évaluer la difficulté et l'originalité d'un travail de développement logiciel, d'apprécier l'effort réalisé pour analyser et mettre en forme la demande d'un industriel, ou la créativité déployée pour mettre au point le « *business plan* » d'un projet de création d'entreprise. Les critères quantitatifs fréquemment utilisés – nombre de brevets ou de logiciels déposés, nombre de licences exploitées, revenus liés à cette exploitation, montant des ressources contractuelles, etc. – donnent une indication de l'intensité des activités ; ils sont cependant insuffisants, car ils ne permettent pas d'apprécier l'adéquation à la demande ni surtout de mesurer l'impact obtenu chez les bénéficiaires du transfert⁹. Du fait de ces difficultés, l'institut est aujourd'hui dans une situation où son évaluation des activités de transfert technologique est encore approximative. Progresser sur ce plan est indispensable, que ce soit pour mieux apprécier l'impact global de l'INRIA en matière d'innovation technologique ou pour mieux évaluer l'impact de telle ou telle opération ponctuelle, pour pouvoir reconnaître les mérites des personnels de l'INRIA qui participent aux activités de transfert et pour montrer à ses partenaires actuels et futurs que l'institut va jusqu'au bout de sa démarche. L'INRIA se doit donc d'engager, avec ses partenaires, un travail de méthodologie pour élaborer des indicateurs en vue de **mieux mesurer l'impact de ses activités de transfert technologique**.

En lien avec ces considérations, il faut évoquer en terminant cette section **l'importance croissante des questions d'éthique liées à la diffusion des STIC dans la société**. Les exemples ne manquent pas pour illustrer cet impact, qu'il s'agisse des nombreuses informations qui circulent sur les réseaux et du respect de la vie privée, de la surveillance de ces réseaux par des « agents » chargés d'alimenter des bases de données sur les profils des utilisateurs, de la surveillance vidéo, sans parler des questions soulevées par les interactions entre les STIC et les sciences du vivant. La réflexion sur ces questions d'éthique doit être lancée sans tarder et l'INRIA partage, avec les autres acteurs de son domaine, la responsabilité de mener les réflexions pour examiner ce que pourraient être les missions, les domaines de compétence et les modes d'action d'un comité d'éthique sur les STIC.

4.1.4. La formation par la recherche et le transfert des connaissances

L'INRIA voit la contribution qu'il apporte à la formation par la recherche de jeunes doctorants en informatique et en mathématiques appliquées comme **l'une de ses tâches essentielles**, menée en relation étroite avec les écoles doctorales dont il est partenaire. Il poursuivra son implication très active dans les activités de formation doctorale, en étant très attentif à la qualité des thèses préparées au sein de ses projets de recherche et, plus généralement, à la qualité de la formation reçue par ces doctorants et à la préparation de

⁹ Dans le cas de création d'entreprises fondées sur des technologies développées à l'INRIA, la mesure de l'impact peut s'appuyer à terme sur le nombre d'emplois créés, le chiffre d'affaires ou le montant des fonds investis. Mais elle est beaucoup plus difficile dans le cas d'un transfert vers une entreprise existante ou vers un secteur non marchand.

leur insertion professionnelle après la thèse. L'institut compte également poursuivre ses expériences de compléments de formation proposés à ces doctorants : stages en entreprises, fonctions d'assistant-ingénieur informaticien, séminaires, participation à des écoles d'été, etc. Sur un plan plus quantitatif, l'institut sera très attentif à favoriser une croissance du nombre de doctorants accueillis du même ordre que celle des chercheurs permanents et des enseignants-chercheurs présents dans ses unités de recherche. Notamment, en lien avec les universités qui sont ses partenaires, en France et à l'étranger, il amplifiera ses efforts pour **attirer vers les formations doctorales françaises un nombre plus grand d'étudiants étrangers**.

Les questions liées à **l'attractivité des études doctorales dans le domaine des STIC** mériteront une attention accrue dans les prochaines années. En lien avec les ministères concernés et les établissements partenaires, l'INRIA souhaite vivement poursuivre les réflexions engagées concernant la nécessaire revalorisation des montants des rémunérations des doctorants, et surtout l'augmentation indispensable du nombre des financements de thèses. On touche ici à un point critique car, étonnamment, le nombre d'allocations de thèses de doctorat en informatique et automatique a baissé d'environ 10% entre 1993 et 2001 : il est essentiel d'inverser vigoureusement et rapidement cette tendance. Dans cette optique, **l'INRIA souhaite mettre en place un programme d'accueil doctoral** en finançant sur crédits d'Etat l'accueil de doctorants dans ses équipes. Ce programme viendrait utilement compléter les dispositifs d'accueil qui existent déjà au sein de l'institut, dédiés aux jeunes ingénieurs et aux post-doctorants. Il n'aurait pas vocation à se substituer au dispositif actuel d'allocations doctorales, mais à s'y ajouter, et il s'en distinguerait en mettant l'accent sur la mobilité et sur l'accueil de doctorants étrangers, contribuant ainsi à la visibilité internationale de l'institut.

L'INRIA amplifiera dans les prochaines années sa politique active de soutien aux écoles doctorales avec lesquelles il collabore. Il est intéressé également à contribuer aux réflexions sur les cursus LMD, qui doivent prendre en compte dès le niveau du master les liens avec la recherche et l'ouverture européenne. Cette volonté forte de l'institut de **participer au nécessaire développement de l'effort national de formation par la recherche** dans le domaine des STIC vient enrichir la perspective ouverte par la proposition mentionnée plus haut de mettre en place des UCR pour renforcer ses liens avec les universités et écoles : les raisons sont donc nombreuses et importantes qui poussent l'institut à encourager ses chercheurs à s'impliquer davantage dans des réflexions communes avec les enseignants-chercheurs sur l'ensemble de ces questions liées à la formation.

En complément de son implication dans la formation doctorale, l'INRIA poursuivra et amplifiera aussi ses activités de **formation post-doctorale**, qui s'articulent en plusieurs volets : l'accueil de jeunes chercheurs effectuant un séjour post-doctoral dans un projet de recherche de l'institut, l'envoi de jeunes docteurs français pour un séjour post-doctoral à l'étranger, et une formule de type « post-doctorants industriels » consacrée au transfert vers une entreprise ou à la préparation d'un projet de création d'entreprise. Il poursuivra aussi son activité importante d'**accueil de jeunes ingénieurs**, auxquels il propose plusieurs formes de séjours de quelques années qui s'apparentent à une formation complémentaire technologique au contact de la recherche, suivie le plus souvent d'un recrutement dans l'industrie.

Sur le plan du transfert des connaissances, l'INRIA se donne l'objectif de **jouer un rôle plus important**, au niveau régional, national et international, **pour la communication scientifique** et d'être reconnu comme un centre de ressources de référence pour l'information scientifique et technique dans le domaine des STIC. En particulier, l'institut encouragera la diffusion et la mise en valeur de la production scientifique de ses équipes en mettant en place des outils numériques appropriés pour sa mise en forme, sa consultation et son archivage. Cette diffusion contribuera à accroître le rayonnement de l'institut car, à côté des traditionnelles parutions dans des revues renommées, l'impact des résultats scientifiques disponibles sur le Web croît très fortement. L'INRIA compte aussi amplifier son action pour relever, en partenariat avec d'autres institutions, le défi de **la promotion et la diffusion de la culture scientifique dans le domaine des STIC vers des publics variés**. Au-delà des publics de la communauté scientifique et des industriels, vers lesquels il communique le plus

souvent, l'institut développera plus particulièrement ses actions de **communication scientifique vers les jeunes**, pour les rendre mieux aptes à percevoir les grands enjeux et la beauté des recherches en STIC. Pour cela, il s'attachera à mieux mobiliser les chercheurs de ses équipes pour communiquer vers un public non spécialiste, et à valoriser leurs expériences réussies dans l'art difficile de la vulgarisation.

4.1.5. L'évaluation de la recherche et du transfert

Le processus d'évaluation des projets de recherche et des chercheurs est la pierre d'angle de la vie scientifique de l'institut. **Veiller à sa qualité et à son exigence est une préoccupation permanente de l'INRIA**. Plusieurs progrès sensibles ont été accomplis dans la période récente. Des aménagements ont été apportés au processus d'évaluation des projets de recherche, visant notamment à demander aux chefs de projets de présenter davantage, lors d'une évaluation, leurs objectifs pour les prochaines années et les éléments de comparaison de leur projet avec les meilleures équipes de leur domaine au plan international (voir Annexe 1).

A côté de la « production scientifique traditionnelle », traduite en publications, et dont la prise en compte lors de l'évaluation par les pairs est plus classique, il faut **examiner et valoriser un éventail d'activités très large** : prendre en compte la grande diversité des activités de recherche, jusqu'aux travaux de développement de logiciels, évaluer l'impact des actions de transfert technologique, apprécier les actions de formation, les tâches d'encadrement, valoriser les responsabilités collectives et les tâches d'animation scientifique inter-projets ou interdisciplinaires, les expériences de mobilité, les efforts déployés pour des actions de vulgarisation ou de diffusion de l'information scientifique et technique, et toutes les formes de prises de risque. Au-delà des travaux déjà réalisés pour expliciter ses critères d'évaluation, qui portent sur tous ces types d'actions, l'INRIA doit encore progresser pour que ses processus d'évaluation prennent en compte de façon plus équilibrée l'ensemble de ces activités.

