



**LE CNRS**

**CONTRAT D'OBJECTIFS DU CNRS AVEC L'ETAT  
2009-2013**

**VERSION DES ADMINISTRATEURS DU CNRS**



## SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	2
<b>ENJEUX SCIENTIFIQUES ET GRANDS OUTILS.....</b>	<b>4</b>
I. LA CONNAISSANCE PROFONDE DE LA COMPLEXITE ET DE LA DIVERSITE DES ETRES VIVANTS .....	6
II. LE FAIT PLANETAIRE .....	7
III. RESSOURCES ET ENERGIE : L'OBLIGATION DU DEVELOPPEMENT DURABLE.....	8
IV. LE PROGRES DES CONDITIONS DE VIE .....	9
V. L'EXPLORATION NOUVELLE DES DEUX INFINIS .....	10
VI. LA MAITRISE DES NANOTECHNOLOGIES .....	11
VII. LES NOUVELLES GENERATIONS DE MOLECULES, DE MATERIAUX ET D'INSTRUMENTS DE POINTE .....	12
VIII. L'AVANCE DES MATHEMATIQUES, DES SCIENCES NUMERIQUES ET DE L'INFORMATION.....	13
IX. SOCIETE ET RISQUES : LES EXIGENCES DE L'INCERTITUDE ET DE LA MEMOIRE .....	15
X. COMMUNICATION, COGNITION ET CIVILISATIONS : CONVERGENCE ET RUPTURES .....	16
XI. LA MUTUALISATION GRACE AUX INFRASTRUCTURES DE RECHERCHE (TRES GRANDS EQUIPEMENTS ET RESEAUX DE PLATEFORMES).....	17
XII. SOUTENIR LA CREATIVITE DU CHERCHEUR .....	18
OBJECTIFS ET REPERES GENERAUX.....	19
<b>UNE ORGANISATION EN MOUVEMENT .....</b>	<b>21</b>
I. LE RECENTRAGE SUR LA FONCTION DE PILOTAGE SCIENTIFIQUE DES UMR EN PARTENARIAT AVEC LES UNIVERSITES .....	23
II. LA RESPONSABILISATION DES ACTEURS PAR LA CREATION D'INSTITUTS EN CHARGE DE LA PROSPECTIVE ET DE LA PROGRAMMATION .....	25
III. LA FOCALISATION DE LA DIRECTION DU CNRS SUR LA VISION STRATEGIQUE, L'ANTICIPATION ET L'ANIMATION DES INSTITUTS.....	28
OBJECTIFS ET REPERES GENERAUX.....	30
<b>LES POLITIQUES TRANSVERSES DU CNRS .....</b>	<b>31</b>
I. LES RESSOURCES HUMAINES .....	32
II. LA CONCEPTION ET LA PARTICIPATION A LA MISE EN ŒUVRE D'UN NOUVEAU DISPOSITIF DE VALORISATION DE LA RECHERCHE EN FRANCE.....	33
III. UNE CONTRIBUTION ACTIVE A LA CONSTRUCTION DE L'ESPACE EUROPEEN DE LA RECHERCHE .....	34
IV. UNE POLITIQUE INTERNATIONALE OFFENSIVE .....	35
V. UNE POLITIQUE DE L'INFORMATION SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE RENOVEE.....	36
VI. LA MODERNISATION DE LA GESTION .....	37
VII. L'ENGAGEMENT DANS L'ECO-RESPONSABILITE ET LE DEVELOPPEMENT DURABLE.....	38
OBJECTIFS ET REPERES GENERAUX.....	39
<b>LES MOYENS AU SERVICE DE CES OBJECTIFS .....</b>	<b>40</b>
<b>GLOSSAIRE.....</b>	<b>42</b>
<b>ANNEXES.....</b>	<b>44</b>

## INTRODUCTION

A l'issue de l'adoption de son plan stratégique « Horizon 2020 » en juillet 2008, le CNRS a choisi, en octobre, une nouvelle identité visuelle dont la signature « *Dépasser les frontières* » résume les objectifs que se donne l'établissement : dépasser les frontières des connaissances et les verrous technologiques, mais également dépasser les frontières entre disciplines et les frontières géographiques, qu'elles soient au sein de l'Espace Européen de la Recherche ou entre continents.

C'est en effet, d'emblée, à cette échelle d'ambition et d'espace que souhaite se placer le CNRS en s'appuyant sur *les valeurs qui ont forgé sa compétence, sa crédibilité et sa réputation internationale* : l'élitisme du recrutement, la liberté et l'autonomie au service de la créativité du chercheur, la prise de risque en matière de recherche, la conjugaison entre compétition et collaboration pour mener à bien un projet scientifique, l'ouverture aux disciplines nouvelles et la mise en oeuvre de l'interdisciplinarité sur le terrain.

En s'appuyant sur ces valeurs, *le CNRS mettra en œuvre les objectifs de son Plan stratégique « Horizon 2020 »* : faire avancer le front de la connaissance, relever les grands défis de la planète, faire dialoguer les concepts et les technologies de pointe, fédérer les disciplines et les compétences, promouvoir et mutualiser les équipements indispensables à la Recherche.

Ce contrat avec l'Etat est élaboré à l'heure où *le système français de recherche et d'innovation, qui connaît de profondes évolutions depuis 2006*, s'inscrit désormais dans un modèle commun à tous les grands pays industrialisés :

- L'Etat fixe les grandes priorités de la Recherche
- Les recherches sont effectuées dans les laboratoires, situés en grande majorité dans les sites universitaires. Les universités, devenant autonome grâce à la loi relative aux libertés et responsabilités des Universités (LRU) et leur structuration en Pôles de recherche et d'enseignement supérieur (PRES) avec les Écoles, renforcent leur visibilité et leur politique de site, et par là-même leur rôle dans le triangle « Formation – Recherche – Innovation » dont la fertilité est mondialement reconnue
- Les organismes de recherche sont impliqués dans la définition de la stratégie nationale de recherche. Ils structurent la politique de recherche au niveau national et garantissent un équilibre entre collaboration et compétition ; ils se structurent préférentiellement en réseaux et peuvent s'allier ; ils renforcent leur rôle d'agence de moyens et conservent une fonction d'opérateur de recherche, surtout pour la recherche à long terme
- Les agences de financement, comme l'ANR, incitent à une recherche sur projets à moyen-court terme, sélectionnés par les pairs
- L'évaluation des établissements et des activités de recherche des unités est effectuée par une agence indépendante, l'AERES.

Pour **affronter les défis d'avenir et la compétition mondiale**, l'organisme est appelé à se structurer en réseaux de laboratoires, en réseaux thématiques, en réseaux de plateformes technologiques à vocation scientifique, en réseaux de compétences, etc., permettant la cohésion nationale des recherches effectuées sur les sites universitaires, les campus et les pôles de compétitivité. Le CNRS réduira progressivement sa fonction de gestion pour **se concentrer sur sa mission de pilotage stratégique de la Recherche**.



Seul organisme de recherche **pluridisciplinaire** en France à vocation interdisciplinaire, acteur reconnu de premier ordre de la recherche au niveau **international** et premier partenaire des établissements d'enseignement supérieur et de recherche en France, le CNRS joue un rôle structurant de pilotage et de coordination nationale autour de grands enjeux scientifiques, technologiques, économiques et de société, en s'appuyant sur son réseau national de laboratoires.



## **LE CNRS**

**2009-2013 :**

**ENJEUX SCIENTIFIQUES ET GRANDS OUTILS**

## ENJEUX SCIENTIFIQUES ET GRANDS OUTILS

La préparation du *Plan stratégique 2020* a été l'occasion d'un large exercice de prospective et de consultation scientifique en vue d'identifier, de manière pragmatique et au plus près de la recherche, les objectifs et les actions à lancer ou à soutenir au cours des prochaines années. Ces éléments stratégiques fins, établis à l'échelle des équipes, des laboratoires et des réseaux directement engagés dans la production scientifique ont été arbitrés par la Direction du CNRS.

La confrontation générale entre les disciplines mais aussi entre les visées de la recherche fondamentale et les conditions opérationnelles, a permis l'élaboration d'un programme d'action scientifique détaillé (cf. annexe 2). Cet instrument de travail, inédit au CNRS, constituera la feuille de route pour les cinq prochaines années à la disposition des divers responsables scientifiques de l'établissement (directions du CNRS, des Instituts, des unités et des équipes).

Le CNRS peut désigner dès aujourd'hui sur cette base *douze critères synthétiques* pour son action au cours de la période 2009-2013. Celle-ci s'organisera selon les trois Pôles transverses :

- Le développement durable au service de l'Homme,
- Origine et maîtrise de la matière, Nanosciences, Nanotechnologies,
- La société en réseau.

Ces critères synthétiques sont autant de principes et de cribles qui ont vocation à conjuguer de la manière la plus concrète et la plus effective deux caractéristiques de la recherche scientifique : l'épreuve de vérité et la compétition.

Les *douze fiches* suivantes récapitulent ces critères synthétiques offrant chaque fois un argumentaire général et une liste d'*actions contractualisées* avec le ministère, propres à la politique scientifique d'ensemble du CNRS. Toutes s'appuient sur la pluridisciplinarité, consistant à réunir des équipes différentes pour résoudre des problèmes ; l'interdisciplinarité, consistant à construire de nouveaux objets d'étude pour mener à la transdisciplinarité, à l'émergence de nouvelles thématiques aux frontières des disciplines existantes et à de nouvelles disciplines.

Les actions contractualisées n'ont pas prétention à formaliser l'exhaustivité des actions entreprises par le CNRS dans les cinq ans à venir, mais à présenter les opérations dont l'état d'avancement sera suivi dans le cadre du contrat 2009-2013 du CNRS avec l'Etat. Le CNRS définira, en application de ce contrat avec sa tutelle, un à trois jalons ou indicateurs pour chaque action contractualisée qui permettront au ministère de juger de la réalisation effective du contrat.

Plus globalement, le CNRS poursuivra cette politique scientifique qui répond à des besoins, des préoccupations et des interrogations fondamentales de la société en se donnant *huit objectifs généraux*, impératifs, qu'il est possible de suivre au moyen de *repères mesurables* :

1. l'engagement global du CNRS,
2. la production de connaissance au meilleur niveau international,
3. l'impact des publications,
4. le haut niveau d'interdisciplinarité,
5. le soutien à l'innovation,
6. la contribution à la formation à et par la recherche,
7. la contribution à l'Espace européen de la recherche,
8. l'attractivité de la recherche française.

## Le développement durable au service de l'Homme

### I. LA CONNAISSANCE PROFONDE DE LA COMPLEXITE ET DE LA DIVERSITE DES ETRES VIVANTS

En Biologie, la seconde moitié du XX<sup>e</sup> siècle a connu un développement exceptionnel des techniques d'analyse des gènes, des molécules biologiques, des cellules et des organismes ainsi que le décryptage d'un grand nombre de mécanismes fondamentaux du Vivant. Il faut désormais comprendre comment ces divers éléments interagissent et s'interconnectent, comment la diversité, la robustesse et l'adaptabilité naissent des molécules, du génome et des processus physiques et chimiques élémentaires. La biologie au XXI<sup>e</sup> siècle vise l'intégration la plus large des données et de l'analyse des systèmes : molécules, cellules, tissus, organes, organismes entiers, populations, espèces... Cette évolution accompagnée de développements technologiques pose un ensemble de problèmes éthiques à la société (comme le séquençage d'un individu) pour lesquels le CNRS apportera son expertise.

Dans cette perspective, le développement de la biologie synthétique doit s'accroître. Il s'agit d'identifier et de mettre en œuvre les modes opératoires selon lesquels se forment des éléments des systèmes biologiques et leurs combinaisons. Les processus de développement des organismes vivants permettent à partir d'une cellule unique la formation de formes de vie les plus diverses. Leur modélisation part de la génomique, la génétique, la biologie cellulaire, la biophysique pour arriver au niveau d'intégration de l'organisme et repose sur de nouveaux outils tels que la biomathématique et la bioinformatique. Comprendre les mécanismes de formation des structures des tissus différenciés est un champ de recherche largement ouvert.

Les recherches visent aussi à établir en quoi la connaissance des origines de la vie, de la biodiversité et des sociétés humaines peuvent éclairer la compréhension des évolutions planétaires, dans quelle mesure le vivant interagit durablement avec l'environnement de notre planète, et comment l'évolution des écosystèmes fournit des réponses aux changements globaux. Il s'agit notamment de caractériser les stratégies de protection des individus et des espèces, d'estimer les capacités intrinsèques d'adaptation des organismes vivants vis-à-vis des conditions environnementales et d'identifier les risques et les causes de vulnérabilité.

La lutte contre l'érosion de la biodiversité constitue un enjeu majeur pour l'humanité. Atteindre une « forte réduction du rythme actuel de perte de diversité biologique en 2010 » passe par une mobilisation intense des chercheurs pour proposer des scénarios prédictifs, fournir les bases scientifiques de l'ingénierie écologique et construire les méthodes de gestion durable de la biodiversité.

#### *Actions contractualisées*

- Participer au développement des études du génome à grande échelle en vue d'analyser les mécanismes qui permettent la régulation de l'expression du code génétique.
- Identifier et comprendre les mécanismes qui gouvernent le développement des organismes (approches comparatives moléculaires et cellulaires du développement ; processus de réparation des molécules biologiques endommagées et des réponses aux anomalies ; impact sur l'analyse de l'évolution des espèces).
- Encourager l'interaction des compétences afin de décrypter les mécanismes permettant à une cellule de migrer, de se diviser ou d'organiser le trafic entre ses divers compartiments cellulaires.
- Développer la modélisation *in silico* (systèmes biologiques ; fonctionnalités des biomolécules ; réseaux d'interactions en contexte physiologique).
- Encourager l'exploration de la biologie synthétique en mobilisant les disciplines concernées : physique, chimie, sciences de l'ingénieur, bioinformatique, modélisation, sciences sociales.

## Le développement durable au service de l'Homme

### II. LE FAIT PLANETAIRE

Notre planète, son climat et ses mouvements de population, l'exploration de leurs dynamiques et de leurs mutations concernent tous les champs disciplinaires du CNRS, et cela à toutes les échelles, du global au local. Les priorités sont d'une part la compréhension des changements globaux et de leur impact sur les systèmes écologiques et sur les sociétés, et d'autre part la mise au point des méthodes et concepts pour un diagnostic environnemental prenant en compte les impacts anthropiques à toutes les échelles.

Les observations, menées au sol ou depuis l'espace, et les approches systémiques, visent à améliorer la capacité prédictive des modèles de toutes natures (climatiques, météorologiques, océanographique, sismologiques, de chimie atmosphérique, de fonctionnement des sols et des écosystèmes), dans le but d'analyser le fonctionnement du « Système Terre ». Concernant l'atmosphère, cela passe par la compréhension du rôle des nuages et des aérosols dans le bilan radiatif de la Terre et par la mesure de la production et de la propagation des diverses espèces chimiques, à toutes échelles. Concernant l'océan, cela nécessite de travailler sur ses contributions à la variabilité climatique, sur la variabilité et les effets de la biologie, notamment sur la pénétration solaire, le stockage du carbone et le recyclage des nutriments. L'évolution des zones côtières, particulièrement vulnérables et anthropisées, est un enjeu essentiel. Concernant la Terre interne, il faut aujourd'hui encore, mieux connaître sa structure et prévoir sa dynamique pour prédire les aléas sismiques et inventorier ses ressources. Enfin, la prise en compte des facteurs anthropiques implique de mener à bien études de terrain et modélisations, économiques, socio économiques et démographiques, pour comprendre les évolutions de l'environnement, globales et régionales, où la mondialisation des économies joue très vraisemblablement un rôle amplificateur.

D'une manière générale, il faut mieux comprendre les grands cycles biogéochimiques dus aux interactions entre atmosphère, océan, surfaces continentales, biosphère et sociétés humaines, en croisant données actuelles, historiques et paléo-environnementales. Maîtriser les impacts appelle une cartographie de la vulnérabilité des territoires et une analyse des risques induits tant sur les écosystèmes, que sur la santé. Cela passe par le recensement de la biodiversité, de ses transformations, et par l'analyse des services rendus par celle-ci au « Système Terre ».

#### *Actions contractualisées :*

- Dans l'atmosphère, dans l'océan et sur les surfaces continentales, renforcer les systèmes d'observation *in situ* et pérennes des milieux naturels et anthropisés et favoriser l'émergence des systèmes issus d'initiatives mondiales (GEOSS) ou européennes (GMES).
- Mobiliser l'ensemble des Instituts du CNRS sur l'analyse des changements globaux et de leurs conséquences, et accroître la mobilisation des moyens de calcul pour les sciences de la Terre et du climat.
- Développer les approches intégratives visant à comprendre les évolutions du « Système Terre » dans le cadre du changement global et les valoriser au regard des options de développement durable.
- Favoriser l'étude interdisciplinaire des mouvements migratoires de longue durée des populations humaines aux échelles régionales et globales, et les variations d'aires de répartition des espèces animales et végétales.
- Encourager les recherches économiques, démographiques et sociales sur les effets de longue durée des changements globaux et locaux et sur les dispositifs de responsabilisation des personnes, des entreprises et des Etats.



## Le développement durable au service de l'Homme

### III. RESSOURCES ET ENERGIE : L'OBLIGATION DU DEVELOPPEMENT DURABLE

La connaissance des ressources disponibles et l'évaluation des seuils compatibles avec leur gestion durable mobilisent de nombreux champs disciplinaires (sciences de l'Univers, physique, chimie, biologie, sciences de l'information et de l'image, sciences de l'ingénieur, sciences humaines et sociales, écologie). Il s'agit de maîtriser et d'organiser durablement le cycle des ressources, dans un environnement changeant, depuis la connaissance de leurs sources, jusqu'à la réintégration durable des sous-produits de leur exploitation et de leur utilisation. Il s'agit également de concevoir les bases d'une ingénierie durable devant intégrer les données environnementales dans le processus de conception et d'élaboration d'un produit ou d'un service, en réduisant les impacts environnementaux négatifs à niveau de qualité égal.

A cet égard, l'énergie constitue l'un des enjeux les plus importants pour l'avenir, qui mobilisent en France différents organismes : le CNRS, le CEA, l'IFP... Les recherches portent sur les nouveaux carburants (biocarburants de seconde génération, hydrogène), sur la capture et la séquestration du CO<sub>2</sub>, sur des conversions plus économes (convertisseurs électromécaniques, échangeurs de chaleur), sur la récupération de la chaleur (thermoélectricité), sur l'apport du nucléaire, du photovoltaïque, des piles à combustible, des énergies renouvelables (éolienne, marémotrice), enfin sur les méthodes de stockage, de distribution et d'utilisation plus rationnelle. A un horizon plus lointain, la machine ITER explorera la fusion thermonucléaire sur les plans techniques et scientifiques. D'une manière générale, les problèmes critiques de disponibilité des ressources, de maîtrise des déchets, d'impact environnemental, de sûreté et d'acceptabilité sociale seront des sujets sur lesquels le CNRS se focalisera.

Enfin, l'économie et les sciences sociales interviennent directement dans le domaine de l'environnement, par exemple dans la définition des régulations visant à prendre en compte les impacts négatifs, ou dans l'analyse de l'impact des phénomènes migratoires et générationnels, ou encore dans celle des effets induits par l'urbanisation de la population mondiale (en 2020, 60% des habitants de la planète seront urbains).

#### *Actions contractualisées*

- Accentuer les recherches interdisciplinaires sur la production d'électricité d'origine solaire, sur le photovoltaïque, sur la récupération de la chaleur et sur l'optimisation combinée énergétique/économique.
- Maintenir au plus haut niveau les sciences et technologies du nucléaire (avec le CEA). Accroître et structurer la communauté scientifique dans le domaine de la fusion thermonucléaire jusqu'au traitement des déchets. Amplifier les efforts dans les voies novatrices de la fission et de la fusion nucléaire.
- Développer les recherches sur le stockage, la portabilité et la diversification des sources d'énergie ; coordonner les recherches sur la dimension économique, la maîtrise des déchets et le renouvellement des ressources de la biosphère.
- Explorer les alternatives aux matériaux issus de matières premières peu disponibles.
- Améliorer la maîtrise du cycle du carbone.

## Le développement durable au service de l'Homme

### IV. LE PROGRES DES CONDITIONS DE VIE

Si une confiance aveugle dans un progrès des conditions de vie à attendre des sciences n'est plus de mise aujourd'hui, il n'en demeure pas moins que les sciences – la physique, la chimie, la biologie, les sciences de l'ingénieur, les mathématiques et l'informatique, et les sciences sociales – nourrissent en permanence mille améliorations du quotidien et offrent les moyens d'analyser et de répondre aux mutations contemporaines.

La physique et la chimie doivent contribuer à l'accroissement de l'acuité des instruments de diagnostic médical (l'imagerie médicale ou les microcapteurs). La chimie et la biologie procurent des analyses rigoureuses des effets positifs et négatifs de la consommation des produits les plus divers par les êtres humains. Ces deux sciences doivent se mobiliser pour de nouvelles avancées dans les domaines des médicaments, de l'alimentation, de l'environnement. Les sciences de l'information accompagneront l'essor des nouvelles technologies et de leurs applications avec l'intégration dans le quotidien de ces nouvelles technologies et le renforcement de leur robustesse. La robotique doit être l'objectif d'un essor important notamment pour des applications d'assistance ou de confort. Les relations avec les Mathématiques seront essentielles, c'est notamment le cas pour les calculs et les théorèmes à la base des IRM, pour les téléphones portables, pour le GPS...

Enfin les sciences sociales, l'économie, les sciences de l'ingénieur, les sciences de l'environnement et les sciences de l'univers, combinées dans un effort interdisciplinaire nouveau, doivent s'emparer des grandes transformations du monde contemporain conjuguant de multiples échelles d'analyses : celles de la planète et des continents, celles des Etats et des régions, celles des activités localisées et des actions individuelles.

#### *Actions contractualisées*

- Explorer des systèmes numériques et matériels simples d'emploi qui répondent à des impératifs de sûreté, de sécurité, de mobilité, sans sacrifier la robustesse et l'efficacité.
- Développer la robotique humanoïde mobile et autonome et ses applications (prothèses, remédiation, handicap, assistance à la personne).
- Encourager les recherches sur les effets de la longévité humaine et du vieillissement de la population (sciences sociales et économiques, biologie, sciences de l'environnement).
- Mobiliser dans les recherches de sciences humaines et sociales les moyens de calculs de haute performance pour l'analyse et la simulation des objets complexes, multi-niveaux et multi-échelles (par exemple les flux de personnes, de matière et d'information ou les trajectoires individuelles et collectives de longue durée, animales ou humaines).
- Structurer la recherche sur les interactions entre les matériaux et le vivant et en particulier sur la prévention du vieillissement des biomatériaux de suppléance.
- Développer les programmes en écotoxicologie dans une vision de coordination nationale.

## Origine et maîtrise de la matière, Nanosciences, Nanotechnologies

### V. L'EXPLORATION NOUVELLE DES DEUX INFINIS

Le XXe siècle a vu naître les deux théories majeures qui forment le cadre encore indépassable de notre connaissance de l'infiniment petit et de l'infiniment grand : la mécanique quantique avec ses développements dans le modèle standard de la physique des particules et la relativité générale avec ses développements dans le domaine de la cosmologie. C'est au cours de ce siècle qu'a pu être élaboré pour la première fois dans l'histoire de l'humanité, le « Grand Récit » de l'univers qui va d'un plasma de particules élémentaires dans les temps originels à l'émergence de la complexité avec les premiers noyaux atomiques jusqu'aux premiers objets, les étoiles, les amas de galaxies et les planètes. Comprendre la naissance et l'évolution de l'Univers implique de résoudre les énigmes de la matière et de l'énergie noires, de comprendre la formation des galaxies, des étoiles et des planètes extrasolaires, de comprendre enfin, à travers une astronomie multi longueur d'onde et multi messagers les phénomènes violents (émission de jets de matière et de particules, d'ondes gravitationnelles) qui accompagnent la formation des structures (étoiles, trous noirs, noyaux actifs de galaxies, quasars, ...).

Au début du XXIe siècle, avec cette rencontre entre les deux infinis, la physique et l'astrophysique vont exploiter des grandes expériences à venir (le LHC au CERN, SPIRAL 2 au GANIL, les missions PLANCK et HERSCHEL de l'Agence Spatiale Européenne, VIRGO et ultérieurement ALMA, CTA et KM3NET) pour répondre aux grandes questions actuelles du modèle standard des particules, de la cosmologie, des étoiles et de l'Univers, fondement de la physique des deux infinis.

Les problèmes fondamentaux liés au contenu de l'Univers en matière noire et énergie noire, surgis des observations astrophysiques de la décennie passée, questionnent les approches usuelles de la cosmologie et de la physique des particules. Ils laissent entrevoir de nouveaux bouleversements. Outre l'exploration de l'infiniment petit et de l'infiniment grand, la physique des deux infinis développe donc de nouveaux concepts mais aussi de nouvelles technologies : nouvelles techniques d'accélération, nouveaux réseaux de capteurs, nouveaux télescopes, nouvelles méthodes de traitement des données : calcul intensif et calcul en réseaux à travers le concept des grilles de production et de traitement des données.

La physique théorique et la physique expérimentale sont en interaction avec les sciences de l'Univers et avec d'autres communautés comme les mathématiques, les sciences de l'information et de l'ingénieur, la chimie, la biologie et même l'économie. Le réseau des laboratoires de physique doit assurer les conditions optimales de ces interactions productives et la confrontation des concepts les plus abstraits au monde réel.

#### *Actions contractualisées*

- Maintenir et développer une communauté scientifique forte autour des grands instruments existants et préparer les nouveaux projets sur la feuille de route nationale et européenne concernant la physique des deux infinis.
- Exploiter les résultats des grandes missions spatiales PLANCK et HERSCHEL (exploration de l'Univers très jeune et très lointain ; son histoire).
- Améliorer les techniques de traitement des données et d'extraction des signaux faibles.
- Participer à la conception et au lancement des télescopes à grand champ.
- Développer une communauté scientifique orientée vers la compréhension des origines de la vie, sur Terre et sur d'autres planètes.

## Origine et maîtrise de la matière, Nanosciences, Nanotechnologies

### VI. LA MAITRISE DES NANOTECHNOLOGIES

Les nanosciences et les nanotechnologies évoluent à une rapidité prodigieuse dans des domaines aussi divers que l'information et la communication, les matériaux, la santé et l'énergie. Une première dynamique de ce développement va du haut vers le bas : ce sont les progrès de la microélectronique où le rythme de la miniaturisation est exponentiel.

Une seconde dynamique provient de nouveaux outils qui permettent l'observation et la manipulation d'objets nanométriques. Avec la synthèse chimique et l'auto-assemblage, ils induisent une dynamique du bas vers le haut, partant des atomes, vers les objets nanométriques, pour en faire des structures et des matériaux aux propriétés nouvelles.

Ce double mouvement appelle de nombreux défis telle la prise en compte des phénomènes physiques et physicochimiques relevant de la physique quantique. Les recherches en nanosciences et nanotechnologies, interdisciplinaires par nature, se développeront en physique, chimie, biologie, ingénierie, sciences humaines et sociales. L'étude des objets naturels sera une priorité. Il s'agira d'analyser les nanostructures naturelles, aussi bien chez les être vivants, comme les nanomoteurs intra-cellulaires, que dans les composants terrestres ou atmosphériques (naturels ou artificiels, à l'échelle nanoscopique) comme les géo-matériaux ou les nanopoussières. Identifier leurs propriétés et les reproduire afin d'en mesurer les effets sur la santé des populations et sur l'évolution des écosystèmes sera un axe de progrès mené par le CNRS. La spintronique, technologie de l'information fondée sur la propriété quantique de spin des électrons et de la nanoélectronique, sera renforcée. Ces recherches s'appuieront aussi sur une réflexion, à l'intérieur des disciplines concernées et dans leurs interactions, sur la portée des innovations et les critères des recherches socialement responsables.

#### *Actions contractualisées*

- Soutenir les centrales de nanosciences et nanotechnologies et leur mise en réseau. Accroître la synergie entre les différents protagonistes de la recherche 'nano', et en particulier soutenir et coordonner les réseaux *C'nanos*, et en participant à Nano Inov en partenariat avec le CEA.
- Renforcer le développement de nouveaux outils de caractérisation de la matière à l'échelle « nano » ; encourager les applications des nanotechnologies à la robotique.
- Soutenir la recherche sur les nano-matériaux, naturels et artificiels, sur les *smart*-matériaux, et l'électronique organique ; développer l'ingénierie de l'état solide fondée sur les mécanismes de nanostructuration.
- Développer des actions à l'interface entre nanosciences et biotechnologies.
- Développer le ciblage de l'administration de médicaments et des systèmes destinés à véhiculer le principe actif vers son site d'action.
- Identifier les impacts et les risques, sociaux et écologiques des nanotechnologies et contribuer à établir les cadres juridiques et économiques propres aux nanotechnologies et aux nanomatériaux ; développer en parallèle, les actions d'information et de formation pour le développement des recherches socialement responsables.

## Origine et maîtrise de la matière, Nanosciences, Nanotechnologies

### VII. LES NOUVELLES GENERATIONS DE MOLECULES, DE MATERIAUX ET D'INSTRUMENTS DE POINTE

Des avancées majeures dans les technologies des matériaux, les technologies de l'information et l'instrumentation sont attendues en grande part grâce aux progrès de la physique et de la chimie.

De nouveaux procédés de conception de matériaux, inspirés des processus mis en oeuvre par la nature, viseront à valoriser les avancées obtenues par assemblage de "briques" élémentaires, dont les tailles pourront être très variables, allant de la molécule à l'objet macroscopique : autoassemblage ou « légochimie », matériaux bioinspirés, matériaux sur mesure... Pour les matériaux de structure comme pour les matériaux de fonction, ces approches inédites permettront d'adapter les matériaux à l'usage qui en sera fait, en intégrant de fait les conclusions dictées par les analyses de cycle de vie.