Ceci est particulièrement vrai pour les actions de transfert technologique. Les deux principaux critères à l'aune desquels s'évalue l'action de l'institut, le rayonnement au sein de la communauté scientifique internationale et l'impact économique et social des recherches, découlent directement de ses deux grands objectifs stratégiques, excellence scientifique et transfert technologique, et leur équilibre dans les évaluations des chercheurs et des projets de recherche est essentiel. C'est pourquoi, comme on l'a souligné plus haut, il est indispensable que l'institut s'engage dans un travail approfondi, avec ses partenaires industriels, pour **mieux évaluer les activités de transfert technologique** et mesurer leur impact.

4.2. Les relations européennes et internationales

4.2.1. Renforcer l'attractivité de l'institut

Malgré la légère détente liée au ralentissement momentané de l'activité industrielle, le marché mondial des spécialistes dans le domaine des STIC continuera dans les prochaines années d'être marqué par une forte pression. Dans ce contexte, **la première priorité de l'INRIA concernant ses relations internationales est de renforcer son attractivité et d'accroître sa capacité à accueillir et recruter des étudiants et des chercheurs étrangers**. Accueillant déjà chaque année un millier de visiteurs provenant de 70 pays, l'INRIA poursuivra une politique active pour développer les échanges internationaux, avec une priorité pour l'Asie. Dans la lignée des campagnes de recrutement de la période 2001-2003, l'institut se donne l'objectif de maintenir aux environs d'un tiers la proportion de scientifiques non français dans ses recrutements de chercheurs permanents. Pour ce qui est de l'accueil d'étudiants, l'institut amplifiera le programme « *INRIA International Internship* » démarré en 2002, qui permet d'accueillir des stagiaires de niveau master en provenance d'universités étrangères. Quelques dizaines d'universités de toutes les régions du monde sont partenaires de l'institut dans ce programme, et l'effort sera notamment porté vers les Etats-Unis, la Chine et le Brésil. L'institut a également ciblé vers les docteurs titulaires de diplômes étrangers le nouveau

programme post-doctoral qu'il a ouvert en 2003, et ces efforts seront poursuivis, aux niveaux doctoral et post-doctoral. L'INRIA s'attachera aussi à coopérer avec les écoles doctorales dont il est partenaire au sein des universités françaises pour mettre sur pied des formations de type masters bilingues français-anglais, permettant d'accueillir en France des étudiants non francophones dans des formations doctorales.

En appui à toutes ces actions, renforcer l'image de l'INRIA et contribuer à accroître son attractivité en France, en Europe et internationalement resteront les priorités des activités de communication externe de l'institut.

4.2.2. L'engagement européen de l'INRIA

La poursuite de son **engagement fort dans la construction et le développement de l'espace européen de la recherche** est une grande priorité de la politique de l'institut. Cet engagement prendra plusieurs formes :

- **Le sixième PCRD est un enjeu majeur.** L'INRIA y confortera sa place de leader dans la recherche en STIC en Europe, en s'appuyant sur les acquis liés à sa participation aux programmes-cadres précédents, notamment au sein du programme IST dans lequel l'institut collabore déjà avec environ 200 industriels européens. Dans le cadre du sixième PCRD, l'INRIA cherchera à utiliser l'ensemble des instruments proposés : les réseaux d'excellence et les projets intégrés, en liaison avec des partenaires industriels, mais aussi le programme « *Future and emerging technologies* ». Les premiers projets d'envergure en cours de préparation concernent des sujets qui sont au cœur des objectifs prioritaires de l'institut : la sécurité, le *grid computing*, l'intelligence ambiante et l'informatique ubiquitaire, les nouvelles technologies des réseaux, la réalité virtuelle, etc.
- Le groupement **ERCIM**, qui inclut maintenant 17 membres de 17 pays européens, constitue **une organisation unique en Europe** et préfigure d'une certaine façon les futurs réseaux d'excellence. Au fil des ans, notamment sous l'impulsion de l'INRIA, ERCIM a accru son ouverture et sa représentativité au sein de la communauté scientifique et technologique du domaine des STIC, si bien que la commission européenne commence à s'appuyer sur lui pour des opérations de suivi de la recherche européenne et de relations avec d'autres régions du monde. Le groupement a également augmenté sa visibilité mondiale en devenant l'hôte européen du W3C. Pour toutes ces raisons, et pour ses nombreux groupes de travail et son programme de bourses post-doctorales, dont le succès grandit, ERCIM restera **un vecteur important de l'engagement européen de l'INRIA**.
- Au-delà du PCRD, l'institut poursuivra ses efforts pour **développer ses relations avec les grands industriels européens** qui occupent une position de leader au plan mondial dans les domaines liés à ses défis prioritaires. Dans cette optique, la participation au programme Eureka sera encouragée, notamment dans le cadre du programme ITEA qui est une source de collaborations industrielles importantes dans le domaine des systèmes à logiciel prépondérant. L'institut veillera aussi avec soin à la réussite du laboratoire AIR&D, commun avec Philips et Thomson, qui constitue le premier succès d'ampleur de sa politique de partenariat fort avec l'industrie européenne, et cherchera à monter d'autres actions de cette envergure.
- L'INRIA continuera aussi de **s'impliquer dans des collaborations bilatérales avec d'autres pays européens**. Un effort particulier sera entrepris pour accroître la collaboration avec les pays en voie d'adhésion à l'Union européenne, notamment avec les pays baltes, ainsi qu'avec la Roumanie dont l'institut accueille déjà de nombreux étudiants. Il est prévu aussi de renforcer l'Institut Liapunov, commun à l'institut et à l'université Lomonosov de Moscou, en l'ouvrant à des coopérations multilatérales Russie-Europe occidentale en coopération avec INTAS.
- Dans tous les grands pays, l'importance des régions dans les coopérations internationales est croissante, et les unités de recherche de l'INRIA participent aux relations internationales des régions où elles sont implantées. En particulier, cette dynamique est intéressante pour **développer les échanges transfrontaliers avec les régions voisines des unités de recherche**. Plusieurs unités sont concernées par cette dynamique : Futurs (Lille) avec la Belgique, Lorraine avec le Luxembourg et l'Allemagne,

notamment avec les établissements situés à Sarrebrück (université, institut Max Planck et DFKI) dont l'institut s'est rapproché dans la période récente, Rhône-Alpes avec l'Italie et la Suisse, et Sophia-Antipolis avec l'Italie. Au cours des quatre prochaines années, ces liens transfrontaliers pourraient, dans certains cas, se traduire par la création de projets de recherche « hors-sites » dans des régions limitrophes du territoire national.

4.2.3. Les coopérations avec l'Asie, l'Amérique du Nord et les pays du Sud

Dans un contexte où les STIC sont partout une priorité des politiques de recherche nationales, l'INRIA doit continuer de **développer ses coopérations internationales en ciblant prioritairement ses efforts sur quelques grands partenariats et sur certaines zones géographiques.**

Les coopérations de l'institut avec l'Asie ont été très nettement renforcées ces dernières années – le nombre de visiteurs asiatiques à l'INRIA a triplé en quatre ans – mais elles sont encore très insuffisantes. **L'Asie devient un grand partenaire scientifique**, et les STIC y pénètrent de façon fulgurante : la téléphonie 3G est déjà largement déployée au Japon, il y a sur le Web plus de pages en coréen qu'en français, l'Inde est le pays qui compte le plus grand nombre d'informaticiens, la Chine se développe de façon impressionnante et produit déjà aujourd'hui la majorité des ordinateurs individuels fabriqués dans le monde. L'institut sera donc très attentif à approfondir ses coopérations avec **l'Asie, qui sera sa première priorité géographique en dehors de l'Europe**, avec l'objectif d'augmenter très significativement les mouvements de personnes entre la France et l'Asie. Le laboratoire franco-chinois LIAMA installé à Pékin, qui a fortement contribué à **développer les coopérations avec la Chine** dans le domaine des STIC, sera renouvelé en 2004 et recentré sur les activités propres du laboratoire en lien avec un petit nombre d'institutions voisines de l'Institut d'Automatique, dont l'université Tsinghua. Le LIAMA participera notamment à un ambitieux projet de développement logiciel *open source* dans le cadre du consortium Scilab lancé par l'INRIA. L'institut continuera aussi de développer les programmes de coopérations mis en place avec Hong Kong, où il a installé aussi des laboratoires communs, ainsi qu'avec Singapour, Taiwan, la Corée et le Japon, notamment avec les grands industriels comme Hitachi. Avec l'Inde, le programme d'accueil d'étudiants a pris une grande ampleur, et les accords passés avec les universités seront élargis pour accroître la participation de chercheurs français à l'enseignement dans ces établissements ; des programmes de recherche conjoints seront lancés en particulier en ingénierie linguistique, sujet sur lequel le besoin rapproche l'Inde de l'Union européenne.