Sous la pression imposée par la diffusion des nouvelles technologies, notamment dans le domaine du stockage et de la transformation de l'énergie, et à l'instar des progrès déjà accomplis dans l'aéronautique et le spatial, il sera fait appel aux ressources de la chimie, de la physique et de l'ingénierie pour la mise au point de matériaux présentant des durées de vie accrues dans des conditions de fonctionnement de plus en plus sévères de température, de pression, d'environnement... et offrant toutes les garanties pour une exploitation à grande échelle dans des conditions de sécurité maîtrisées, pour le nucléaire (avec le CEA) et le non nucléaire.

Dans un grand nombre de domaines scientifiques et technologiques, il est par ailleurs essentiel de pouvoir détecter, traiter et mesurer des grandeurs physiques, mécaniques, chimiques, biologiques. Ces besoins nécessitent la mise en oeuvre d'appareils et d'architectures de plus en plus complexes. Ils doivent présenter plus de fonctionnalités, plus de sensibilité et être placés dans des environnements très diversifiés. Les critères en sont la performance ultime, la miniaturisation, l'intelligence, la mobilité, la sécurité et l'autonomie. Le CNRS interviendra sur ces domaines d'application variés qui vont des sciences médicales à l'ingénierie, en passant par les systèmes et instruments spatiaux et la haute technologie du quotidien.

#### *Actions contractualisées*

- Soutenir le domaine des matériaux destinés aux conditions extrêmes; soutenir l'observation, la détection et la simulation du vieillissement des matériaux.
- Renforcer l'interface du génie des procédés et de la chimie dans le domaine des matériaux et des applications thérapeutiques et environnementales.
- Renforcer la mise au point des technologies fondées sur l'information quantique, les composants d'échelle moléculaire, les systèmes bio-inspirés, la neuro-informatique ; développer les principes de l'information quantique et l'algorithmique correspondante.
- Soutenir les travaux sur la fiabilité des systèmes embarqués, le pilotage des systèmes, le nomadisme et l'intelligence ambiante.
- Développer l'instrumentation pour la santé, la sûreté et la sécurité, notamment par le soutien à des projets interdisciplinaires pour développer ou améliorer des capteurs.

## La société en réseau

### VIII. L'AVANCE DES MATHÉMATIQUES, DES SCIENCES NUMÉRIQUES ET DE L'INFORMATION

Domaine d'excellence de la science française, les mathématiques ont vu une floraison spectaculaire de résultats avec la résolution de conjectures anciennes (Fermat, Poincaré) et la découverte de connexions nouvelles dans des champs longtemps considérés comme éloignés.

Les domaines classiques (géométrie, algèbre et analyse) doivent être soutenus. Les thèmes couverts par les mathématiques fondamentales connaissant une croissance constante, la géométrie algébrique et la théorie des groupes sont aujourd'hui rejoints par le calcul des probabilités (médaille Fields française en 2006), l'étude théorique des équations aux dérivées partielles ou la théorie géométrique des systèmes dynamiques. Les mathématiques font aussi face à une très forte demande des autres disciplines scientifiques (physique, mécanique, informatique, sciences de la vie, économie...), du monde industriel et du secteur bancaire. Le front de leurs interfaces est en mutation permanente, les outils utilisés sont toujours plus sophistiqués. Ceci crée un mouvement de convection naturelle mêlant la périphérie au cœur de la discipline, dynamique que le CNRS amplifie via la création de l'institut des Mathématiques et de leurs Interactions.

Trois axes majeurs orientent désormais l'interaction des mathématiques avec d'autres domaines : l'analyse des données, la modélisation et la conception d'outils avancés (cryptologie, nouvelles architectures). Les réponses proviennent du calcul des probabilités, des statistiques, de la théorie des équations aux dérivées partielles, de l'arithmétique ou de la géométrie algorithmique.

Les sciences du numérique définissent les méthodes et techniques calculatoires qui permettent d'élaborer des modèles, de les programmer et de les exploiter sous forme de systèmes effectifs. A l'instar des mathématiques, les sciences numériques créent les objets qu'elles étudient, comme les logiciels, les réseaux informatiques ; elles enrichissent des disciplines transversales comme l'algorithmique ou la théorie des graphes ; elles permettent aussi le traitement de l'information avec l'intelligence artificielle, l'informatique ambiante, l'automatique, la robotique, les systèmes embarqués. Les relations avec l'entreprise et l'industrie seront intensifiées.

Au sein des TIC, des tendances profondes amènent des ruptures significatives – tant du point de vue scientifique et technologique que de celui des usages ou des impacts sociétaux et économiques.

Citons par exemple les effets futurs de la loi de Moore qui en favorisant une miniaturisation exponentielle continue, permet la dissémination des composants au sein d'objets divers. La prise en compte des contraintes thermiques et énergétiques conduit à une parallélisation croissante qui donne lieu au développement de grandes infrastructures de traitement numérique ou à des centres de traitement de grandes masses de données, amenant à revisiter les domaines de la programmation, de l'algorithmique...

Un autre exemple d'évolution est celui du web, plateforme applicative répartie sur la planète qui fait émerger de nouveaux usages, ainsi que le renforcement de la convergence entre informatique et télécommunications : la miniaturisation citée précédemment conduisant à étendre le web aux objets intelligents avec la prise en compte des problèmes liés à la sécurité et à la sûreté.

Ces changements s'inscrivent dans la croissance et la qualité d'informations numérisées dont un des enjeux est l'extraction des connaissances, chaque individu pouvant devenir auteur de son propre univers numérique.

Enfin, on assiste aujourd'hui à une augmentation considérable des besoins en calcul à Haute Performance et à une croissance exponentielle de la quantité de données à traiter, stocker et sécuriser, et cela pour un grand nombre de disciplines : climatologie, biologie moléculaire, écologie, étude des systèmes complexes, dynamique des objets du système solaire et des systèmes planétaires, par exemple. Il est dès lors nécessaire de développer un « écosystème national » de moyens de calculs – avec des puissances de calculs qui doivent rapidement atteindre l'exaflops ( $10^{18}$  opérations flottantes par seconde) – et de sites de stockages – avec des capacités qui se mesurent en pétaoctets ( $10^{15}$ , soit  $2^{50}$ ). Il s'agit d'inventer de nouveaux paradigmes de calcul et de programmation afin de prendre en compte cette augmentation des besoins en calcul haute performance (vers l'exaflops), le parallélisme massif, l'hétérogénéité des données, la fiabilité et la sécurité des systèmes.

#### *Actions contractualisées*

- Favoriser l'activité interdisciplinaire en relation avec la recherche mathématique fondamentale et les sciences numériques.
- Soutenir la recherche fondamentale en mathématiques ; structurer et animer les renouvellements et les croisements sectoriels au moyen de programmes ou de réseaux thématiques *ad hoc*, en interaction avec les autres Instituts et organismes.
- Maintenir la priorité des recherches dans le domaine des TIC. Structurer les communautés, accroître les interfaces, en particulier avec l'INRIA, et prendre en compte les évolutions technologiques.
- Développer en partenariat un « écosystème national » de calcul à haute performance (recherches sur l'algorithmie et les architectures des machines de haute performance ; déploiement de RENATER ; contribution à GENCI), en vue de participer au programme européen PRACE.
- Développer les moyens de calcul intensif et en réseau (grilles de calcul) ainsi que les grandes bases de données.

## La société en réseau

### IX. SOCIETE ET RISQUES : LES EXIGENCES DE L'INCERTITUDE ET DE LA MEMOIRE

Avec la mondialisation, le sentiment est aujourd'hui largement partagé que s'accroissent des risques de toute nature : fragilité économique des individus, des entreprises et des Etats, doutes quant à la sûreté et la sécurité de chacun ou bien de segments importants de la société, perception des risques liés aux catastrophes naturelles et aux changements climatiques, interrogations quant à la portée des nouvelles technologies et aux pratiques qu'elles induisent, craintes sur la mutation des revendications identitaires et religieuses. Ces tensions mobilisent les sciences économiques et sociales, les sciences de la communication, les disciplines archéologiques, historiques et l'érudition classique qui forment un ancrage historique des connaissances présentes.

La sûreté et la fiabilité des réseaux de communication sans cesse remise en cause par la mobilité des utilisateurs et l'hétérogénéité des flux de transmission est un défi majeur. De la même manière, la sécurité des réseaux de transport comme de tous les systèmes de production doivent faire l'objet d'études quantitatives et prédictives détaillées.

La recherche fondamentale en sciences humaines et sociales rencontre ici les développements de la théorie mathématique des processus stochastiques et la physique des systèmes dynamiques, comme elle dialogue avec les sciences de la vie pour qualifier et analyser les humains en contexte incertain ou tendu. Les fonctions sociales et économiques des institutions, des instances politiques et de leur histoire doivent être réévaluées. Il s'agit notamment de comprendre comment les sociétés ont procédé et procèdent aux choix qui président à leur développement, à la consolidation sociale et à la répartition de leurs richesses, et sous quelle forme ces mécanismes opèrent aujourd'hui ou non. Nourries d'échanges transdisciplinaires, ces recherches questionnent les rapports entre mathématiques, physique, biologie, techniques, économie, culture et société et éclairent l'action politique et sociale.

#### *Actions contractualisées*

- Encourager l'identification des risques de toute nature, la cartographie des vulnérabilités sociales et infrastructurelles, ainsi que l'analyse de l'expérience acquise ou ancienne à leur égard.
- Encourager l'analyse des réponses économiques, écologiques et sociales aux contextes de forte incertitude et développer la modélisation des risques rares, mais extrêmes, pour construire une économie du risque permettant de mettre en œuvre des stratégies d'adaptation, individuelles et collectives.
- Soutenir les initiatives mutualisées de conservation documentaire (archives matérielles ou électroniques), les méthodologies d'archivage pérennes.
- Renforcer la recherche sur la sécurisation et l'optimisation : a) des technologies de l'information, b) de l'emploi des matériaux et du recours aux produits chimiques, c) de la sécurisation des grands systèmes industriels (constructions, transports...).
- Renforcer la recherche sur le statut des controverses scientifiques, de l'information scientifique et technique (IST) et de l'autonomie des communautés scientifiques dans une société de savoirs partagés.



## La société en réseau

### X. COMMUNICATION, COGNITION ET CIVILISATIONS : CONVERGENCE ET RUPTURES

L'expansion des technologies de l'information est en train de modifier profondément les modes de communication et de travail dans la société tout entière. Les développements les plus récents, des systèmes de communication et de gestion informatique, du traitement de masses de données, du calcul intensif et de la restitution à l'échelle humaine imposent à la fois l'approfondissement des connaissances de base en algorithmique, en langages et en génie logiciel et une nouvelle compréhension des interactions sociales suscitées par l'Internet. Les recherches transdisciplinaires sur les composants et les systèmes communicants du futur vont de pair avec l'étude des interactions homme/machine.

Dans les sciences de l'information et du calcul numérique, les ruptures technologiques (miniaturisation, gains de puissance de calcul, interconnexion des réseaux), les changements d'échelle et les exigences de fiabilité des systèmes d'information doivent conduire vers de nouveaux paradigmes de calcul où comptent l'incertain et le degré de la confiance établie. C'est la voie vers des conceptions algorithmiques nouvelles (probabiliste, quantique ou bien adaptative) et des logiciels plus sûrs.

Avec l'essor des sciences de l'information, et ceux, parallèles, des neurosciences et des sciences cognitives, la combinaison des recherches en biologie moléculaire, cellulaire et systémique avec l'informatique et les nanosciences peuvent renouveler l'exploration du fonctionnement du cerveau, vers la compréhension des fonctions cérébrales les plus élaborées, du développement des langages et des facultés intellectuelles. L'analyse scientifique des comportements – humain ou animal, individuel ou collectif – est aussi un domaine d'émergence d'objets partagés entre les sciences humaines et sociales, les sciences de la vie et les sciences de la modélisation (logique, informatique, mathématiques linguistique et traitement automatique des langues) et ouvre la voie à une nouvelle approche des déterminants sociaux, des conditions de l'action humaine individuelle ou collective, actuelle et passée.

Dans cette perspective, les chantiers des enquêtes archéologiques, historiques et préhistoriques, l'étude des cultures exotiques ou métisses et des traditions intellectuelles, les sciences de l'érudition et la linguistique seront renouvelés non seulement par le recours à des technologies récentes, mais aussi par la construction de concepts nouveaux et interdisciplinaires. L'ensemble de ces travaux devra en effet s'inscrire dans une réflexion globale sur la société et l'environnement et mobilisera outre les sciences humaines et sociales, les sciences du vivant, l'écologie, la chimie, les mathématiques et l'ingénierie de l'information.

#### *Actions contractualisées*

- Renforcer les études anthropologiques et historiques, la modélisation et la simulation des phénomènes à échelles multiples (locale, régionale et mondiale).
- Soutenir les chantiers archéologiques et historiques en encourageant le recours à des techniques d'analyse innovantes issues des technologies de pointe.
- Soutenir le développement des sciences de la communication, en tant qu'objet théorique interdisciplinaire, en tant que théorie de la connaissance, et dans leur interaction avec la société.
- Encourager l'interaction des neurosciences, des sciences cognitives, des sciences du langage et des sciences sociales et économiques.
- Faire émerger les éléments de recombinaison entre sciences mathématiques et physiques, sciences de la vie et sciences humaines et sociales (simulations virtuelles à grande échelle ; systèmes complexes ; imagerie fixe ou animée).
- Archiver et numériser les corpus linguistiques et développer des outils de modélisation et simulation pour la construction de théories du langage.

## La société en réseau

### XI. LA MUTUALISATION GRACE AUX INFRASTRUCTURES DE RECHERCHE (TRES GRANDS EQUIPEMENTS ET RESEAUX DE PLATEFORMES)

En matière de Très Grandes Infrastructures de Recherche (TGIR- Très Grands Equipements et réseaux de plateformes), la France occupe actuellement la première place en Europe par le nombre de TGE européens et internationaux qu'elle accueille sur son sol (ESRF, Antenne de l'EMBL, ILL, IRAM, ITER, GANIL, CERN en grande partie), ou qu'elle finance en dehors (CFHT, VIGO, HESS, les télescopes de l'ESO). Le retour sur investissement pour les équipes françaises et pour l'économie du pays est d'un facteur supérieur à 3. Dans les domaines concernés de la physique et de l'astrophysique, la science française est aux tout premiers rangs mondiaux, 1<sup>er</sup> ou 2<sup>ème</sup> en Europe.

Dans le domaine spatial, la France joue un rôle important, en sciences de l'univers et de l'environnement, et en physique ou biologie, bénéficiant de la microgravité. En partenariat avec le CNES et les industriels, les laboratoires du CNRS développent des instruments et exercent des responsabilités majeures dans les Très Grands Equipements, européens voire mondiaux.

Les TGIR sont des équipements exceptionnels d'expérimentation (TGE - accélérateurs, sources de rayonnement synchrotron et de neutrons, champs et lasers intenses), d'observation (missions spatiales, télescopes, moyens lourds pour les campagnes d'étude de la Terre ou de l'environnement) ou d'information en réseau (ADONIS). Les TGIR sont aussi des très grandes bases de données ou infrastructures de calcul. Ce sont également des réseaux d'instruments de pointe. Les TGIR permettent enfin de développer les moyens expérimentaux nécessaires à la simulation des écosystèmes. Lieux d'excellence de la recherche scientifique, les TGIR assurent les gains d'échelle qui font la pertinence scientifique et la visibilité mondiale des régions concernées (Grenoble avec l'ILL, l'ESRF, l'EMBL ; Orsay/Saclay avec SOLEIL, LULI, le projet ILE, l'IDRIS (Centre de Calcul Intensif Jacques Louis Lions) ; Rhône-Alpes avec le CERN ; Toulouse pour les activités spatiales). Mondialement attractifs, ils favorisent la création et l'animation de communautés hautement spécialisées, provenant de toutes les disciplines.

Le CNRS, opérateur et agence de ces équipements pour le compte de la France (principalement en partenariat avec le CEA, mais aussi l'IFREMER et le CNES) se donne pour mission de contribuer à la définition au long cours de ces infrastructures et de mobiliser les moyens nécessaires afin de procurer aux chercheurs français, à la communauté scientifique européenne et aussi aux industriels français et européens, des avantages décisifs dans la compétition mondiale en recherche fondamentale, en technologies avancées ou en innovations à retombées économiques et environnementales. Ils contribuent aussi à créer le cercle vertueux entre la formation, la recherche, l'innovation et le monde industriel.

#### *Actions contractualisées*

- Soutenir, animer et valoriser les TGIR où la recherche française doit être présente, infrastructures actuelles ou futures, et mettre en place un état de leur utilisation par les laboratoires liés au CNRS, à l'Université ou à des partenaires étrangers.
- Maintenir au premier plan de la recherche mondiale les installations d'excellence, par une R&D soutenue et des plans d'amélioration réguliers.
- Développer la mise en réseau d'instruments de pointe et de plateformes technologiques à vocation nationale en les insérant dans le contexte européen (nanotechnologie, microscopie électronique, sondes atomiques, spectrométrie de masse, RMN, simulation d'écosystèmes ...).

## Direction Générale

### XII. SOUTENIR LA CREATIVITE DU CHERCHEUR

Le CNRS s'engage à encourager ses équipes de recherche à répondre aux événements inattendus, à concrétiser les avancées dans des domaines non programmés, sur des sujets aux frontières, ou risqués, véritables ruptures conceptuelles qui conduisent à de grands bouleversements et ne peuvent être anticipées.

#### *Actions contractualisées*

- Dégager sur ses ressources le volume minimum de financement nécessaire pour soutenir les idées non prévues. Une fois ces idées concrétisées, identifier celles qui auront vocation à être soutenues sur le long terme et dans le cadre des appels à projets (ANR, Europe...).
- Utiliser les outils à la disposition du CNRS (financiers et en matière de ressources humaines) pour soutenir les chercheurs impliqués dans ces avancées scientifiques majeures.

La société en réseau

Origine et maîtrise de la  
matière, Nanosciences,  
Nanotechnologies

Le développement durable  
au service de l'Homme

**OBJECTIFS ET REPERES GENERAUX**

Pour la période 2009-2013, l'engagement global du CNRS sur ces douze critères se concrétise dans la réalisation des actions contractualisées qui permettront une évaluation *a posteriori* de l'efficacité du CNRS dans l'atteinte de ses objectifs.

Le CNRS se donne de plus des objectifs globaux pour mesurer les effets des actions qui viennent d'être passées en revue. Ils sont complémentaires les uns des autres. Chacun d'entre eux est repéré au moyen d'un indice approprié, disponible dès aujourd'hui et admis par la communauté de l'évaluation.

<i>Objectifs généraux</i> Repères généraux	2007	2013	Variation annuelle
<i>1) Engagement global du CNRS.</i> Nombre d'actions scientifiques accomplies sur les 56 contractualisées.	0	42 accomplies + 7 largement entamées	
<i>2) Production de connaissance au meilleur niveau international.</i> Nombre de publications répertoriées <sup>1</sup> des unités soutenues <sup>2</sup> par le CNRS.	25 589 (en 2006)	29 400	+ 2,0 %
<i>3) Impact moyen relatif par rapport à l'EER.</i> Impact moyen correspondant à l'impact total rapporté au nombre de publications	1,04	1,1	+1,0 %
<i>4) Haut niveau d'interdisciplinarité.</i> Taux de co-signatures de publications répertoriées par des unités soutenues <sup>2</sup> par des Instituts <sup>3</sup> du CNRS différents.	9,3 %	10,8 %	+ 2,5 %
<i>5) Soutien à l'innovation.</i> Nombre de licences d'exploitation signées dans l'année dans les unités propres ou associées (brevets, savoir-faire et logiciels).	88	125	+ 6,0 %
<i>6) Contribution à la formation à et par la recherche.</i> Nombre de doctorants / nombre de chercheurs et enseignants-chercheurs permanents dans des unités soutenues <sup>2</sup> par le CNRS	0,6	0,7	+ 3,0 %
<i>7) Contribution à l'Espace Européen de la Recherche.</i> Taux de co-signatures de publications répertoriées par des unités soutenues par le CNRS et des laboratoires de l'Espace européen de la recherche (France exclue).	32 % (en 2006)	42 %	+ 4,0 %
<i>8) Attractivité de la recherche française.</i> Taux de chercheurs nouvellement recrutés et venant de l'étranger	23 %	25 %	+ 2,0 %

*Les tableaux d'indicateurs et leurs valeurs feront l'objet d'un travail de finalisation entre le CNRS et ses tutelles pour être soumis au prochain Conseil d'Administration.*

<sup>1</sup> Source : Thomson Reuters/Scientific, traitement CNRS/IPAM (hors SHS et hors recherche médicale).

<sup>2</sup> Entendre : soutenues par le CNRS et ses Instituts au titre de leurs actions d'opérateur ou d'agence de moyens.

<sup>3</sup> Pour les années antérieures à 2009, entendre : Départements scientifiques.

## A propos des repères généraux

### 1) Engagement global du CNRS.

Pourcentage d'actions accomplies.

Le CNRS considèrera avoir rempli son engagement sur les 56 actions contractualisées qui ont été indiquées, si en 2013, *les trois quarts d'entre elles sont accomplies (42) et si un huitième le sont largement entamées (7)*. Sur une durée de 5 ans, il est efficient pour la Recherche Française qu'un volant marginal d'objectifs (10%) soit abandonné, en concertation avec l'Etat, au profit d'études non planifiées. Cela reflète la capacité de réactivité et de souplesse du CNRS pour répondre aux événements inattendus.

### 2) Production de connaissance au meilleur niveau international.

Nombre de publications répertoriées des unités soutenues par le CNRS.

Le premier résultat de la production de nouvelles connaissances par la recherche est leur publication à l'usage de l'ensemble de la communauté scientifique. Il importe donc de suivre l'ampleur de cette production telle qu'elle est répertoriée par un office bibliographique indépendant et internationalement reconnu.

### 3) Impact des publications.

Impact moyen des publications répertoriées des unités soutenues par le CNRS.

Au-delà du nombre de ces publications, il importe de suivre un indicateur de leur pertinence sur la scène mondiale. L'impact moyen d'un ensemble de publications est le nombre de citations (dans un panel de revues de haut niveau établi par un office indépendant) par exemple pendant l'année 2007, accordées aux articles publiés au cours des deux années précédentes, soit en 2005 et en 2006.

### 4) Haut niveau d'interdisciplinarité.

Taux de co-signatures de publications répertoriées par des unités soutenues par des Instituts différents.

Les idées nouvelles et originales surgissent souvent au contact entre des compétences diverses qui se rencontrent sur un même terrain ou une même problématique. La pluridisciplinarité du CNRS favorise une telle interdisciplinarité. Mais les usages internationaux de l'évaluation reposent encore sur des critères strictement disciplinaires et ils ne traduisent pas en mesures tangibles cette condition pourtant si favorable. C'est pourquoi le CNRS met en avant un indice indirect mais probant que sa structure propre, en Instituts, permet d'établir.

### 5) Soutien à l'innovation.

Nombre de licences d'exploitation signées dans l'année dans les unités propres ou associées (brevets, savoir-faire et logiciels).

Les retombées économiques de la recherche touchent directement la société et constituent un résultat tangible pour le public. Le retour économique vers les organismes de recherche est de plus un soutien direct de la recherche. Le nombre de licences d'exploitation est un repère global largement admis, mais partiel : la recherche conduit en effet à l'ouverture de nouveaux pans de l'économie, moins facilement quantifiables à court terme et peu prévisibles *a priori*, comme ce fut le cas de l'impact de la découverte de la magnétorésistance géante sur le développement des mémoires informatiques.

### 6) Contribution à la formation à et par la recherche.

Nombre de doctorants/ nombre de chercheurs et enseignants-chercheurs permanents dans des unités soutenues par le CNRS.

La formation à la recherche des futurs chercheurs et enseignants-chercheurs, ainsi que la formation par la recherche de la prochaine génération de citoyens est une mission fondamentale du CNRS dans son appui à l'Université.

### 7) Contribution à l'Espace Européen de la Recherche.

Taux de co-signatures de publications répertoriées par des unités soutenues par le CNRS et des laboratoires de l'Espace européen de la recherche (France exclue).

La qualité et l'originalité de la recherche nationale sont gouvernées par ses liens avec celle des autres pays européens. De plus, l'association du CNRS avec les organismes de recherche et les grandes universités européennes renforce son rôle structurant en France comme en Europe. Les données bibliométriques offrent dès aujourd'hui un indicateur maîtrisé, mais sans doute trop global. Elles sont complétées au quotidien par la panoplie du suivi de l'action européenne du CNRS.

### 8) Attractivité de la recherche française.

Taux de chercheurs nouvellement recrutés et venant de l'étranger.

Ce taux permet le suivi des effectifs de nationalité étrangère dans la population des chercheurs statutaires.



## **LE CNRS**

**2009-2013 :**

**UNE ORGANISATION EN MOUVEMENT**

## OBJECTIFS ET ENJEUX

### DE LA REFORME D'ORGANISATION DU CNRS

Dans un contexte de profonde mutation du paysage de la recherche française, le contrat du CNRS avec l'Etat pour la période 2009-2013 doit relever un double défi : accélérer le déploiement de sa stratégie scientifique tout en menant à bien la réforme de l'organisation de l'établissement.

Avec pour objectif, en termes d'organisation, l'amélioration permanente de l'efficacité du dispositif de recherche et des modes de partenariats qu'il irrigue, **la cible que se donne le CNRS, à l'issue de ce contrat avec l'Etat (2013), est d'être, dans ses relations avec les universités davantage agence de moyens qu'opérateur.** Il conduira cette évolution structurelle selon quatre grands principes de réforme :

1. **Une priorité accrue** à la fonction de pilotage scientifique des unités de recherche, et en particulier des unités mixtes de recherche (UMR) cœur du partenariat avec les universités. Ce **recentrage** passe notamment par de nouveaux outils de gestion financière des unités, en liaison avec la loi LRU dans les Universités.
2. La **responsabilisation** des acteurs par la création d'Instituts en charge de la prospective et de la programmation
3. La **focalisation** de la Direction du CNRS<sup>4</sup> sur la vision stratégique et l'anticipation, les grands arbitrages, l'animation des Instituts et de la pluridisciplinarité, à l'intérieur du CNRS à travers les **Pôles transverses**, et avec ses partenaires à travers les **Alliances** d'organismes
4. La **conception** et la **participation** à la mise en œuvre de nouveaux dispositifs de valorisation de la recherche en France.

Ces évolutions auront nécessairement un impact sur la structure centrale du CNRS, les directions qui la composent et leurs missions ; en particulier :

- La gestion des **ressources humaines** deviendra un outil stratégique au service d'une vision prospective des besoins de l'organisme en termes de compétences, et de détection et gestion des talents ;
- L'évolution des modalités de **partenariat** aux niveaux **national** et **international**, et l'accompagnement du processus de délégation globale aux universités de la gestion financière d'UMR qui y sont hébergées, seront des priorités nouvelles.

Enfin, une recomposition de l'**ancrage régional** du CNRS sera conduite autour de trois objectifs :

- La représentation stratégique du CNRS dans les régions pour le pilotage des partenariats locaux, les relations institutionnelles et scientifiques, et la valorisation.
- L'animation scientifique des sites (sites propres, campus, hôtels à projets)
- La réactivité et la productivité des fonctions supports à la recherche (ressources humaines, finances, gestion immobilière, informatique, achats, etc.).

---

<sup>4</sup> Afin de simplifier la suite du texte, nous désignons par "direction du CNRS", le binôme "Président – Directeur général" dont la répartition des fonctions est définie dans le décret du CNRS (décret n°82-993 du 24 novembre 1982 modifié portant organisation et fonctionnement du Centre national de la recherche scientifique)

## I. LE RECENTRAGE SUR LA FONCTION DE PILOTAGE SCIENTIFIQUE DES UMR EN PARTENARIAT AVEC LES UNIVERSITES

Généraliste, le CNRS couvre l'ensemble des champs de la connaissance scientifique. Conçue pour organiser la multidisciplinarité et mettre en œuvre l'interdisciplinarité, son organisation doit lui permettre d'être un intégrateur efficace de savoirs et de compétences, condition indispensable au succès de la recherche fondamentale et à sa capacité à répondre aux grands enjeux scientifiques et sociétaux d'aujourd'hui et de demain.

Afin de contribuer activement à la **montée en puissance des acteurs de site que sont les universités**, le CNRS doit assurer les deux missions complémentaires **d'agence de moyens et d'opérateur en clarifiant, pour chacune, leur périmètre d'action et en faisant évoluer leur poids respectif** à l'horizon des cinq prochaines années, et au delà.

Cette clarification doit également permettre de simplifier la tutelle des unités et des laboratoires de recherche, avec une cible de deux tutelles au maximum par unité, une tutelle locale et une tutelle nationale. Ainsi débarrassé des lourdeurs administratives, le copilotage scientifique par les opérateurs CNRS et universitaires s'en trouvera dynamisé.

### A. • Un partenariat stratégique renforcé avec les universités

Le CNRS entend conforter son dialogue stratégique avec les universités qu'elles soient grandes universités de recherche pluridisciplinaires ou établissements avec des niches d'excellence. Il se doit ainsi de soutenir **une émulation positive entre les universités**.

Ce dialogue se développera au niveau des directions d'établissements afin d'identifier les objectifs à réaliser en commun. Ce constat d'une convergence stratégique sera matérialisé dans un accord entre établissements inscrivant dans la durée leur partenariat, accord nécessairement distinct du contrat quadriennal entre l'université et son ministère de tutelle, que les établissements de recherche n'ont plus vocation à signer. Les décisions de création, de maintien ou de suppression d'unités conjointes résulteront de ce constat, tout en maintenant le principe de l'unicité du statut des UMR.

Le CNRS définira une charte signée avec la CPU pour une feuille de route commune des actions de co-pilotage et de suivi des unités.

Les partenariats s'appuieront sur une politique conjointe de ressources humaines fondée sur une analyse partagée de l'évolution des compétences et des métiers de la recherche et sur le partage d'objectifs de recrutement. Dans ce cadre, les "**Chaires CNRS-Enseignement supérieur**" constituent un nouvel outil significatif dans la mise en œuvre conjointe du potentiel de recherche, au même titre que les accueils en délégation.