Les relations de l'INRIA avec les Etats-Unis et le Canada sont bien sûr très dynamiques, et des coopérations sont actives avec une centaine d'universités ou d'entreprises. *Le leadership* incontestable que détiennent les Etats-Unis dans le domaine des STIC, tant au niveau industriel qu'au niveau académique, rend indispensable **un partenariat fort avec l'Amérique du Nord**. En particulier, l'institut poursuivra le dialogue régulier qu'il a entamé avec la NSF, et s'appuiera sur le programme INRIA-NSF pour soutenir des actions de recherche conjointes avec des universités américaines. En lien avec la NSF qui y est très favorable, l'institut continuera de renforcer ses actions auprès des universités américaines pour augmenter l'accueil de leurs étudiants dans ses équipes. Sur un autre plan, l'institut sera très attentif à développer les relations avec les Etats-Unis dans les domaines de la modélisation du vivant et des technologies médicales.

Les partenariats avec les pays du Sud seront également renforcés. En s'appuyant sur la dynamique des nouveaux accords de partenariat signés ces dernières années, l'institut veillera à **accroître les échanges avec l'Amérique latine**, en particulier avec le Mexique, où le CNRS, l'INRIA et l'UJF ont mis en place un laboratoire commun, ainsi que le Chili et le Brésil. L'institut a aussi de nombreux partenaires en Afrique et au Moyen-Orient, régions fortement francophones ; il continuera d'y développer son action, notamment en contribuant à la formation par la recherche. Il s'attachera à **développer la dynamique de partenariat en Afrique grâce au colloque bisannuel CARI**, pour lequel il joue un rôle de fédérateur des institutions françaises, étrangères et internationales partenaires, en lien étroit avec le ministère des affaires étrangères.

L'institut fondera avec le CIMPA et quelques universités le groupement d'intérêt scientifique SARIMA, qui permettra d'harmoniser les politiques de coopération avec divers pays d'Afrique et du Moyen-Orient dont le Sénégal, le Cameroun, la Tunisie et le Liban, et devrait permettre de créer un colloque qui sera le pendant de CARI pour les mathématiques appliquées.

Pour développer ces coopérations internationales, l'institut continuera de rechercher les synergies avec les autres établissements français. Il s'appuiera aussi sur les outils qu'il a développés : les laboratoires communs à l'étranger et le programme des « équipes associées » qui permet d'associer à un projet de recherche de l'INRIA une équipe de chercheurs dans une institution étrangère pour une période de trois ans. Il étudiera également la possibilité d'ouvrir en France des laboratoires communs avec un partenaire étranger. Enfin, il sera très attentif à **amplifier sa participation à des consortiums internationaux sur des thèmes de recherche liés à ses défis prioritaires.**

4.3. L'organisation et le fonctionnement internes

4.3.1. Les moyens indispensables

Pour poursuivre la dynamique engagée et réaliser les ambitions affichées dans le présent Plan stratégique, l'INRIA devra continuer dans les prochaines années d'**inscrire son action dans une perspective de croissance soutenue.** Il devra aussi corriger certains déséquilibres structurels ou éléments de fragilité qui subsistent aujourd'hui. Réussir la croissance est en effet difficile, et le succès passe par la maîtrise de très nombreux facteurs et par une grande vigilance sur l'évolution des équilibres internes, dans une perspective pluriannuelle.

La **croissance régulière des effectifs**, permanents et non permanents, est la première condition de la réussite. **La croissance du nombre d'emplois de chercheurs permanents** est indispensable pour s'attaquer efficacement aux défis prioritaires identifiés ci-dessus, et elle est nécessaire aussi pour constituer la masse critique requise dans les pôles d'excellence auxquels participe l'institut. Une forte croissance des effectifs permanents est également indispensable pour toutes les activités de support à la recherche. En effet, le déficit en personnels ITA à l'INRIA reste grand malgré le début de rééquilibrage effectué ces dernières années, qui laisse encore l'institut parmi les EPST les moins bien dotés sur ce plan. Les besoins portent à la fois sur le fonctionnement – logistique, administration, gestion des ressources humaines, secrétariat des équipes – pour lequel la situation reste tendue sur plusieurs aspects, et sur l'accompagnement direct de la recherche – expérimentations, développement de prototypes logiciels, soutien aux activités de transfert technologique, communication scientifique, etc.

Du point de vue de la croissance des effectifs, **le développement de l'implantation de l'INRIA sur les trois sites de l'unité de recherche Futurs est le premier enjeu des prochaines années** : l'institut cherchera à favoriser ce développement par des mobilités de chercheurs et d'ITA à partir de ses sites plus anciens, mais il est essentiel qu'il puisse s'appuyer aussi sur une bonne dynamique de recrutement direct¹⁰.

La question des **équilibres budgétaires** est également primordiale. Globalement, les ressources financières de l'institut devront évoluer en proportion de la croissance des activités et des effectifs rassemblés dans ses projets de recherche et services, en préservant l'équilibre qui prévaut aujourd'hui – et que l'institut s'est attaché à maintenir au cours de la période de croissance récente – entre les parts relatives des ressources de dotation associées aux rémunérations des personnels permanents (environ 50%), des ressources de dotation pour le fonctionnement et l'équipement de base (environ 25%), et des ressources externes (environ 25%).

¹⁰ Pour apprécier la capacité de recrutement de l'institut, il faut tenir compte de sa spécificité démographique : au cours des quatre prochaines années, l'INRIA aura un nombre de départs à la retraite pratiquement nul pour les chercheurs et très faible (moins de 1% en taux annuel) pour les ITA.

Mais des facteurs importants de déséquilibre subsistent aujourd'hui. Notamment, un déséquilibre structurel concerne le décalage récurrent entre la structure de dépenses de l'INRIA – où les dépenses d'investissement présentant un caractère pluriannuel se concentrent sur un petit nombre d'opérations lourdes de construction immobilière et d'équipement – et la structure de sa dotation – où la part des crédits d'investissement est restée trop forte par rapport à la part des crédits de fonctionnement. Ce décalage a contribué à fragiliser le fonctionnement financier d'ensemble de l'institut, qui s'est très fortement tendu dans la période récente. **Il est vital de corriger sans délais ces déséquilibres** car la dégradation des conditions de fonctionnement des unités de recherche, très perceptible en 2003, se traduirait par un appauvrissement durable des équipes de recherche incompatible avec les ambitions scientifiques et technologiques de l'institut et avec l'objectif d'accroissement de son attractivité.

Parmi les moyens indispensables pour la mise en œuvre de ce Plan stratégique, il faut encore mentionner les équipements informatiques et de réseaux. Les difficultés budgétaires récentes ont conduit l'INRIA, par nécessité, à choisir de modérer ses investissements informatiques. Cette tendance doit être résolument inversée car la mise en place d'infrastructures très performantes en matière de réseaux de communication et de moyens de calcul est indispensable pour que puissent se développer des recherches pertinentes sur les sujets proches des développements technologiques. L'institut considère qu'il est très important qu'il puisse, en lien avec les autres acteurs français du domaine, **mettre en œuvre une politique ambitieuse en matière d'équipements informatiques et de réseaux**, au meilleur niveau international, avec des réseaux à très haute performance, des moyens de calcul et de visualisation et des *grilles* permettant de mettre en œuvre des expérimentations et des développements technologiques de très grande ampleur. Cette question est d'autant plus importante que la France a pris du retard sur ce point par rapport à plusieurs de ses voisins, et que ces infrastructures informatiques jouent un rôle essentiel pour l'attractivité des centres de recherche en STIC.

4.3.2. Le fonctionnement interne de l'institut

A côté des critères d'excellence et de pertinence des actions de recherche et de transfert technologique, c'est aussi à l'aune du critère d'efficacité de son fonctionnement interne que l'on devra évaluer l'action de l'institut. **La qualité et l'efficacité des activités de support et d'accompagnement de la recherche** – administration générale, gestion administrative et financière, gestion du patrimoine immobilier, organisation des échanges d'information, appui aux coopérations industrielles et internationales, gestion des personnels, équipements et services informatiques, documentation – **sont la condition du succès de ce Plan stratégique**.