Ce partenariat stratégique renouvelé devra aussi être plus sélectif. Le CNRS anime un réseau d'environ 1 100 laboratoires dont actuellement 87% en partenariat. La condition pour que ce réseau reste au meilleur niveau mondial est qu'il soit vivant, c'est-à-dire que des laboratoires en sortent, pour que d'autres puissent y entrer afin que des projets innovants émergent.

Pour permettre cette respiration vitale du réseau de laboratoires, deux efforts devront être menés de front, à partir d'une vision partagée avec les partenaires du CNRS, alimentée par les évaluations indépendantes de l'AERES et après consultation et avis, au sein du CNRS, des différents étages, sections et conseils scientifiques, du Comité National de la Recherche Scientifique (CoNRS) :

- le CNRS se désengagera des unités où il se contentait d'apporter son label sans réelle volonté d'y contribuer ;



- sur une logique de soutien à l'excellence (sur la base des évaluations des unités (AERES)) ou de cohérence nationale, des laboratoires quitteront le réseau CNRS.

### **B. • Une intervention croissante en tant qu'Agence de Moyens**

Conformément aux recommandations de la commission d'Aubert de 2008, le CNRS adopte comme principe d'organisation que la gestion financière des laboratoires mixtes sur les sites universitaires doit revenir à terme à l'établissement hôte, la gestion par un organisme national devant être l'exception.

Le CNRS conduira une stratégie de délégation progressive de cette gestion financière en s'adaptant au rythme de l'émergence effective de centres universitaires autonomes qui respectent le cahier des charges d'une gestion bénéfique pour les laboratoires.

**Vis-à-vis de ces laboratoires mixtes à gestion financière globale universitaire, le CNRS jouera un rôle d'agence de moyens, apportant un concours humain et financier aux différents laboratoires, tout en restant tutelle scientifique. Ce rôle consistera à :**

- *partager le pilotage scientifique* du laboratoire pour assurer son insertion dans les réseaux nationaux et internationaux de recherche ; ceci correspond à la "mixité scientifique" entre un organisme national et une université qui favorise l'efficacité du système français de recherche. A cet égard, les partenaires assureront un suivi régulier des UMR (par des entretiens stratégique/moyens réguliers)
- *affecter des moyens humains* (chercheurs, ingénieurs et techniciens) ; les personnels du CNRS resteront employés et gérés par la Direction Générale de l'organisme quelle que soit leur affectation ;
- *attribuer des moyens financiers* (fonctionnement ou équipement, soutien à la valorisation) *et technologiques* (accès à des plateformes mutualisées nationales).

### **C. • Un rôle d'opérateur structurant au niveau national**

Par sa capacité reconnue d'organisation à l'échelle de notre pays et de l'Europe, le CNRS a également une fonction d'opérateur de recherche dans la construction et la gestion de plateformes, de grands équipements, d'infrastructures de recherche internationales et de grands laboratoires à vocation structurante et/ou multi- et interdisciplinaire, et donc de **rationalisation et d'optimisation des investissements** correspondants.

**Le rôle d'opérateur du CNRS se concentrera sur deux types d'unités dont il continuera à assurer la gestion financière et scientifique :**

- Des laboratoires pour lesquels une co-gestion restera souhaitée par le partenaire (université, école, industrie, fondation ... ) ;
- Des laboratoires structurants au niveau national, déterminés selon cinq critères :
  1. Laboratoires opérant des **équipements d'intérêt collectif** : plateformes, Très Grands Equipements, unités à fortes exigences techniques, etc. ;
  2. La création de lieux favorisant l'**émergence interdisciplinaire** : hôtels à projets, incubation d'unités sur des projets à risque et/ou émergents, etc., le CNRS n'ayant pas l'exclusivité de cette démarche
  3. L'investissement dans des **niches scientifiques** dont la gestion et le pilotage par un seul établissement d'enseignement supérieur ne pouvant trouver leur justification dans les missions d'enseignement ;

4. Le rôle d'**intégreur national** de certains laboratoires qui jouent le rôle de tête de pont d'un réseau de laboratoires en **Europe** et à **l'international** ;
5. Le besoin d'**investissement sur très longue durée** pour des sujets à long terme revus périodiquement.

**D. • Une organisation et des outils spécifiques pour faire vivre l'interdisciplinarité : CID, Soutiens Croisés Interdisciplinaires (SCI), Pôles, etc.**

L'interdisciplinarité doit se construire de façon institutionnelle à tous les niveaux du CNRS, respectivement celui des personnels qui doivent s'y engager sans restriction, des laboratoires qui la font vivre sur le terrain, des Instituts et de la Direction Générale :

- les *Commissions interdisciplinaires* (CID) auront un pouvoir accru pour le suivi des personnels chercheurs qu'elles ont recrutés et des laboratoires interdisciplinaires qui les accueillent.
- *Les Soutiens Croisés Interdisciplinaires (SCI)* qui donnent la capacité à une unité de recherche (propre, mixte, gérée par le CNRS ou un tiers) de dépendre de plusieurs Instituts du CNRS :
  - o un *Institut* du CNRS dit "*référent*" consolide l'action de l'ensemble des Instituts concernés par l'activité de l'unité interdisciplinaire
  - o *les autres Instituts du CNRS* attribuent des moyens à cette unité avec un suivi scientifique identique à celle des unités dont ils sont référents. Ces financements croisés d'unités pluri-rattachées à des Instituts du CNRS sont comptabilisés (cf. II.B.1) dans les Soutiens Croisés Interdisciplinaires, quel que soit le mode de gestion de l'unité<sup>5</sup>
- les trois *Pôles transverses interdisciplinaires placés auprès de la Direction Générale*, seront les véritables intégreurs des disciplines développées dans les Instituts (cf. III.A), supervisant tous les outils qu'ils soient à sa main (structures et programmes transverses) ou à ceux des Instituts (Soutiens Croisés Interdisciplinaires) ou du Comité national (CID)

**II. LA RESPONSABILISATION DES ACTEURS PAR LA CREATION D'INSTITUTS EN CHARGE DE LA PROSPECTIVE ET DE LA PROGRAMMATION**

**A. Les Instituts du CNRS**

La nouvelle structuration du CNRS qui fait évoluer l'ensemble des Départements scientifiques en **Instituts** répond à **trois grands objectifs** :

1. **Garantir l'efficacité de la fonction de programmation de la Recherche**
  - En assurant la proximité avec les chercheurs par une connaissance de terrain des laboratoires et le co-pilotage scientifique des UMR
  - En animant un maillage à tous les échelons (régional, national, européen et international)
  - En étant à même d'assurer la cohérence du dispositif avec les objectifs stratégiques de l'Etat.
2. **Assurer la lisibilité de l'organisation** en prenant en compte la nature disciplinaire, *dans le monde entier*, des formations et des enseignements dans les universités.

---

<sup>5</sup> , i.e. que le CNRS y agisse financièrement en tant que fonction d'agence de moyens ou d'opérateur.

### 3. **Pouvoir prendre en charge, suite à une demande de l'État au CNRS, des missions de coordination nationale dans un domaine de recherche.**

**Dix Instituts du CNRS seront créés auprès de la Direction Générale**, après avis des instances du CNRS, pour répondre à des **enjeux scientifiques majeurs, disciplinaires et méthodologiques**, tels que définis dans le plan stratégique de l'établissement :

- Chimie
- Ecologie et Environnement
- Physique
- Physique Nucléaire et Physique des Particules
- Sciences Biologiques
- Sciences Humaines et Sociales
- Sciences Mathématiques et leurs interactions
- Sciences de l'Ingénierie et des systèmes
- Sciences informatiques et leurs interactions
- Sciences de l'Univers.

Ces Instituts pourront avoir des liens privilégiés avec d'autres organismes de recherche à l'image des liens formalisés dans le cadre de l'Alliance nationale pour les sciences de la vie et de la santé, véritable mise en œuvre d'une coordination des sciences du vivant et de la santé entre le CNRS, l'Inserm, le CEA, l'Inra, l'Inria, l'IRD, l'Institut Pasteur et la CPU.

Les Instituts du CNRS répondront à des grands principes d'organisation et de fonctionnement communs, ainsi qu'à des modalités adaptées aux spécificités de chacun.

## **B. Les principes communs des Instituts du CNRS :**

### **1. Missions des Instituts**

- Les Instituts du CNRS **animent**, dans leur champ disciplinaire, **un réseau d'unités de recherche** pour lesquels le CNRS est soit **agence de moyens** quand l'ensemble des moyens financiers des unités sont gérés par un autre établissement (université, école, etc.), soit **opérateur** si le CNRS continue à les gérer. Les budgets attribués à ces deux fonctions ne seront pas fongibles. De ce point de vue, **le traitement de la mixité scientifique sera identique pour toutes les unités** et ne sera pas relié à l'identité du gestionnaire financier.
- Chaque Institut proposera dans son contrat d'objectifs avec la Direction du CNRS sa stratégie pluriannuelle et ses objectifs quantifiés d'investissements dans les différentes fonctions décrites ci-dessus. Ce contrat pourra puiser dans une palette d'instruments d'intervention (voir Annexe 1).
- Chaque Institut proposera dans son contrat d'objectifs avec la Direction du CNRS sa stratégie pluriannuelle interdisciplinaire, en particulier son quota minimum de moyens pour l'attribution de moyens croisés d'unités (i.e. « *Soutiens Croisés Interdisciplinaires* », cf. supra I.D)
- Les missions de coordination ou de représentation nationale, confiées par l'État au CNRS dans un domaine (ou la participation à une instance de coordination inter-organisme à laquelle de telles missions seraient confiées), pourront être déléguées par la Direction du CNRS aux Instituts :
  - Coordination des programmes de recherche et de la réflexion prospective d'organismes de recherche en France associant les établissements d'enseignement supérieur

- Coordination de l'interface avec les partenaires industriels
- Coordination de l'interface avec la société (grand public, société civile, politiques) notamment les aspects pluri- et inter-disciplinaires du dialogue sur les thèmes émergents
- Coordination et articulation des modes de fonctionnement d'organismes de recherche en France (recrutement, appels à projet et leur évaluation,...)
- Gestion du financement et de l'exploitation de grands équipements, instruments et plateformes partagés (centres de ressources, moyens de traitement et de calcul, bibliothèques, unités de services,...)
- Élaboration et mise en œuvre d'une politique de coordination régionale et de développement de pôles régionaux spécialisés par domaines (fédérations,...)
- Animation de réseaux nationaux (communautés de chercheurs, ...)
- Représentation de la France auprès d'instances internationales ou au sein de projets internationaux.

## **2. Instances de Direction et Conseils des Instituts**

- Le Directeur d'Institut est nommé par le Président du CNRS sur proposition d'un Comité international de détection et de sélection. Cette responsabilité devra être assumée par des personnalités scientifiques reconnues internationalement.
- Les directions et équipes de direction des Instituts sont implantées au siège du CNRS pour favoriser les interactions entre Instituts et la consolidation de leurs priorités au niveau de l'organisme. Les directeurs des Instituts font partie du comité de Direction du CNRS.
- Les Instituts sont dotés d'un Conseil scientifique, partie intégrante du CoNRS, composé à parité de scientifiques élus au scrutin plurinominal à un tour et nommés, notamment d'étrangers, qui conseille en permanence et de manière prospective sur la pertinence et l'opportunité des projets et activités proposés par la direction de l'Institut.
- Si l'Institut assure des missions nationales confiées par l'Etat au CNRS, un Comité de coordination nationale est mis en place afin d'associer les représentants des divers organismes impliqués, des universités et des industriels.

## **3. Grands principes de fonctionnement**

- Les Instituts du CNRS, qu'ils aient ou non une mission nationale, ne sont pas dotés de la personnalité morale.
- La Direction Générale du CNRS (cf. III.A) décide des budgets et des moyens des Instituts, dans le cadre de Contrats d'Objectifs et de Moyens avec chacun d'entre eux.
- Ces contrats précisent les enveloppes budgétaires globales allouées aux Instituts, respectivement aux titres d'agence de moyens et d'opérateur du CNRS, enveloppes non fongibles entre elles. Les contrats détermineront aussi la proportion des moyens consacrés aux Soutiens Croisés Interdisciplinaires de chacun des Instituts. Ils indiqueront la manière dont les Instituts prennent en compte l'excellence scientifique dans leurs mécanismes d'attribution des moyens.

- Dans le cadre de la politique partenariale du CNRS, l'Institut instruit les dossiers avec les universités afin de proposer sa déclinaison de la politique de partenariat et ses politiques de sites qui sont arbitrées globalement par la Direction Générale du CNRS.

### III. LA FOCALISATION DE LA DIRECTION DU CNRS SUR LA VISION STRATEGIQUE, L'ANTICIPATION ET L'ANIMATION DES INSTITUTS

#### A. Une gouvernance resserrée

La gouvernance du CNRS, resserrée autour de son comité de Direction, est garante de l'excellence scientifique, du dialogue entre les disciplines et de la prospective, conditions nécessaires aux ruptures scientifiques et technologiques.

La gouvernance du CNRS aura, notamment, la responsabilité<sup>6</sup> :

- de l'élaboration du Plan stratégique de l'établissement et de la négociation, avec l'Etat, de son contrat pluriannuel d'objectifs.
- de la répartition du budget de l'établissement que l'Etat attribue globalement à l'établissement (moyens humains et financiers), la politique de gestion des ressources humaines, la modernisation et la simplification de l'appui apporté aux laboratoires, la coordination et la consolidation de la politique partenariale nationale et internationale de l'organisme, la communication et l'administration du Centre

#### B. Les pôles scientifiques transverses

La structuration du CNRS en Instituts disciplinaires et la délégation de la gestion financière des laboratoires aux universités pourraient être à l'origine d'une fragmentation excessive de la Recherche en France qui irait à l'encontre des objectifs et des besoins de la Société. Les grands défis de la science reposent en effet au moins autant, sinon plus, sur l'intégration des disciplines que sur leurs progrès intrinsèques. Il s'agit désormais de **répondre de plus en plus à des enjeux majeurs auxquels les sociétés et les économies modernes font face** : d'une part l'enjeu du vieillissement des populations dans les pays développés, l'enjeu de la limitation des ressources et des capacités de la planète à se régénérer, d'autre part une population planétaire toujours croissante et plus urbaine, avec des besoins et des consommations constamment amplifiés.

Ces défis exigent une transdisciplinarité nouvelle et la mobilisation de réseaux de compétences internationaux ancrés sur des projets de site cohérents. Au sein du CNRS, cette **nécessité d'une vision transverse** sera assurée par une **structuration en trois Pôles** qui, **au sein de la Direction Générale de l'organisme**, exercent la mission d'**intégration scientifique**. Ces pôles découlent des grandes options transverses du Plan Stratégique :

- *Le développement durable au service de l'Homme*
- *Origine et maîtrise de la matière, nanosciences et nanotechnologies*
- *La société en réseau*

Chaque Pôle est porté par un *Directeur de Pôle, placé auprès du Directeur Général*, et membre du Comité de Direction du CNRS. Sans structure administrative propre, les Pôles se concentrent sur la conception et la supervision des politiques scientifiques transverses. Ils ont pour mission, en lien avec le Directeur général, de :

---

<sup>6</sup> tel qu'indiqué page 6 dans le Plan Stratégique "Horizon 2020" approuvé le 1<sup>er</sup> juillet 2008 par le conseil d'administration du CNRS

- participer à l'élaboration et au suivi des contrats d'objectifs et de moyens des Instituts,
- piloter les outils d'interdisciplinarité (programmes interdisciplinaires, hôtels à projets interdisciplinaires...) et s'assurer que les processus d'allocation des moyens favorisent les laboratoires aux interfaces entre Instituts, en particulier par la supervision des moyens ciblés par les Instituts pour les Soutiens Croisés Interdisciplinaires.
- superviser les structures scientifiques et techniques transverses (MRCT, TGIR, Institut des sciences de la communication, IST, réseaux de plateformes...),
- suivre le travail des Commissions interdisciplinaires (CID)
- préparer les arbitrages du Directeur général sur les grandes opérations structurantes pluridisciplinaires.

**La Direction Générale et les directeurs de Pôles s'appuient, pour la définition des politiques scientifiques transverses, sur le Conseil scientifique du CNRS** qui, par ailleurs, conserve toutes ses missions statutaires.

En outre, pour marquer l'importance que doit prendre la gestion des **ressources humaines**, outil stratégique de vision prospective des besoins et de détection et gestion des talents, et assurer la nécessaire évolution des processus dans leur ensemble, une **Direction Générale Déléguée aux Ressources Humaines et aux Fonctions Supports** remplace le Secrétariat général actuel. Celle-ci supervise, entre autres, une **Direction des Ressources Humaines** responsable de la gestion de l'ensemble des personnels du CNRS qui verra sa mission renforcée (suivi des personnels, meilleure détection des talents, etc.) dans le respect du principe général d'une gestion unique de l'ensemble du personnel du CNRS. Elle est également en charge de la mise en œuvre d'un plan de modernisation de la gestion détaillé dans l'annexe 4.

Enfin, l'évolution des modalités de partenariat et les enjeux liés à la réflexion à mener en matière de valorisation justifie la création d'une **Direction de l'Innovation et des Partenariats**, simplifiant la structuration actuelle du CNRS. Cette direction définit et s'assure de la mise en œuvre de la **politique de partenariats, publics et privés, régionaux, nationaux et internationaux**, et de **valorisation** de l'établissement. En particulier, elle impulse, coordonne et consolide les réflexions des Instituts sur la gestion financière des unités par les universités (sélection des unités, cadencement, modalités,...).

### **C. La représentation stratégique du Centre en région**

La montée en puissance des acteurs de site (universités, écoles, collectivités territoriales) et leur structuration (PRES, pôles de compétitivité, RTRA...) imposent que le CNRS soit présent **au meilleur niveau institutionnel** dans chaque région afin de pouvoir **engager de façon réactive et institutionnelle l'établissement** dans les politiques de site qui s'élaborent.

Pour cela, le Directeur Général **peut confier à des membres du comité de direction**, des missions de représentation l'organisme dans ses échanges et négociations avec les décideurs locaux, avec le pouvoir d'engager le CNRS.

A côté de cette représentation stratégique ponctuelle, le CNRS continue à disposer, en s'appuyant sur les délégués régionaux du CNRS, d'un maillage de représentation régionale qui fait vivre au quotidien son partenariat local, assure la montée en puissance de la fonction ressources humaines et matérialise les gains de productivité dans le support aux unités de recherche.

**OBJECTIFS ET REPERES GENERAUX**

Pour la période 2009-2013, l'engagement global du CNRS sur l'organisation sera suivi sur la base des repères suivants permettant de mesurer l'atteinte des objectifs :

<i>Objectifs généraux</i> Repères généraux	Valeur initiale 2009	Valeur cible en 2013 Ou jalon	Variation annuelle
1) <i>Mise en place effective de la nouvelle organisation</i> (jalons fin 2009) (détail en annexe) et audit de son bon fonctionnement	N/A	Fin 2009  2012	
2) <i>Mise en place effective de la mission d'agence de moyen à l'égard des universités</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• fraction des universités (et écoles) avec lesquelles existe une convention de partenariat ; nombre d'UMR concernées</li> <li>• définition d'un mécanisme de co-pilotage des unités avec ces universités ; mise en place d'une politique RH concertée et nombre de chaires CNRS-université</li> <li>• taux des UMR (%) bénéficiant dans l'année d'un entretien stratégique/moyens avec ses deux tutelles</li> <li>• Nombre d'UMR en délégation globale de gestion financière à l'université et fraction des dotations leur revenant</li> </ul>			
3) <i>Mise en œuvre de la pluridisciplinarité</i> Fraction du budget des Instituts versée à des unités rattachées à titre principal à d'autres instituts			
4) Taux de réalisation du schéma pluriannuel de stratégie immobilière (y compris respect des objectifs du Grenelle de l'Environnement)			
5) <i>Promouvoir la mobilité hors CNRS</i> nombre de personnes concernées, pour le secteur académique et pour le secteur économique			

*Les tableaux d'indicateurs et leurs valeurs feront l'objet d'un travail de finalisation entre le CNRS et ses tutelles pour être soumis au prochain Conseil d'Administration.*



## **LE CNRS**

**2009-2013 :**

**LES POLITIQUES TRANSVERSES DU CNRS**



## I. LES RESSOURCES HUMAINES

Relever les défis scientifiques et atteindre les objectifs ambitieux que le CNRS se fixe dans les années à venir, repose sur l'excellence et la motivation de ses ressources humaines et sur la qualité de l'environnement dans lequel elles évoluent. Ainsi, la politique de gestion des ressources humaines du CNRS se doit d'être dynamique, compétitive et au service tant de la politique scientifique que de la créativité des chercheurs et des laboratoires. Cette ambition ne peut se réaliser sans proposer des carrières attractives et garantir un parcours permettant l'épanouissement des compétences en prenant en compte la diversité des statuts et des parcours professionnels.

Le CNRS construit donc une stratégie sur le long terme, au service de ses objectifs scientifiques et en convergence avec celle des autres acteurs, organismes, universités. La politique de gestion des ressources humaines du CNRS doit à la fois, garantir la liberté et l'autonomie, en particulier au travers de l'évaluation des chercheurs par leurs pairs (comité national) permettant la créativité et la prise de risque en matière de recherche, maintenir au meilleur niveau les compétences techniques des ingénieurs et techniciens et consolider l'efficacité des fonctions supports en valorisant le fonctionnement collectif et en assurant la même qualité de gestion et de suivi des agents quelle que soit leur affectation.

Concertée avec les partenaires, cette politique mise sur une évolution des métiers et des compétences de tous les acteurs, qu'il faudra définir, planifier et accompagner dans le respect des carrières. Celle-ci sera organisée autour de trois idées : anticiper les évolutions, responsabiliser et motiver tous les acteurs et agir de telle sorte que chacun s'approprie les options stratégiques.

### *Actions contractualisées*

- Mettre en œuvre un plan pluriannuel de gestion prévisionnelle de l'emploi et des compétences pour répondre aux grandes priorités de recherche et permettre l'évolution des métiers et des compétences nécessaires à la bonne réalisation des programmes de recherche.
- Proposer aux personnels un parcours qui soit en adéquation à la fois avec les objectifs du CNRS et leurs aspirations personnelles dans tous les aspects de leur vie professionnelle (carrière, formation, mobilité, rémunération...).
- Assurer une gestion et un dialogue de qualité en passant par une professionnalisation des acteurs et des outils ainsi qu'une communication interne dynamisée.
- Recruter au meilleur niveau mondial et promouvoir la mobilité.
- Poursuivre l'amélioration des carrières et des politiques de modulation indemnitaires.
- Intégrer la politique européenne en matière de ressources humaines pour les chercheurs, fondée sur la charte et le code.
- Prévenir les difficultés professionnelles en généralisant les dispositifs de suivi individuel des personnels en difficulté professionnelle (dispositif chercheur et dispositif ITA).

## **II. LA CONCEPTION ET LA PARTICIPATION A LA MISE EN ŒUVRE D'UN NOUVEAU DISPOSITIF DE VALORISATION DE LA RECHERCHE EN FRANCE**

L'économie de la connaissance repose, entre autres, sur la capacité pour une économie à créer et à utiliser les connaissances pour la production de biens et de services. De plus, la maîtrise de la technologie et celle de l'innovation constituent des facteurs clefs du développement économique et durable. La protection de la propriété intellectuelle ainsi que les différents processus de transfert de technologie des découvertes issues de la recherche publique sont de fait des enjeux majeurs pour l'économie du pays.

La recherche publique française génère chaque année plusieurs centaines de brevets dispersés dans de nombreux portefeuilles régionaux ou nationaux, dont la propriété est répartie au sein des établissements, les deux plus importants étant ceux du CNRS et du CEA. Dans un environnement concurrentiel mondialisé, il convient d'organiser cette richesse nationale pour la rendre accessible et compétitive. Le CNRS, en associant ses partenaires publics aux accords qu'il a négociés avec les industriels, fait exploiter dès la première année de publication une très forte proportion de brevets (116 brevets exploités sur 284 brevets publiés entre juillet 2007 et juillet 2008). Dans le cas où il n'y a pas de partenaire industriel pour développer les résultats de la recherche, le CNRS contribue à la création d'entreprises en exploitant les possibilités de la loi sur l'innovation de 1999 (déjà près de 400 créations en 10 ans). L'efficacité du transfert de technologie des inventions publiques vers les entreprises repose sur trois facteurs clefs : la capacité à exploiter un portefeuille de brevets ayant atteint une taille critique ; une légitimité des intervenants reconnue par les chercheurs et leur permettant d'être en contact direct avec les laboratoires en amont et en aval du brevet ; et l'aptitude à rendre mature les technologies issues de la recherche afin de les rendre attractives pour les entreprises exploitantes. Le CNRS pourra apporter ce savoir-faire à l'effort d'accroissement global des ressources générées par la valorisation dans le cadre de son partenariat avec l'université.

Le CNRS doit, sur la valorisation comme sur la recherche, jouer son rôle dans le paysage national. Il peut, au travers de son contrat d'objectifs avec l'Etat et, en collaboration avec les établissements partenaires (organismes, universités, écoles) et des investisseurs publics et privés, apporter une contribution significative au transfert de technologie par cinq actions contractualisées.

### *Actions contractualisées*

- Construire une politique partenariale avec les grands groupes et les PME à travers des accords-cadres ou spécifiques à moyen ou long terme.
- Contribuer à la professionnalisation des services de valorisation de site, en général à l'échelle d'un PRES, en y apportant la combinaison de ses compétences localisées en région et de sa dimension d'opérateur national.
- Offrir aux établissements qui le souhaitent les services nécessaires à la gestion de leur patrimoine immatériel.
- Se fédérer à l'échelle européenne en définissant des sous portefeuilles de "grappes de brevets".
- Développer un mécanisme de mutualisation (de type Coface) pour la défense et la protection juridique de la propriété intellectuelle, et partager cette expérience avec les établissements de recherche publique.

### III. UNE CONTRIBUTION ACTIVE A LA CONSTRUCTION DE L'ESPACE EUROPEEN DE LA RECHERCHE

Le CNRS, le plus grand organisme de recherche en Europe, a intégré la dimension européenne dans sa stratégie scientifique, dès les années 1950. Il s'inscrit maintenant naturellement dans la « Stratégie de Lisbonne » lancée en 2000 par la Commission pour relever le défi de la mondialisation, en visant à transformer l'Union en une économie compétitive basée sur la Connaissance. En effet, les actions du CNRS alimentent en permanence l'atteinte des enjeux de la stratégie de Lisbonne qui repose sur le renforcement des trois piliers du « Triangle de la connaissance » : l'éducation, la recherche et l'innovation, et le lancement de l'Espace européen de la recherche, un vaste espace unifié promouvant le mouvement libre des connaissances.

Ainsi, le CNRS a contribué à la mise en place et au fonctionnement de plusieurs grandes infrastructures en partenariat avec d'autres organismes européens, a établi des conventions de coopération avec la plupart des organismes de recherche européens, a mis en place une palette d'outils diversifiés pour structurer dans la durée la collaboration de ses chercheurs avec leurs collègues européens et a participé massivement aux Programmes cadres de la Commission européenne. Il donne ainsi à ses chercheurs accès à toutes les compétences, les connaissances et les savoir-faire disponibles en Europe, leur assurant par là une place dans le peloton de tête de la compétition mondiale.

Aujourd'hui, un tiers des publications scientifiques du CNRS résulte d'une collaboration étroite avec ses partenaires européens, ce qui illustre l'impact important des partenariats européens du CNRS sur la créativité et la capacité d'innovation de ses chercheurs. Fort de cette expérience, le CNRS entend maintenir et renforcer son rôle dans la construction de l'Espace européen de la recherche, en incitant ses chercheurs à collaborer davantage et en structurant cette recherche transnationale autour de thématiques et de grandes infrastructures stratégiques par des accords assurant les moyens de leur développement. Tout en renforçant la créativité, la qualité et la compétitivité de la recherche nationale, ceci contribuera à l'émergence d'une communauté de recherche européenne, pouvant faire face aux défis scientifiques, économiques et sociétaux au plan national, européen et mondial.

#### *Actions contractualisées*

- Promouvoir la collaboration sur le terrain des chercheurs français avec leurs collègues européens sur des thématiques d'excellence locale.
- Structurer la collaboration dans la durée sur les thématiques stratégiques du CNRS en établissant des partenariats étroits avec les universités et organismes européens, des alliances stratégiques sur des thématiques prioritaires, sur des grandes infrastructures.
- Développer l'interopérabilité des systèmes de carrière, d'évaluation, de reconnaissance des chercheurs pour encourager la mobilité européenne.
- Entretenir et amplifier le dialogue avec la Commission européenne, aussi bien en direct qu'à travers des associations européennes telles que les Eurohorcs.
- S'engager dans la programmation conjointe lancée par la Commission et les Etats, pour coordonner la programmation du CNRS avec celle de ses partenaires européens.

#### IV. UNE POLITIQUE INTERNATIONALE OFFENSIVE

La réputation du CNRS à l'international peut se mesurer au travers de l'attractivité que représente l'organisme pour des chercheurs étrangers. Aujourd'hui 23% des embauches de chercheurs au CNRS reviennent à des étrangers, principalement européens. De plus, 52% des publications du CNRS sont cosignées par au moins un auteur issu d'un laboratoire étranger. Les outils mis en place par l'organisme : Programme international de coopération scientifique, Laboratoire international associé et Unité mixte internationale (avec une université étrangère) contribuent à structurer des collaborations qui s'inscrivent dans la durée tout en donnant une meilleure visibilité à ses actions. Ils sont porteurs de l'excellence de la recherche française. Une politique de choix et d'arbitrage de ces collaborations est menée par les Instituts, qui la proposent à la direction du CNRS. Les Directions des Relations Internationales et des Affaires Européennes consolident l'ensemble des propositions faites par les Instituts qui les proposent à la Direction du CNRS. Le Conseil de Politique Européenne et Internationale donne des avis sur la politique et la stratégie internationale de l'organisme en accord avec les grandes orientations de l'Etat. Les bureaux CNRS à l'étranger (moins d'une dizaine hors Europe) accompagnent le fonctionnement des structures mises en place et travaillent en étroite collaboration avec les services de l'Ambassade. Ils ont également une mission de « benchmarking » qui consiste à renseigner le CNRS sur l'organisation de la recherche publique et privée dans les pays concernés et à établir un contact personnalisé avec les structures locales, scientifiques et décisionnelles.