Or, on l'a déjà noté, faire croître de manière aussi importante et rapide la taille d'un établissement public n'est pas une mince affaire : les changements menés au sein de l'INRIA depuis 2000 ont été nombreux et profonds, et ils ont demandé beaucoup d'efforts aux personnels de l'institut. Les campagnes de recrutement et d'accueil de grande ampleur ouvertes ces dernières années, le renforcement des activités de développement logiciel, le travail entrepris sur la refonte en profondeur du système d'information interne sont quelques illustrations, parmi beaucoup d'autres, de la **mobilisation importante** de l'institut pour dynamiser et moderniser son fonctionnement interne. Dans cette perspective, de nombreux chantiers ont été ouverts, et certains ont donné lieu à des avancées significatives ; mais d'autres sont à poursuivre, d'autres encore restent à engager. De manière générale, les grandes lignes directrices dessinées il y a quatre ans restent d'actualité pour les prochaines années :

- le développement et le déploiement d'un **système d'information** performant, adapté à l'évolution programmée du cadre de gestion budgétaire et comptable des EPST, et progressivement étendu à l'ensemble des registres d'action de l'institut ;
- la poursuite de la politique de **déconcentration**, avec ce qu'elle implique en termes d'évolution de l'organisation des lignes fonctionnelles, de meilleure coordination des activités des services des unités de recherche, de redéfinition et d'explicitation des missions des acteurs, de clarification des

méthodes et des processus de décisions et, plus largement, de généralisation d'une « démarche qualité » s'appuyant sur la responsabilisation de tous les acteurs de la gestion ;

- la **décentralisation** d'une partie des responsabilités administratives et financières aujourd'hui centralisées, qui sera réalisée en confiant aux directeurs d'unités de recherche la fonction d'ordonnateurs secondaires.

Le précédent Plan stratégique prévoyait la mise en place de « contrats de service » précisant les objectifs et clarifiant les missions et les engagements des services de support à la recherche, qui devait constituer un premier pas important vers la mise en place d'une évaluation des services. Mais elle n'a pas été réalisée. Pour progresser sans plus tarder dans cette direction, l'institut demandera à chaque service de produire un rapport d'activité, et **engagera dès 2004 la démarche des contrats de services** avec les services volontaires, en s'appuyant sur un travail d'identification de ses « clients et fournisseurs », de mesure de l'activité, et de programmation.

Les prochaines années verront des évolutions importantes dans plusieurs secteurs d'activités de support à la recherche :

- **Améliorer l'efficacité de la gestion administrative et financière est une priorité majeure.** Ceci est indispensable compte tenu des difficultés signalées plus haut, mais aussi au vu des enjeux nouveaux liés au pilotage de projets intégrés et réseaux d'excellence du sixième PCRD, ainsi qu'au développement de partenariats avec les universités et écoles dans le cadre d'UCR. Mettre en place des méthodes et outils de pilotage et de contrôle de gestion plus performants, développer des démarches de « contrôle partenarial » avec l'agent comptable, diffuser une véritable « culture de gestion » au sein de l'institut par un effort de formation soutenu, accroître la réactivité et la capacité d'anticipation, notamment pour les achats, préparer les changements réglementaires prévus dans les prochaines années, augmenter la fluidité de la gestion et la lisibilité des règles et procédures communes de gestion sont les lignes de forces qui guideront la définition et la mise en œuvre d'un plan d'action pluriannuel pour les services administratifs et financiers.
- Outre le développement du système d'information de l'institut, les principaux objectifs des prochaines années dans le domaine **des réseaux et des moyens informatiques** concernent les réponses à apporter aux besoins qui sont apparus en lien avec l'évolution des méthodes de travail des chercheurs et avec l'élargissement de l'organisation géographique de l'institut, notamment le développement de l'unité de recherche Futurs et des projets hors-sites : prise en compte du nomadisme, accès de tous aux réseaux, et notamment à l'Intranet de l'institut, partage de documents, travail collaboratif, etc. Il faudra également poursuivre la réflexion sur les évolutions des services à offrir aux utilisateurs présents au sein de l'institut, et sur les possibilités de développer la sous-traitance de certains services ou leur mutualisation entre les unités de recherche dans les cas où elles pourront permettre des gains d'efficacité ou de qualité. La recherche de « haute disponibilité » pour des services critiques comme ceux qui sont liés à la messagerie ou à la gestion administrative est aussi un sujet important.
- En matière de **documentation scientifique**, l'INRIA mènera une politique qui vise à tirer tout le parti des facilités offertes par le numérique tout en veillant à la pérennité et au développement des collections. Il poursuivra son implication dans les réflexions et les débats nationaux et internationaux sur les nouveaux modèles et les partenariats en matière de communication scientifique. En s'appuyant sur l'ensemble des ressources et des compétences présentes dans ses unités de recherche, l'institut mettra en place un mode de fonctionnement permettant d'offrir aux projets de recherche, quelle que soit leur localisation, un service de documentation global donnant accès à un fonds documentaire large constitué d'ouvrages, de périodiques classiques et électroniques et de fonds libres disponibles sur le Web.

Tout en étant conscient qu'il doit veiller à simplifier le plus possible ses procédures internes, l'INRIA considère que **la simplification des règles administratives** qui régissent son fonctionnement **est une condition indispensable** de son succès. Quelques progrès ont été réalisés récemment dans cette direction, concernant par exemple la possibilité de confier aux directeurs d'unités de recherche des responsabilités en matière de marchés publics, ou la possibilité, ouverte à titre expérimental, d'un « contrôle partenarial » avec

l'agent comptable. D'autres opportunités de simplifier certaines procédures sont attendues dans les prochaines années, en lien avec la nouvelle réforme du code des marchés publics, la mise en place du nouveau cadre budgétaire des EPST et la mise en œuvre de la loi d'orientation sur les lois de finances. Mais **il faut aller plus loin**, d'autant plus que, dans le même temps, d'autres règles deviennent plus complexes ou sont appliquées de façon plus contraignante. Il reste vraiment **un trop grand écart** entre l'ambition de l'institut de participer à la compétition du domaine des STIC au meilleur niveau international, avec tout ce que cette ambition implique en termes d'attractivité et de réactivité, et l'ensemble extrêmement contraignant des règles qui encadrent son fonctionnement. C'est pourquoi l'institut souhaite bénéficier dans les prochaines années de dérogations lui permettant d'**expérimenter des dispositions plus souples**. Ses demandes porteront principalement sur trois points qu'il juge essentiels : les modes de remboursement des frais de mission, le niveau de salaire des personnels rémunérés sur ressources propres, et les procédures d'achats d'équipements informatiques.

4.3.3. Une politique de ressources humaines dynamique

Présents « entre les lignes » dans toutes les pages qui précèdent, **les femmes et les hommes qui travaillent à l'INRIA**, titulaires ou non titulaires, **représentent sa première et sa véritable richesse**. Aucune des ambitions énoncées ci-dessus ne se réalisera sans leur adhésion et leur mobilisation sur des objectifs communs. Le développement d'une politique de ressources humaines dynamique, qui contribue à cette adhésion et favorise la motivation et l'épanouissement de tous, constitue donc une priorité majeure.

De grands progrès ont été réalisés depuis la création de la direction des ressources humaines en 1999, notamment sur le plan des actions de formation proposées aux chercheurs et aux ITA, mais aussi pour ce qui concerne les entretiens d'activité, la mobilité interne, la connaissance du potentiel humain de l'institut en termes de compétences, l'analyse des besoins, la définition de la politique de recrutement, et la rénovation du dispositif d'évaluation des ITA. Une mobilisation très active des personnels de l'INRIA a permis d'organiser avec succès des campagnes de recrutement de grande ampleur. La publication de nouvelles dispositions réglementaires et le fort engagement en ce sens de la direction de l'institut ont permis de résorber enfin les situations de précarité dans lesquelles se trouvaient depuis plusieurs années plusieurs dizaines de personnels de l'INRIA.

Il reste cependant beaucoup de chemin à parcourir, et les chantiers à attaquer ou à poursuivre sont encore nombreux :

- Un des plus importants concerne les fonctions d'encadrement. Plus encore que d'autres établissements, du fait de sa dynamique et de sa croissance rapide, l'institut a besoin de cadres qui assument pleinement leur responsabilité, soient attentifs aux préoccupations liées à l'épanouissement et à la qualité des parcours professionnels des personnes placées sous leur responsabilité, et qui contribuent à la définition des objectifs de leur unité ou de leur direction et partagent la vision des évolutions de l'institut. Pour cela, l'INRIA doit **développer, à tous les niveaux, la culture de management**. En particulier, il s'attachera à progresser pour mieux préciser les fonctions et les objectifs de ses cadres, chefs de projets, chefs de services et directeurs, et pour mettre en place une **formation à l'encadrement et au management** afin d'être en mesure, dès 2004, de demander à chaque cadre nouvellement nommé de se former à l'exercice de ses nouvelles responsabilités.
- L'institut doit aussi rénover sa politique et ses outils visant à encourager la mobilité. Une impulsion forte avait été donnée à cette politique dans la période 1997-2000, amplifiée par la bonne conjoncture économique, mais le mouvement s'est ralenti ces dernières années. Trouver les moyens de **favoriser la mobilité**, interne ou externe, temporaire ou non, **des personnels titulaires de l'INRIA** est essentiel pour la dynamique de l'institut et pour accroître la richesse et la diversité des parcours professionnels de ses personnels. Le chantier est vaste, car il faut mieux connaître les souhaits individuels et améliorer l'écoute des personnes intéressées par une mobilité, identifier les freins à la mobilité pour tenter de les supprimer, favoriser la réussite des expériences de mobilité interne par des formations appropriées, augmenter l'offre

de propositions de mobilité externe temporaire, mieux prendre en compte les mobilités réussies dans les promotions, etc. Pour les ITA, l'institut s'attachera particulièrement à encourager les mobilités internes et les mobilités externes temporaires. Il en ira de même pour les chercheurs, auxquels l'institut doit cependant régulièrement rappeler qu'il considère que **la mobilité externe des chercheurs vers les universités ou vers l'industrie est un objectif en soi**, car elle est le meilleur vecteur du transfert des connaissances et du transfert technologique.

- La politique d'accueil de l'institut est indissociable de son engagement en faveur de la mobilité. L'INRIA a délibérément opté ces dernières années pour un **modèle de développement très ouvert** où la croissance ne s'appuie pas seulement sur l'augmentation du nombre de permanents, mais aussi sur le développement d'**une politique d'accueil de grande ampleur** qui voit chaque année plusieurs centaines de personnes rejoindre ses équipes de recherche pour un séjour dont la durée est le plus souvent comprise entre deux et quatre ans. Cette politique sera activement poursuivie.
- L'INRIA est conscient de l'intérêt de cette situation où une part importante de ses personnels rejoignent et quittent l'institut chaque année, et notamment de toute la richesse des contacts qu'il garde parfois avec les personnes qui sont passées dans ses équipes. Ces contacts sont cependant trop occasionnels. Afin de mieux tirer parti de cette richesse, l'institut mettra en place un dispositif pour entretenir davantage ses **relations avec les anciens de l'INRIA**.
- L'INRIA se donne aussi l'objectif de progresser significativement sur plusieurs autres sujets concernant sa politique de ressources humaines. Il est nécessaire d'améliorer encore la capacité de l'institut à analyser ses futurs besoins en compétences et à les anticiper, d'amplifier la politique de formation notamment pour les métiers en forte évolution, comme ceux des assistantes de services et de projets et ceux des services informatiques, d'améliorer l'écoute des personnes et l'attention portée aux situations individuelles, d'améliorer les pratiques liées au recrutement des personnels non-titulaires, encore trop souvent réalisé sur dossiers, de mieux aider ces personnels à préparer leur insertion professionnelle après leur séjour à l'INRIA, d'être plus attentif à la place des femmes parmi ses chercheurs, de trouver des moyens pour mieux valoriser les contributions les plus importantes de ses personnels, etc.

En lien avec toutes ces actions, il est indispensable, du fait de l'augmentation de la taille et de l'ouverture de l'institut, et de la diversité de ses formes d'actions, de réussir à mettre en place une **communication interne plus vivante**, pour donner aux personnels de l'institut une meilleure information sur ses actions et ses évolutions et leur permettre de mieux y contribuer. Le **dialogue social** avec les représentants des personnels et leurs organisations syndicales doit également être amplifié, au niveau de l'institut dans son ensemble mais aussi localement, dans chaque unité de recherche. Cette dynamique d'un dialogue plus nourri et d'une concertation plus active jouera un rôle essentiel pour permettre **la participation de tous les personnels de l'institut à la réussite de ce Plan stratégique**.

Ce Plan stratégique a fait l'objet au cours du premier semestre 2003 d'une préparation approfondie, avec des contributions importantes proposées par les personnels de l'INRIA, et avec une concertation très active s'appuyant sur plusieurs textes intermédiaires diffusés au sein de l'institut et débattus au cours de plusieurs réunions dans les unités de recherche et au siège de l'INRIA.

Cette forte mobilisation des personnels et de la direction de l'institut pour construire ce Plan stratégique ne doit pas s'arrêter là. Sur de nombreux points, les orientations présentées ci-dessus doivent faire l'objet de réflexions complémentaires, pour les préciser et examiner les modalités de leur mise en œuvre. La direction de l'institut devra donc, dans les prochains mois, organiser la poursuite des réflexions sur **la mise en œuvre de ce Plan stratégique**, en invitant l'ensemble des personnels de l'institut et son conseil d'administration à y participer.

ANNEXE 1 : LE PROCESSUS D'ÉVALUATION DES PROJETS DE RECHERCHE DE L'INRIA

Les projets de recherche de l'INRIA sont évalués par thème tous les quatre ans. Pendant la période 2000-2003, les thèmes utilisés pour les évaluations de projets étaient les suivants¹¹ :

- 1A : Architectures et systèmes (10 projets) ;
- 1B : Réseaux et télécommunications (6 projets) ;
- 1C : Programmation distribuée et temps réel (9 projets) ;
- 2A : Sémantique et programmation (11 projets) ;
- 2B : Algorithmique et calcul formel (9 projets) ;
- 3A : Bases de données, bases de connaissances, systèmes cognitifs (20 projets) ;
- 3B : Vision, analyse et synthèse d'images (13 projets) ;
- 4A : Automatique, robotique, signal (10 projets) ;
- 4B : Modélisation et calcul scientifique (14 projets).

Cette **évaluation des projets de recherche par thème**, sur une base nationale, permet de donner aux évaluateurs une vision complète de l'activité de l'institut dans un thème donné, sans tenir compte des localisations géographiques des chercheurs et des équipes. Ce mode d'évaluation est une des spécificités et une des richesses de la vie scientifique de l'INRIA, et l'institut y est très attaché. Il est exigeant pour les projets de recherche, auxquels il est demandé de se situer par rapport à l'ensemble des équipes thématiquement proches au sein de l'institut, quelles que soient leurs localisations géographiques, et il est intrinsèquement lié à la capacité de l'institut à posséder **une vision globale** de son activité et de ses missions, et à définir une stratégie et une politique scientifique d'ensemble.

L'étape principale du processus est un « séminaire d'évaluation ». Un collège d'évaluateurs, constitué d'une dizaine de membres académiques et industriels, avec une proportion importante d'étrangers, est choisi à l'avance par la direction de l'institut et la commission d'évaluation. Le séminaire d'évaluation se déroule en anglais car les évaluateurs ne sont pas tous francophones. Il réunit les chercheurs des projets concernés, le collège d'évaluateurs, les membres de la commission d'évaluation de l'INRIA et la direction de l'institut. Chaque projet est examiné plus particulièrement par trois évaluateurs.

Au cours du séminaire, **les évaluateurs rencontrent la direction générale de l'institut** qui leur présente les objectifs de l'évaluation et ses critères, qui portent pour chaque projet sur les contributions scientifiques, les réalisations, notamment logicielles, les activités de transfert technologique, ainsi que sur les contributions du projet à l'enseignement et à la formation par la recherche. L'avis des évaluateurs est aussi demandé sur les objectifs proposés par chaque projet pour les quatre prochaines années, et sur l'ensemble des activités de l'INRIA qui leur est présenté au cours du séminaire, notamment sur les collaborations ou l'absence de collaborations entre projets, et sur les domaines trop ou trop peu couverts.

Le séminaire d'évaluation débute ensuite avec un exposé introductif du directeur scientifique de l'INRIA, qui présente les projets à évaluer, les situe par rapport à l'ensemble des activités de l'INRIA, et évoque, le cas échéant, des questions soulevées par la direction de l'institut sur l'évolution des activités de recherche liées à ce thème.

¹¹ On indique entre parenthèses, pour chaque thème, le nombre de projets au 1^{er} juillet 2003. Il faut préciser que cette répartition des projets de recherche en neuf thèmes sera changée au second semestre 2003 pour tenir compte de l'augmentation du nombre des projets et du présent Plan stratégique.

La suite du séminaire d'évaluation se déroule en deux temps :

- Chaque chef de projet fait, en séance plénière, un exposé où il lui est demandé de **présenter de façon synthétique l'activité et la « raison d'être » du projet**, d'analyser le chemin parcouru par le projet en référence aux objectifs proposés quatre ans plus tôt¹², de situer les activités du projet dans le contexte international, de décrire sa vision de l'évolution de son domaine de recherche, et de **proposer des objectifs** scientifiques et technologiques pour les prochaines années.
- Ensuite, les trois évaluateurs associés plus particulièrement à chaque projet procèdent à **un examen détaillé des activités du projet** dans le cadre d'une séance restreinte à laquelle participent les membres du projet présents lors du séminaire ainsi que quelques membres de la commission d'évaluation. Les évaluateurs ont une liberté totale sur la forme que prennent ces séances restreintes. Ils peuvent par exemple souhaiter avoir des exposés plus détaillés sur une ou plusieurs contributions du projet ou bien simplement poser des questions aux membres du projet.

A l'issue du séminaire d'évaluation, un synthétiseur (choisi parmi les évaluateurs avant le séminaire par la direction de l'institut et la commission d'évaluation) est chargé de collecter les évaluations de chaque projet et d'en faire la synthèse. Chaque évaluateur est invité à fournir ses remarques sur les projets qui lui sont assignés et également sur les autres projets s'il le souhaite. **Le rapport d'évaluation est rédigé** par le synthétiseur, en lien avec l'ensemble des évaluateurs, **d'une façon totalement anonyme** vis-à-vis de l'INRIA. Ce rapport contient à la fois les avis des évaluateurs sur l'économie générale du thème concerné, et un avis détaillé sur chacun des projets. Il est transmis aux chefs des projets évalués, ainsi qu'aux membres de la commission d'évaluation et à la direction de l'institut.