Les critères de choix de pays étrangers partenaires sont scientifiques (niveau scientifique du pays), mais ils peuvent être aussi économiques (par exemple l'importance des implantations de sociétés françaises dans le pays), ou culturels. S'il convient de maintenir le haut niveau de coopération avec les grands pays industrialisés ainsi qu'avec de nombreux autres pays de moindre taille, un effort portera sur deux pays considérés comme prioritaires : l'Inde et le Brésil, où devraient être créés des bureaux du CNRS. Il conviendra également de renforcer les bureaux existant afin de leur permettre de jouer effectivement leur rôle de bureau de zone (Washington pour l'Amérique du Nord, Tokyo pour le Japon, Taïwan et la Corée du Sud, Hanoï pour le Vietnam et l'Asie du sud-est, Moscou pour la Russie, le Caucase et les pays d'Asie centrale, Johannesburg pour l'Afrique du Sud et l'Afrique subsaharienne). La Chine, de par sa taille, suffit au bureau de Pékin.

##### *Actions contractualisées*

- A moyen et long termes, continuer à structurer les collaborations internationales, en mettant l'accent sur la création d'unités mixtes internationales, dans la mesure des capacités à envoyer les chercheurs effectuer des séjours de longue durée dans les pays considérés comme prioritaires.
- Porter l'effort de collaboration sur l'Inde et le Brésil ; renforcer les bureaux existant.
- Mettre en œuvre les impacts du récent accord entre le CNRS et le Ministère des Affaires Etrangères et Européennes pour une gestion commune des Instituts français à l'étranger, qui sont au nombre de 27 et relèvent par leurs activités des sciences humaines et sociales.
- Redéfinir et compléter la politique vis-à-vis des trois grands pays du Maghreb ; préciser la position dans les DOM et dans les TOM, en particulier vis-à-vis des pays limitrophes de ceux-ci ; enfin, redéfinir également la politique du CNRS dans la zone Pacifique.

## V. UNE POLITIQUE DE L'INFORMATION SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE RENOVEE

La recherche scientifique produit de l'information et l'information est au centre du processus de recherche et du pilotage de cette recherche, comme elle est au centre des rapports entre les hommes, aussi bien des chercheurs entre eux qu'avec la société.

La recherche et la connaissance qui en découle sont fondées sur le principe de l'échange libre et raisonné d'informations et d'idées. L'augmentation du volume d'information, la multiplication des types d'information et de leurs supports ainsi que le développement industriel et commercial autour de ce qui est devenu une source de profit et d'avantage compétitif autant pour les nations que pour les entreprises ne garantissent plus cette liberté d'échange ni la pérennité de l'accès à cette information.

La révolution numérique a d'autre part profondément modifié les pratiques de travail des chercheurs et s'est invitée autant dans les méthodes d'évaluation des équipes que dans celles des laboratoires ou des organismes, sans réelle maîtrise de leurs effets par leurs utilisateurs.

Enfin, dans un monde centré sur l'information, la communication scientifique devient l'élément essentiel des relations entre sciences et société autant pour faire comprendre les sciences et leurs enjeux que comprendre leurs effets sur l'homme.

Dans ce cadre le CNRS met en œuvre une politique favorisant la plus large circulation de l'information scientifique, sa préservation, son analyse et le développement de pratiques et de recherche en communication scientifique.

### *Actions contractualisées*

- Dématérialiser, formater, préserver, mutualiser, classifier, hiérarchiser, mettre en accès et valoriser les données produites par la recherche du CNRS et élargir la démarche à la production de la recherche française et européenne.
- Assurer pour les besoins propres de ses Instituts l'hébergement et l'accès pérenne des chercheurs aux productions documentaires électroniques libres ou commerciales produites par la recherche française et internationale.
- Contribuer à la diffusion des publications de la recherche française en libre accès (édition de revues, dépôt sur des archives ouvertes, dans des programmes de libre accès de revues commerciales), notamment à partir de la maîtrise d'œuvre de HAL.
- Fournir à ses Instituts un ensemble cohérent de bases de données de référence, d'outils et d'analyse de l'information pour aider au pilotage scientifique.
- Maîtriser les processus de médiation permettant la diffusion de la science en termes lisibles par tous. Assurer l'évaluation critique des pratiques de l'information et de la communication en direction de l'espace public et soutenir la recherche interdisciplinaire dans le domaine des sciences de la communication.

## VI. LA MODERNISATION DE LA GESTION

Pour relever les défis d'une recherche d'excellence, le CNRS doit s'appuyer sur des services fonctionnels compétitifs. Ainsi, divers chantiers sont en cours pour conduire le CNRS à plus de flexibilité, d'anticipation et de suivi d'engagement vis-à-vis de ses laboratoires, de ses collaborateurs et de sa tutelle. L'efficacité de la nouvelle organisation du CNRS repose sur cette dynamique d'action des services d'appui et sur des processus de support et de gestion pour : permettre aux chercheurs, aux porteurs de projets et aux réseaux d'agir dans des conditions d'efficacité comparables à celles de leurs homologues étrangers les plus compétitifs ; permettre aux différents niveaux de management de l'établissement de disposer en temps réel des informations nécessaires au pilotage ; garantir la mise en œuvre des décisions stratégiques de l'établissement par chacune de ses composantes.

La feuille de route pour la modernisation de la gestion concerne l'ensemble des acteurs du CNRS : les réseaux de laboratoires au plus proche de la gestion quotidienne des programmes de recherche et de leur personnel ; le siège recentré sur le pilotage scientifique de moyen et long terme, l'allocation des moyens, l'analyse de la conjoncture et la prospective scientifique ; le réseau de délégations qui mutualise les fonctions nécessaires pour répondre aux multiples impératifs auxquels le CNRS doit se conformer. La cohérence d'ensemble est assurée par un système d'information stratégique (financier, humain et scientifique), dans une démarche de performance et de progrès.

La réalisation de ces objectifs implique une accélération dans la modernisation des procédures de gestion, un souci permanent du contrôle de la qualité du service rendu, une juste maîtrise des risques opérationnels de l'établissement et un système d'information performant.

### *Actions contractualisées*

- Mettre en œuvre le plan de simplification et de modernisation de la gestion qui passe notamment par la rénovation des règles de gestion, à l'allègement des contrôles a priori et à la modernisation de la fonction comptable. Intégrer à ce plan l'accompagnement aux démarches écologiquement et socialement responsables.
- Déployer la démarche qualité « contrat de service » sur l'ensemble des unités gérées par le CNRS et mettre en œuvre un tableau de bord conduit par un « observatoire des engagements » composé uniquement de directeurs de laboratoires ; partager le retour d'expérience avec les partenaires intéressés, par un dialogue autour d'une gestion performante des unités co-gérées et de l'harmonisation des règles et pratiques.
- Maîtriser les risques opérationnels et dimensionner les contrôles aux enjeux stratégiques : mettre en place un plan annuel de réduction des risques pour garantir la sécurité de ses agents, le bon emploi des fonds publics et la sécurité juridique de ses opérations ; suivre l'exécution de ce plan.
- Atteindre les objectifs du Schéma Directeur des Systèmes d'Information. Produire et mettre en œuvre le plan d'actions. Suivre les indicateurs explicités dans le Schéma Directeur des SI.

## VII. L'ENGAGEMENT DANS L'ECO-RESPONSABILITE ET LE DEVELOPPEMENT DURABLE

Le développement durable est désormais une priorité internationale et il faut faire évoluer les pratiques de consommation globales à long terme. Dans ce cadre, le CNRS a signé en mars 2008 la charte des achats durables pour la recherche et l'enseignement supérieur. Il s'engage ainsi à entrer dans une démarche progressive d'amélioration de la performance environnementale, économique et sociale aux différents stades de l'achat, à chaque fois que les circonstances le permettent.

Le CNRS poursuit également, pour les cinq ans à venir, la professionnalisation de la fonction immobilière pour conduire à une évaluation des biens, des outils, des procédures, et aboutir à une planification, dans le respect maximum des règles de l'éco-responsabilité. Réactif, il a initié l'inventaire de ses immeubles et posé les bases d'un Schéma Pluriannuel de Stratégie Immobilière dès 2009.

S'étendant sur plus de 800 000 m<sup>2</sup>, le patrimoine immobilier construit du CNRS possède plusieurs caractéristiques liées au statut, aux missions et à l'histoire de l'établissement. Les biens affectés par l'Etat sont prédominants (61 %), les biens propres limités à 26 % du parc, les contrats, baux et locations à 13 %. L'ensemble de ce parc est ancien : les surfaces construites avant 1970 représentent 52 % de l'ensemble, impliquant des interventions lourdes sur le clos et couvert et une rénovation des installations électriques à court terme. Enfin, les sites d'implantation sont multiples (155 unités administratives réparties sur l'ensemble du territoire, dont 73 % hors Ile de France).

L'adaptation des infrastructures immobilières des laboratoires à l'évolution de leur activité scientifique est et restera intégrée dans les démarches nationales et régionales que sont les contrats de projets Etat/ régions, les plans campus, la road map nationale pour les très grandes infrastructures de recherche.

### *Actions contractualisées*

- Mettre à la disposition des collaborateurs des outils (guide, fiches pratiques) facilitant leurs démarches écologiquement et socialement responsables ; élaborer des procédures menant à des actions d'éco-responsabilité pour diminuer l'empreinte carbone du CNRS.
- Introduire dans les critères de sélection des offres sur les marchés publics du CNRS le développement durable (démarche environnementale et sociale).
- Finaliser la construction du Schéma Pluriannuel de Stratégie Immobilière et suivre la réalisation de ses objectifs en garantissant la conformité au Grenelle de l'environnement.
- Stabiliser l'effort du CNRS sur le financement des programmes d'entretien immobilier et la dégradation du parc au niveau de 12 M€ par an, seuil de l'entretien curatif et préventif ; maintenir ce budget annuel et de traiter en priorité les besoins liés à la sécurité et à l'optimisation de la consommation d'énergie :
- Poursuivre le projet d'informatisation du patrimoine qui se réalisera jusqu'en 2011 pour permettre de disposer d'une description précise des locaux sur lesquels le CNRS exerce les responsabilités du propriétaire, de leur usage, de leur occupation, de leur état et de leur coût d'exploitation.

**OBJECTIFS ET REPERES GENERAUX**

Pour la période 2009-2013, l'engagement global du CNRS sur les fonctions transverses sera suivi sur la base des repères suivants permettant de mesurer l'atteinte des objectifs :

<i>Objectifs généraux</i> Repères généraux	Valeur initiale	Valeur cible en 2013 Ou jalon	Variation annuelle
1) Taux d'avancement (%) du schéma directeur des systèmes d'information (y compris l'interopérabilité des systèmes avec l'université), dans le respect des coûts et des délais)			
2) Taux d'atteinte (%) des engagements des contrats de service des fonctions support (qui mesure l'accroissement de l'indice de qualité pour un coût constant des fonctions support sur les 5 ans)			
3) Avancement de la mise en place un système de contrôle de gestion s'appuyant sur une comptabilité analytique adaptée au développement du travail en mode projet, ainsi qu'à l'application des coûts complets			
4) <i>Rechercher une vision consolidée du budget des UMR</i> nombre d'UMR ayant une vision consolidée du budget			
5) <i>Prise en compte de la performance dans la dotation des unités</i> indice de cohérence entre les ouvertures / restructurations / fermetures d'équipe et les résultats de l'AERES fraction de financement attribué en « bonus » aux unités les plus performantes (unités A <sub>0</sub> identifiées parmi les meilleures unités, classées A <sub>+</sub> par l'AERES)			
6) <i>Mise en œuvre du dispositif de valorisation</i> montant des redevances dont bénéficie le CNRS hors Taxotère	5,387 M€ (2007)		
7) <i>Implication dans la collaboration européenne communautaire</i> sommes perçues au titre des contrats européens			
8) <i>Structuration d'une politique internationale offensive</i> évolution annuelle du nombre d'UMI, de PICS, de LIA et de GDRI nombre de structures et collaborations créées avec l'Inde et le Brésil			
9) <i>Maîtriser les frais généraux</i> % d'évolution			

*Les tableaux d'indicateurs et leurs valeurs feront l'objet d'un travail de finalisation entre le CNRS et ses tutelles pour être soumis au prochain Conseil d'Administration.*





## **LE CNRS**

### **LES MOYENS AU SERVICE DE CES OBJECTIFS**



L'emploi dans toutes les catégories sera maintenu en 2010 comme en 2011. De plus, de nouveaux moyens financiers permettront une revalorisation des carrières des personnels ainsi que des chaires mixtes CNRS/universités, en plus des recrutements annuels. Les moyens de fonctionnement (hors TGIR) seront augmentés dès 2010 pour la mise en place de la nouvelle organisation en instituts et pour la poursuite d'une stratégie d'excellence. Les moyens affectés aux TGIR seront augmentés en plus du plan de relance pour permettre au CNRS de tenir ses engagements nationaux et internationaux.

La partie Moyen fera l'objet d'un avenant au présent contrat après la discussion budgétaire, à l'automne 2009.

## GLOSSAIRE

### GLOSSAIRE PARTIE SCIENCE

<b>ADONIS</b>	Accès unifié aux données et aux documents numériques des Sciences Humaines et Sociales
<b>ALMA</b>	Atacama Large Millimeter Array
<b>CERN</b>	Organisation européenne pour la Recherche Nucléaire
<b>CFHT</b>	Canada-France-Hawaï Telescope
<b>CTA</b>	Cherenkov Telescope Array
<b>ELI</b>	Extreme Light Infrastructure
<b>ELT</b>	Extremely Large Telescope
<b>EMBL</b>	Européan Molecular Biology Laboratory
<b>ESRF</b>	European Synchrotron Radiation Facility
<b>HERSCHEL</b>	Satellite d'observation astronomique
<b>GANIL</b>	Grand Accélérateur National d'Ions Lourds
<b>HAL</b>	Hyper Articles en Ligne
<b>HPC</b>	High-performance computing
<b>ILL</b>	Institut Laue – Langevin
<b>IODP</b>	Integrated Ocean Drilling Program
<b>IRAM</b>	Institut de Radio-Astronomie Millimétrique
<b>ITER</b>	International Thermonuclear Experimental Reactor
<b>KM3</b>	Projet de télescope à neutrino
<b>LHC</b>	Large Hadron Collider
<b>LULI</b>	Laboratoire pour l'Utilisation des Lasers Intenses
<b>MRCT</b>	Mission Ressources Compétences Technologiques
<b>PLANCK</b>	Satellite pointé vers le Soleil, dédié à l'étude du Fonds Diffus Cosmologique
<b>RENATER</b>	Réseau National de télécommunications pour la Technologie, l'Enseignement et la Recherche
<b>RMN</b>	Résonance magnétique nucléaire
<b>SKA</b>	Square Kilometer Array
<b>SOLEIL</b>	Synchrotron Soleil
<b>SPIRAL 2</b>	Système de Production d'Ions Radioactifs Accélérés en Ligne
<b>TGE/TGIR</b>	Très Grands Equipements / Très Grandes Infrastructures de Recherche
<b>VIRGO</b>	Détecteur d'ondes gravitationnelles (près de Pise)
<b>VLT</b>	Very Large Telescope

**GLOSSAIRE – PARTIE ORGANISATION**

<b>Agence de moyens</b>	Le CNRS est agence de moyens quand il dote de moyens une entité qu'il ne gère pas directement, mais dont il partage le pilotage scientifique : laboratoire, unité de recherche, société civile en charge de très grands équipements, etc.
<b>Délégation globale de gestion</b>	Le mode dominant de gestion financière des unités mixtes de recherche sera la gestion déléguée à un unique partenaire, mais qui aura démontré sa capacité, validée par un tiers, à respecter le "Cahier des charges pour une gestion unique des laboratoires".
<b>Moyens</b>	Les moyens alloués à travers la fonction Agence du CNRS sont composés <ul style="list-style-type: none"><li>- des affectations de moyens humains</li><li>- des attributions de moyens financiers</li></ul>
<b>Opérateur</b>	Le CNRS est opérateur des laboratoires qu'il gère.
<b>Unité mixte de recherche</b>	Une unité mixte de recherche est un laboratoire dont le pilotage scientifique est partagé entre plusieurs partenaires (en principe, deux au plus).