Il est ensuite demandé aux chefs de projets de rédiger leurs réactions sur l'évaluation de leur projet, puis le comité des projets de chaque unité de recherche transmet à la commission d'évaluation son avis concernant l'évaluation des projets de recherche de son unité. Au vu de ces documents, **la commission d'évaluation établit des recommandations** sur le prolongement ou non de chaque projet. Ces recommandations sont ensuite présentées au conseil scientifique. **Après avis du conseil scientifique, le processus se conclut par une décision de la direction de l'institut**, fixant pour chaque projet le prolongement pour une durée déterminée ou bien l'arrêt. Cette décision a vocation à suivre les recommandations de la commission d'évaluation, mais il est arrivé à plusieurs reprises au cours des dernières années qu'elle s'en écarte.

Entre la date du séminaire d'évaluation et la décision finale par la direction de l'institut, il s'écoule environ neuf mois.

¹² A propos de cette analyse de l'activité des quatre années passées au regard des objectifs formulés à l'évaluation précédente, il faut préciser que, s'agissant d'activités de recherche, il peut parfaitement être admis que les objectifs formulés quatre ans plus tôt ne soient pas atteints, pour des raisons qu'il appartient cependant au chef de projet d'expliquer (difficultés supérieures à ce qui était prévu, opportunités de faire évoluer la problématique du projet dans des directions nouvelles, etc).

ANNEXE 2 : LES 102 PROJETS DE RECHERCHE DE L'INRIA AU 1^{er} JUILLET 2003

THÈME 1 : RÉSEAUX ET SYSTÈMES			
Parallélisme, architecture, réseaux, systèmes, évaluation des performances, programmation distribuée et temps-réel			
A3 (1)	Analyse avancée appliquée à l'optimisation des codes	Christine EISENBEIS	Futurs
ACES (2)	Informatique diffuse et systèmes embarqués	Michel BANATRE	Rennes
APACHE (3)	Algorithmique parallèle, programmation et partage de charge	Brigitte PLATEAU	Rhône-Alpes
ARLES	Architectures logicielles et systèmes distribués	Valérie ISSARNY	Rocquencourt
ARMOR (4)	Architecture et modèles de réseaux	Gerardo RUBINO	Rennes
CAPS (2)	Compilation, architectures parallèles et système	André SEZNEC	Rennes
ESPRESSO (2)	Environnement de spécification de programmes réactifs synchrones	Jean-Pierre TALPIN	Rennes
HIPERCOM	Communication hautes performances	Philippe JACQUET	Rocquencourt
JACQUARD (5)	Tissage de composants logiciels	Jean-Marc GEIB	Futurs
MASCOTTE (6)	Méthodes algorithmiques, simulation et combinatoire pour l'optimisation des télécommunications	Jean-Claude BERMOND	Sophia-Antipolis
MIMOSA (7)	Migration et mobilité : sémantique et application	Gérard BOUDOL	Sophia-Antipolis
MISTRAL	Modélisation en informatique et systèmes de télécommunication : recherche et applications logicielles	Philippe NAIN	Sophia-Antipolis
MOSCOVA	Mobilité, sécurité, concurrence, vérification et analyse	Georges GONTHIER	Rocquencourt
PARIS (8)	Programmation des systèmes parallèles et distribués pour la simulation numérique à grande échelle	Thierry PRIOL	Rennes
PLANETE	Protocoles et applications pour l'Internet	Walid DABBOUS	Sophia-Antipolis et Rhône-Alpes
POPART	Contrôle-commande temps réel sûr	Eric RUTTEN	Rhône-Alpes
REMAP (9)	Régularité et parallélisme massif	Frédéric DESPREZ	Rhône-Alpes
S4 (2)	Synthèse et supervision de systèmes, scénarios	Benoît CAILLAUD	Rennes
SARDES (10)	Architecture de systèmes réflexifs pour les environnements distribués	Jean-Bernard STEFANI	Rhône-Alpes
TREC (11)	Théorie des réseaux et communications	François BACCELLI	Rocquencourt

TRIO (12)	Temps réel et interopérabilité	Françoise SIMONOT-LION	Lorraine et Rhône-Alpes
TRISKELL (2)	Construction fiable et efficace d'applications par assemblage de composants logiciels	Jean-Marc JEZEQUEL	Rennes
TROPICS	Transformation et outils informatiques pour le calcul scientifique	Laurent HASCOET	Sophia-Antipolis
VASY	Validation de systèmes - Recherche et application	Hubert GARAVEL	Rhône-Alpes
VERTECS (2)	Modèles et techniques de vérification appliqués au test et au contrôle de systèmes réactifs	Thierry JERON	Rennes

THÈME 2 : GÉNIE LOGICIEL ET CALCUL SYMBOLIQUE
Sémantique et programmation, algorithmique et calcul formel

ALGO	Algorithmes	Bruno SALVY	Rocquencourt
ARENAIRE (9)	Arithmétique des ordinateurs	Jean-Michel MULLER	Rhône-Alpes
CAFE	Calcul formel et équations	Manuel BRONSTEIN	Sophia-Antipolis
CALLIGRAMME (13)	Logique linéaire, réseaux de démonstration et grammaires catégorielles	Philippe DE GROOTE	Lorraine
CASSIS (14)	Combinaisons d'approches pour la sécurité des systèmes infinis	Michaël RUSINOWITCH	Lorraine
CODES	Codes et protection de l'information	Nicolas SENDRIER	Rocquencourt
COMPOSE (15)	Conception de programmes et systèmes adaptatifs	Charles CONSEL	Futurs
CONTRAINTES	Programmation par contraintes	François FAGES	Rocquencourt
COPRIN (16)	Contraintes, optimisation et résolution par intervalles	Jean-Pierre MERLET	Sophia-Antipolis
CRISTAL	Programmation typée, modularité et compilation	Xavier LEROY	Rocquencourt
GALAAD (17)	Géométrie, algèbre, algorithmes	Bernard MOURRAIN	Sophia-Antipolis
GEOMETRICA (18)	Géométrie, algorithmes et robotique	Jean-Daniel BOISSONNAT	Sophia-Antipolis
LANDE (2)	Conception et validation de logiciels	Thomas JENSEN	Rennes
LEMME	Logiciels et mathématiques	Loïc POTTIER	Sophia-Antipolis
LOGICAL (19)	Logique et calcul	Gilles DOWEK	Futurs
OASIS (6)	Objets actifs, sémantique, Internet et sécurité	Isabelle ATTALI	Sophia-Antipolis

PROTHEO (13)	Contraintes, déduction automatique et preuves de propriétés de logiciels	Claude KIRCHNER	Lorraine
SECSI (20)	Sécurité des systèmes informatiques	Jean GOUBAULT-LARRECQ	Futurs
SPACES (21)	Systèmes polynomiaux, arithmétiques, calculs efficaces et sûrs	Daniel LAZARD	Lorraine et Rocquencourt
TANC (22)	Théorie algorithmique des nombres pour la cryptologie	François MORAIN	Futurs

THÈME 3 : INTERACTION HOMME MACHINE, IMAGES, DONNÉES, CONNAISSANCES Bases de données, bases de connaissances, systèmes cognitifs, vision, analyse et synthèse d'images			
ACACIA	Acquisition des connaissances pour l'assistance à la conception par interaction entre agents	Rose DIENG	Sophia-Antipolis
ARIANA (6)	Problèmes inverses en observation de la terre	Josiane ZERUBIA	Sophia-Antipolis
ARTIS (23)	Acquisition, représentation et transformations pour l'image de synthèse	François SILLION	Rhône-Alpes
ATOLL	Atelier d'outils logiciels pour le langage naturel	Eric VILLEMONT DE LA CLERGERIE	Rocquencourt
AXIS	Conception, analyse et amélioration de systèmes d'informations dirigées par l'usage	Brigitte TROUSSE	Sophia-Antipolis et Rocquencourt
CORDIAL (24)	Communication multi-modale personne-machine à composantes orales : méthodes et modèles	Laurent MICLET	Rennes
CORTEX (13)	Intelligence neuromimétique	Frédéric ALEXANDRE	Lorraine
ECOO (13)	Environnement pour la coopération	Claude GODART	Lorraine
EPIDAURE	Imagerie et robotique médicale	Nicholas AYACHE	Sophia-Antipolis
EVASION (23)	Environnements virtuels pour l'animation et la synthèse d'images d'objets naturels	Marie-Paule CANI	Rhône-Alpes
EXMO	Échanges de connaissance structurée médiatisés par ordinateur	Jérôme EUZENAT	Rhône-Alpes
GEMO (1)	Intégration de données et de connaissances distribuées sur le Web	Serge ABITEBOUL	Futurs
HELIX (25)	Informatique et génomique	François RECHENMANN	Rhône-Alpes
IMEDIA	Images et multimédia : indexation, navigation et recherche	Nozha BOUJEMAA	Rocquencourt
IN-SITU (1)	Interaction située	Wendy MACKAY	Futurs
ISA (13)	Applications de réalité virtuelle et augmentée en ingénierie architecturale et urbaine	Jean-Claude PAUL	Lorraine
LANGUE et DIALOGUE (13)	Dialogue homme-machine à forte composante langagière	Laurent ROMARY	Lorraine

LEAR (23)	Apprentissage et reconnaissance en vision par ordinateur	Cordelia SCHMID	Rhône-Alpes
MAIA (13)	Machine intelligente autonome	François CHARPILLET	Lorraine
MERLIN (26)	Méthodes pour l'ergonomie des logiciels interactifs	Dominique SCAPIN	Rocquencourt et Lorraine
METISS (2)	Modélisation et expérimentation pour le traitement des informations et des signaux sonores	Frédéric BIMBOT	Rennes
MOVI (23)	Modélisation, localisation, reconnaissance et interprétation en vision par ordinateur	Radu HORAUD	Rhône-Alpes
ODYSSEE (27)	Vision algorithmique et vision biologique	Olivier FAUGERAS	Sophia-Antipolis
ORION	Environnements intelligents de résolution de problèmes pour des systèmes autonomes	Monique THONNAT	Sophia-Antipolis
PAROLE (13)	Analyse, perception et reconnaissance de la parole	Yves LAPRIE	Lorraine
PRIMA (23)	Perception, reconnaissance et intégration pour la modélisation des activités	James CROWLEY	Rhône-Alpes
REVES	Rendu et environnements virtuels sonorisés	Georges DRETTAKIS	Sophia-Antipolis
SIAMES (2)	Synthèse d'images, animation, modélisation et simulation	Bruno ARNALDI	Rennes
SYMBIOSE (2)	Systèmes et modèles biologiques, bio-informatique et séquences	Jacques NICOLAS	Rennes
TEMICS (2)	Traitement, modélisation et communication d'images numériques	Christine GUILLEMOT	Rennes
TEXMEX (2)	Techniques d'exploitation des données multimédia	Patrick GROS	Rennes
VISTA (2)	Vision spatio-temporelle et active	Patrick BOUTHEMY	Rennes
WAM	Web, adaptation et multimédia	Vincent QUINT	Rhône-Alpes

THÈME 4 : SIMULATION ET OPTIMISATION DE SYSTÈMES COMPLEXES
Automatique, robotique, signal, modélisation et calcul scientifique

ALADIN (2)	Algorithmes adaptés au calcul numérique intensif	Jocelyne ERHEL	Rennes
CAIMAN (28)	Calcul scientifique, modélisation et analyse numérique	Serge PIPERNO	Sophia-Antipolis
CALVI (29)	Calcul scientifique et visualisation	Eric SONNENDRÜCKER	Lorraine
COMORE (30)	Contrôle et modélisation de ressources renouvelables	Jean-Luc GOUZÉ	Sophia-Antipolis
CONGE (31)	Contrôle géométrique des systèmes non linéaires	Jean-Claude VIVALDA	Lorraine

CORIDA (32)	Contrôle robuste infini-dimensionnel et applications	Marius TUCSNAK	Lorraine
ESTIME	Estimation de paramètres et modélisation en milieu hétérogène	Jérôme JAFFRÉ	Rocquencourt
GAMMA	Génération automatique de maillages et méthodes d'adaptation	Paul-Louis GEORGE	Rocquencourt
ICARE	Instrumentation, commande et architecture des robots évolués	Claude SAMSON	Sophia-Antipolis
IDOPT (10)	Identification et optimisation de systèmes en physique et en environnement	François-Xavier LE DIMET	Rhône-Alpes
IS2	Inférence statistique pour l'industrie et la santé	Gilles CELEUX	Rhône-Alpes
MACS	Modélisation, analyse et contrôle pour le calcul des structures	Dominique CHAPELLE	Rocquencourt
MACSI (33)	Modélisation, analyse et conduite des systèmes industriels	Marie-Claude PORTMANN	Lorraine
MATHFI (34)	Mathématiques financières	Agnès SULEM	Rocquencourt
MAXPLUS	Algèbres max-plus et mathématiques de la décision	Stéphane GAUBERT	Rocquencourt
METALAU	Méthodes, algorithmes et logiciels pour l'automatique	Maurice GOURSAT	Rocquencourt
MICMAC (35)	Méthodes et ingénierie du calcul multi-échelle : de l'atome au continuum	Claude LE BRIS	Rocquencourt
OMEGA (36)	Méthodes numériques probabilistes	Denis TALAY	Sophia-Antipolis et Lorraine
ONDES (37)	Modélisation et simulation de phénomènes de propagation d'ondes	Patrick JOLY	Rocquencourt
OPALE (6)	Optimisation et contrôle, algorithmiques numériques et intégration de systèmes complexes multidisciplinaires régis par des EDP	Jean-Antoine DESIDERI	Sophia-Antipolis et Rhône-Alpes
SCALAPPLIX (38)	Schémas et algorithmes hautes performances pour les applications scientifiques complexes	Jean ROMAN	Futurs
SIGMA2 (2)	Signaux, modèles et algorithmes	François LE GLAND	Rennes
SMASH (39)	Simulation, modélisation, analyse des systèmes hétérogènes	Hervé GUILLARD	Sophia-Antipolis
SYDOCO	Systèmes dynamiques et commande optimale	Frédéric BONNANS	Rocquencourt

A ces 102 projets de recherche s'ajoute un **PROJET DE DEVELOPPEMENT** :

SCILAB	Equipe technique du Consortium Scilab	Claude GOMEZ	Rocquencourt
---------------	---------------------------------------	--------------	--------------

- (1) Projet commun avec le LRI (CNRS et Université Paris-Sud)
- (2) Projet de l'IRISA commun avec le CNRS, l'INSA de Rennes et l'Université de Rennes 1
- (3) Projet du laboratoire ID commun avec le CNRS, l'INPG et l'UJF
- (4) Projet de l'IRISA commun avec le CNRS, l'INSA de Rennes, l'Université de Rennes 1 et l'ENST Bretagne
- (5) Projet commun avec le LIFL (CNRS et Université des Sciences et Technologies de Lille)
- (6) Projet commun avec I3S (CNRS et UNSA)
- (7) Projet commun avec l'Ecole des Mines de Paris et l'Université de Provence, bilocalisé à Sophia-Antipolis et Marseille
- (8) Projet de l'IRISA commun avec le CNRS, l'INSA de Rennes, l'Université de Rennes 1 et l'Ecole Normale Supérieure de Cachan
- (9) Projet du LIP commun avec le CNRS et l'Ecole Normale Supérieure de Lyon, localisé à Lyon
- (10) Projet commun avec l'IMAG (CNRS, INPG, UJF)
- (11) Projet commun avec l'Ecole Normale Supérieure de Paris, localisé à Paris
- (12) Projet du LORIA commun avec le CNRS, les Universités Henri Poincaré, Nancy 2 et l'INPL, et avec l'Ecole Normale Supérieure de Lyon
- (13) Projet du LORIA commun avec le CNRS, les Universités Henri Poincaré, Nancy 2 et INPL
- (14) Projet du LORIA commun avec le CNRS, les Universités Henri Poincaré, Nancy 2 et INPL, et avec le LIFC (CNRS et Université de Franche- Comté), bi-localisé à Nancy et Besançon
- (15) Projet commun avec le LABRI (CNRS, ENSEIRB et Université de Bordeaux 1)
- (16) Projet commun avec I3S (CNRS et UNSA) et le CERMICS (ENPC)
- (17) Projet commun avec le laboratoire JAD (CNRS et UNSA)
- (18) Projet commun avec le CNRS et l'UNSA (I3S) et l'Ecole Normale Supérieure de Paris
- (19) Projet commun avec le LRI (CNRS et Université Paris-Sud) et le LIX (CNRS et Ecole Polytechnique)
- (20) Projet commun avec le LSV (CNRS et ENS Cachan), localisé à Cachan
- (21) Projet commun avec le CNRS, les Universités Henri Poincaré, Nancy 2 et l'INPL (LORIA), et avec l'Université Paris 6 (LIP6)
- (22) Projet commun avec le LIX (CNRS et Ecole Polytechnique)
- (23) Projet du laboratoire GRAVIR commun avec le CNRS, l'INPG et l'UJF
- (24) Projet de l'IRISA commun avec le CNRS, l'INSA de Rennes, l'Université de Rennes 1, localisé à Lannion
- (25) Projet commun avec le CNRS et l'Université Claude Bernard de Lyon, bilocalisé à Lyon et Grenoble
- (26) Projet commun avec l'Université Paris V et l'Université Henri Poincaré
- (27) Projet commun avec l'ENPC (CERMICS) et l'Ecole Normale Supérieure de Paris
- (28) Projet commun avec le CERMICS (ENPC)
- (29) Projet commun avec l'IECN (CNRS et Université Henri Poincaré), l'IRMA et le LSIIT (CNRS et Université Louis Pasteur) , bilocalisé à Nancy et Strasbourg
- (30) Projet commun avec le CNRS
- (31) Projet commun avec le MMAS (CNRS et Université de Metz), localisé à Metz
- (32) Projet commun avec l'IECN (CNRS et Université Henri Poincaré) et le MMAS (CNRS et Université de Metz), bilocalisé à Nancy et à Metz
- (33) Projet du LORIA commun avec le CNRS, les Universités Henri Poincaré, Nancy 2, INPL et l'Université de Metz, bilocalisé à Nancy et à Metz
- (34) Projet commun avec l'ENPC (CERMICS) et l'Université de Marne-la-Vallée, bilocalisé à Rocquencourt et Marne la Vallée
- (35) Projet commun avec CERMICS (ENPC), bilocalisé à Rocquencourt et Marne-la-Vallée
- (36) Projet commun avec l'IECN (CNRS et Université Henri Poincaré), bilocalisé à Sophia Antipolis et Nancy
- (37) Projet commun avec le SMP (CNRS et ENSTA)
- (38) Projet commun avec le LABRI (CNRS, Université Bordeaux 1 et ENSEIRB) et le MAB (CNRS, Universités Bordeaux 1 et 2)
- (39) Projet commun avec le CNRS et l'Université de Provence, bilocalisé à Sophia-Antipolis et Marseille

ANNEXE 3 : TABLE DES SIGLES

ADN	Acide DésoxyriboNucléique
AIR&D	<i>Ambient Intelligence Research and Development</i>
CARI	Colloque Africain de Recherche en Informatique
CDMA	<i>Code Division Multiple Access</i>
CEA	Commissariat à l'Energie Atomique
CEMAGREF	Centre National du Machinisme Agricole, du Génie Rural et des Eaux et Forêts
CERMICS	Centre d'Enseignement et de Recherche en Mathématiques, Informatique et Calcul Scientifique
CIMPA	Centre International de Mathématiques Pures et Appliquées
CIRAD	Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement
CNAM	Conservatoire National des Arts et Métiers
CNRS	Centre National de la Recherche Scientifique
CSTB	Centre Scientifique et Technique du Bâtiment
CWI	<i>Centrum voor Wiskunde en Informatica (Amsterdam)</i>
DSTIC	Département des Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication du CNRS
ENPC	Ecole Nationale des Ponts et Chaussées
ENS	Ecole Normale Supérieure
ENSEIRB	Ecole Nationale Supérieure d'Electronique, Informatique et Radiocommunications de Bordeaux
ENSTA	Ecole Nationale Supérieure des Techniques Avancées
ENSTBr	Ecole Nationale Supérieure des Télécommunications de Bretagne
EPST	Etablissement Public à caractère Scientifique et Technologique
ERCIM	<i>European Research Consortium for Informatics and Mathematics</i>
GET	Groupe des Ecoles des Télécommunications
GMD	<i>Gemeinschaft für Mathematik und Datenverarbeitung (Bonn)</i>
GRAVIR	Laboratoire GRaphisme, VIsion et Robotique
GRID	Globalisation des Ressources Informatiques et des Données
HP	Hewlett - Packard
I3S	Laboratoire Informatique, Signaux et Systèmes de Sophia-Antipolis
IATOS	Ingénieurs, Administratifs, Techniciens et Ouvriers de Service
IECN	Institut Elie Cartan de Nancy
IETF	<i>Internet Engineering Task Force</i>
IMAG	Institut d'Informatique et de Mathématiques Appliquées de Grenoble
INPG	Institut National Polytechnique de Grenoble
INPL	Institut National Polytechnique de Lorraine
INRA	Institut National de la Recherche Agronomique
INRETS	Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité
INSA	Institut National des Sciences Appliquées
INSERM	Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale
INTAS	<i>International association for the promotion of cooperation with scientists from the new independent states of the former soviet union</i>
IRISA	Institut de Recherche en Informatique et Systèmes Aléatoires

ISGMP	Institut Supérieur de Génie Mécanique et Productique
IRM	Imagerie par Résonance Magnétique
IRMA	Institut de Recherche Mathématique Avancée
IST	<i>Information Society Technologies</i>
ITA	Ingénieurs, Techniciens et Administratifs
ITEA	<i>Information Technology for European Advancement</i>
JAD	Laboratoire Jean-Alexandre Dieudonné
LABRI	Laboratoire Bordelais de Recherche en Informatique
LIAMA	Laboratoire franco-chinois de recherche en Informatique, Automatique et Mathématiques Appliquées
LIFC	Laboratoire d'Informatique de l'université de Franche Comté
LIFL	Laboratoire d'Informatique Fondamentale de Lille
LIP6	Laboratoire d'Informatique de l'université Paris VI
LIP	Laboratoire d'Informatique du Parallélisme
LIX	Laboratoire d'Informatique de l'Ecole Polytechnique
LMD	Licence – Master – Doctorat
LORIA	Laboratoire Lorrain de Recherche en Informatique et ses Applications
LRI	Laboratoire de Recherche en Informatique
LSIIT	Laboratoire des Sciences de l'Image, de l'Informatique et de la Télédétection
LSV	Laboratoire Spécification et Vérification
MAB	Mathématiques Appliquées de Bordeaux
MIT	<i>Massachusetts Institute of Technology</i>
MMAS	Méthodes Mathématiques pour l'Analyse des Systèmes
MPLS	<i>Multi-Protocol Label Switching</i>
NSF	<i>National Science Foundation</i> (Etats-Unis)
PCRD	Programme Cadre de Recherche et Développement de l'Union européenne
PDA	<i>Personal Digital Assistant</i>
PME	Petites et Moyennes Entreprises
SARIMA	Soutien aux Activités de Recherche Informatiques et Mathématiques en Afrique
SoC	<i>System on Chip</i>
SMP	Simulations et Modélisation des Phénomènes de Propagation
STIC	Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication
SVM	<i>Support Vector Machine</i>
TCP	<i>Transmission Control Protocol</i>
UCR	Unité Commune de Recherche
UJF	Université Joseph Fourier
UMR	Unité Mixte de Recherche
UMTS	<i>Universal Mobile Telecommunications System</i>
UNSA	Université de Nice Sophia-Antipolis
W3C	<i>World Wide Web Consortium</i>
XML	<i>Extended Markup Language</i>

TABLE DES MATIERES

1. L'INRIA, UNE REUSSITE DE LA RECHERCHE FRANÇAISE	7
1.1. Quelques mots d'histoire	7
1.2. La période 1999-2003 : un développement sans précédent	8
1.2.1. Une très forte priorité	
1.2.2. Un institut fortement engagé dans la compétition internationale	
1.2.3. Des partenariats et un effet d'entraînement renforcés dans le dispositif national	
1.2.4. Une politique scientifique affirmée	
1.2.5. En interne, deux sources de fragilité	
1.3. Les recherches de l'INRIA	13
1.3.1. Des domaines scientifiques en pleine vitalité	
1.3.2. Les thèmes de recherche de l'INRIA	
2. LES STIC, UN DOMAINE STRATEGIQUE POUR L'AVENIR DE LA FRANCE	21
2.1. Des enjeux essentiels pour l'innovation et l'emploi, et pour toute la recherche scientifique	21
2.2. Une ambition pour la politique de recherche nationale	22
2.3. Former des pôles d'excellence fortement engagés dans la compétition internationale	23
3. L'AMBITION SCIENTIFIQUE ET TECHNOLOGIQUE DE L'INRIA	25
3.1. Faire des choix	25
3.2. Les sept défis scientifiques et technologiques de l'INRIA	26
3.2.1. Concevoir et maîtriser les futures infrastructures des réseaux et des services de communication	
3.2.2. Développer le traitement des informations et données multimédia	
3.2.3. Garantir la fiabilité et la sécurité des systèmes à logiciel prépondérant	
3.2.4. Coupler modèles et données pour simuler et contrôler les systèmes complexes	
3.2.5. Combiner simulation, visualisation et interaction	
3.2.6. Modéliser le vivant	
3.2.7. Intégrer pleinement les STIC dans les technologies médicales	
3.3. Les objectifs prioritaires des unités de recherche	36
4. LA STRATEGIE DE L'INRIA POUR REALISER CETTE AMBITION	41
4.1. La recherche et le transfert	41
4.1.1. L'INRIA dans le dispositif national	
4.1.2. L'organisation de la recherche	
4.1.3. Le transfert technologique	
4.1.4. La formation par la recherche et le transfert des connaissances	
4.1.5. L'évaluation de la recherche et du transfert	
4.2. Les relations européennes et internationales	49
4.2.1. Renforcer l'attractivité de l'institut	
4.2.2. L'engagement européen de l'INRIA	
4.2.3. Les coopérations avec l'Asie, l'Amérique du Nord et les pays du Sud	
4.3. L'organisation et le fonctionnement internes	52
4.3.1. Les moyens indispensables	
4.3.2. Le fonctionnement interne de l'institut	
4.3.3. Une politique de ressources humaines dynamique	
Annexe 1 : Le processus d'évaluation des projets de recherche de l'INRIA	57
Annexe 2 : Liste des projets de recherche de l'INRIA au 1^{er} juillet 2003	59
Annexe 3 : Table des sigles	65