## **ANNEXES**

## Les Annexes

<b><u>ANNEXE 1 : INSTRUMENTS D'INTERVENTION DE L'AGENCE DE MOYENS .....</u></b>	<b><u>46</u></b>
<b><u>ANNEXE 2 : FEUILLE DE ROUTE SCIENTIFIQUE.....</u></b>	<b><u>47</u></b>
<b><u>1 LES TROIS ENJEUX SCIENTIFIQUES .....</u></b>	<b><u>49</u></b>
1.1 ENJEU « FAIRE AVANCER LE FRONT DE LA CONNAISSANCE » .....	49
1.2 ENJEU « RELEVER LES GRANDS DEFIS PLANETAIRES ».....	67
1.3 ENJEU « FAIRE EMERGER LES NOUVELLES TECHNOLOGIES DE POINTE » .....	82
<b><u>2 LES INSTRUMENTS POUR LA RECHERCHE .....</u></b>	<b><u>94</u></b>
2.1 ENJEU « MUTUALISER LES INSTRUMENTS POUR LA RECHERCHE » .....	94
<b><u>ANNEXE 3 : FEUILLE DE ROUTE RESSOURCES HUMAINES .....</u></b>	<b><u>110</u></b>
ENJEU « ATTIRER LES TALENTS ET LES METTRE EN SITUATION DE S'EXPRIMER » .....	110
<b><u>ANNEXE 4 : FEUILLE DE ROUTE MODERNISATION DE LA GESTION .....</u></b>	<b><u>114</u></b>
ENJEU « MODERNISER LA GESTION » .....	114
<b><u>ANNEXE 5 : RECAPITULATIF DES INDICATEURS .....</u></b>	<b><u>117</u></b>
OBJECTIFS ET REPERES GENERAUX SCIENTIFIQUES .....	117
OBJECTIFS ET REPERES GENERAUX D'ORGANISATION .....	118
OBJECTIFS ET REPERES GENERAUX TRANSVERSES.....	119
<b><u>ANNEXE 6 : LES FICHES INSTITUTS .....</u></b>	<b><u>120</u></b>

## Annexe 1 : instruments d'intervention

Chaque Institut proposera dans son contrat d'objectifs avec la Direction Générale du CNRS une stratégie pluriannuelle qui pourra puiser dans une panoplie d'instruments d'intervention :

- Le co-pilotage scientifique des UMR
- Les **contrats d'excellence des structures** : il s'agira pour l'Institut de s'engager (au travers de la convention bilatérale que le CNRS signe avec son partenaire) sur un niveau de soutien financier et d'affectation de moyens humains pour quatre ans à une structure de recherche reconnue dont le potentiel scientifique a été reconnu par l'AERES
- Les **PEPS** : il s'agit pour l'Institut d'attribuer de façon extrêmement réactive (quelques semaines) des financements limités pour des projets à risque ou particulièrement innovants ; ce financement de type « preuve de concept » vient en amont des financements ANR
- Un **fond « saut technologique »** pour le financement d'équipements de laboratoires : les Instituts jouent en la matière un rôle de conseil aux autorités publiques (Etat et collectivités locales) afin de rationaliser les investissements sur le territoire national
- Des **projets de long terme** (supérieur à 5 ans) dans les disciplines où cela se justifie
- Les **ATIFE** pour financer l'émergence de jeunes équipes
- Les **chaires CNRS – Enseignement supérieur**
- Des **programmes interdisciplinaires** qu'ils se verraient confier pour leur mise en œuvre
- La mise à disposition de **temps de prises de données ou de calcul** sur les TGE / TGI et plateformes
- Les **hôtels à projet**, espaces où des cultures différentes peuvent se rencontrer autour de projets interdisciplinaires ; ils constituent des « incubateurs » de nouveaux développements scientifiques (ex : l'Institut de Recherches Interdisciplinaires (IRI) à Lille ou l'Institut des Techniques Avancées du Vivant (ITAV) à Toulouse)
- Les instruments de la mise en réseau :
  - le **Groupement De Recherche** (GDR) structure opérationnelle de recherche qui a vocation à structurer et animer la communauté scientifique dans un domaine
  - le **Réseau Thématique Pluridisciplinaire** (RTP) est un outil très réactif et souple de mise en relation de chercheurs sur des thématiques émergentes afin de constituer de nouvelles communautés
  - et leurs *extensions européennes et internationales*.

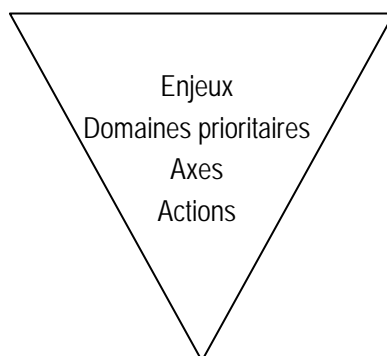
**Annexe 2 : Feuille de route scientifique**  
 (parties « Trois enjeux scientifiques » et « Instruments pour la recherche »)

La présentation générale des enjeux et des domaines scientifiques du contrat du CNRS peut se résumer dans le panorama ci-dessous :

<b>Les trois enjeux scientifiques</b>	<b>Faire avancer le front de la connaissance</b>	<i>Mathématiques et sciences de l'information De l'infiniment grand à l'infiniment petit Matière et ondes Développement et complexité des êtres vivants Connaissance de l'homme et des sociétés</i>	<b>Mutualiser les instruments pour la recherche</b>  Méthodes et outils  Plates-formes technologiques et Grands Instruments
	<b>Relever les grands défis planétaires</b>	<i>Environnement et climat Développement durable, ressources, biodiversité Énergie Médicament, thérapies, handicap Grandes mutations sociales, nouvelles vulnérabilités, sécurité</i>	
	<b>Faire émerger les nouvelles technologies de pointe</b>	<i>Nanosciences et Nanotechnologies Information, Communication Molécules, Matériaux, Procédés et Structures Développer une instrumentation de pointe</i>	

Figure 1 : Panorama scientifique du contrat 2009-2013 du CNRS avec l'Etat





- ❖ Le niveau ENJEU est décliné en DOMAINES PRIORITAIRES et permet de présenter le panorama (cf figure 1).
- ❖ Le niveau AXE permet d'exposer une thématique scientifique à long terme (qui ne relève pas de la seule responsabilité du CNRS et qui ne peut se limiter à 5 ans).
- ❖ Le niveau ACTION permet d'exposer les cibles opérationnelles à 5 ans.

La correspondance entre les enjeux et domaines prioritaires de cette feuille de route scientifique et les Instituts du CNRS sont explicités dans la matrice de la figure 2.

	INSMI	INP	INC	INSB	INEE	INSHS	INS2I	INSIS	INSU	IN2P3
<b>ENJEU « FAIRE AVANCER LE FRONT DE LA CONNAISSANCE »</b>										
DOMAINE PRIORITAIRE : LES MATHÉMATIQUES ET SCIENCES DU NUMÉRIQUE										
DOMAINE PRIORITAIRE : DE L'INFINIMENT GRAND À L'INFINIMENT PETIT										
DOMAINE PRIORITAIRE : MATIÈRE ET ONDES										
DOMAINE PRIORITAIRE : DÉVELOPPEMENT ET COMPLEXITÉ DES ÊTRES VIVANTS										
DOMAINE PRIORITAIRE : LA CONNAISSANCE DE L'HOMME ET DES SOCIÉTÉS										
<b>ENJEU « RELEVER LES GRANDS DÉFIS PLANÉTAIRES »</b>										
DOMAINE PRIORITAIRE : ENVIRONNEMENT ET CLIMAT										
DOMAINE PRIORITAIRE : DÉVELOPPEMENT DURABLE, RESSOURCES, BIODIVERSITÉ										
DOMAINE PRIORITAIRE : ÉNERGIE										
DOMAINE PRIORITAIRE : MÉDICAMENT, THÉRAPIES, HANDICAP										
DOMAINE PRIORITAIRE : GRANDES MUTATIONS SOCIALES, NOUVELLES VULNÉRABILITÉS, SÉCURITÉ										
<b>ENJEU « FAIRE ÉMERGER LES NOUVELLES TECHNOLOGIES DE POINTE »</b>										
DOMAINE PRIORITAIRE : NANOSCIENCES ET NANOTECHNOLOGIES										
DOMAINE PRIORITAIRE : INFORMATION – COMMUNICATION										
DOMAINE PRIORITAIRE : MOLECULES – MATÉRIAUX – PROCÉDES ET STRUCTURES										
DOMAINE PRIORITAIRE : DÉVELOPPER UNE INSTRUMENTATION DE POINTE										
<b>ENJEU « MUTUALISER LES INSTRUMENTS POUR LA RECHERCHE »</b>										
DOMAINE PRIORITAIRE : MÉTHODES ET OUTILS										
DOMAINE PRIORITAIRE : PLATES-FORMES TECHNOLOGIQUES ET GRANDS INSTRUMENTS										

Figure 2 : Correspondance Instituts vs enjeux/domaines prioritaires de la feuille de route scientifique

## 1 Les trois enjeux scientifiques

### 1.1 ENJEU « Faire avancer le front de la connaissance »

#### 1.1.1 Domaine prioritaire : Les Mathématiques et sciences du numérique

L'originalité des Mathématiques est qu'elles inventent leurs objets d'étude de façon souvent autonome. Tout en continuant leur développement propre, elles apportent également leur contribution aux disciplines voisines, et s'en nourrissent pour renouveler leurs propres investigations. Pour répondre aux besoins des autres sciences, il est impératif de renforcer l'ouverture des mathématiques vers la physique, la mécanique et la mécanique des fluides et de développer des ouvertures vers les sciences de l'information, la génomique et les sciences de la vie, la chimie théorique, l'environnement, l'économie et la finance.

Domaine d'excellence de la science française, les mathématiques doivent poursuivre leur regroupement local et leur mise en réseau dans un partenariat entre CNRS et Universités avec pour objectif d'éviter les cloisonnements multiples entre mathématiques "pures" et "appliquées" et de faire participer l'ensemble des acteurs de la vie mathématique. Elles doivent aussi, par une irrigation constante, renforcer les connexions de leur tissu de laboratoires. Cette action transverse, assurée par le CNRS, est primordiale et justifie que le CNRS, tout en restant minoritaire en personnels permanents dans les universités, continue de jouer son rôle national structurant.

Les sciences numériques étudient l'automatisation du calcul qu'il soit numérique, logique ou combinatoire. Leur champ de recherche est très vaste : il s'étend de l'architecture des calculateurs aux langages de programmation, aux réseaux informatiques, aux systèmes d'accès à l'information, à la communication homme/machine, mais aussi à des disciplines transversales comme l'algorithmique ou la théorie des graphes, ainsi que des disciplines qui exploitent l'information dans différentes perspectives comme l'intelligence artificielle, la recherche opérationnelle ou la bioinformatique. Les évolutions ou les nouveaux enjeux trouvent aujourd'hui leur source tout autant dans la richesse « interne » des sciences du numérique que dans les interactions avec d'autres sciences ou grâce aux questions posées par des technologies sans cesse en évolution. Les « outils » du numérique, que ce soit en sémantique, langages, intelligence artificielle, complexité, cryptologie, etc., doivent donc continuellement être revisités et enrichis pour, par exemple, étudier les difficultés inhérentes aux algorithmes repartis et coopérants, comprendre comment évolue l'information au cours de son traitement, assurer la sécurité lors d'interactions entre différents éléments actifs aux statuts différents.

##### 1.1.1.1 Les mathématiques et leurs interactions

En mathématiques fondamentales, la recherche française est d'excellence mondiale. Les domaines classiques : géométrie, algèbre et analyse seront soutenus. Ces dernières années ont vu une floraison spectaculaire de résultats, avec la résolution de conjectures classiques (Fermat, Poincaré) et la découverte de connexions nouvelles dans des champs supposés éloignés. Les thèmes recouverts par les mathématiques fondamentales sont en croissance constante. Probabilités (médaillon Fields française en 2007), étude théorique des équations aux dérivées partielles, théorie géométrique des systèmes dynamiques font maintenant partie de ce panorama au même titre que géométrie algébrique et théorie des groupes.

En plus de son excellence, la communauté des chercheurs de ces disciplines est extrêmement dynamique ; son renouvellement est assuré par de jeunes chercheurs talentueux. Il est impératif de maintenir très actif ce cœur des mathématiques. La mise en place de l'Institut des Sciences Mathématiques et leurs interactions montre l'engagement du CNRS dans cette dynamique.

Les mathématiques et la physique ont des collaborations de longue date, qui s'expliquent par la pertinence des premières pour répondre aux interrogations de la seconde. À présent, physique, mécanique, informatique, biologie, chimie, économie, finance, développement durable, sciences de l'univers, sciences humaines et sociales, sont autant de domaines qui interpellent les mathématiciens et leur demandent de trouver des outils et méthodes en réponse à leurs questions. La demande se cristallise autour de trois axes majeurs : l'analyse des données, la modélisation et la conception d'outils (cryptologie, constructions de nouvelles architectures).

Probabilités, statistiques, équations aux dérivées partielles, arithmétique, géométrie algorithmique, sont les principaux domaines mathématiques concernés par cette demande. Certaines thématiques interdisciplinaires

concernant les mathématiques doivent être soutenues dans les années à venir : systèmes complexes ; réseaux et combinatoire : applications sociales, biologiques et technologiques ; biologie systémique ; géométrie discrète, algorithmique, et modélisation géométrique ; logique et complexité (lien avec l'INSHS via linguistique et traitement du langage) ; dynamique non linéaire et applications (instabilités, défauts, patrons) ; probabilités et systèmes dynamiques : interactions avec la mécanique statistique, et physique statistique ; émergence, organisation, innovation et robustesse dans les systèmes naturels ou artificiels ; sécurité et cryptographie ; la chimie théorique et plus particulièrement les approches de chimie quantique, de dynamique moléculaire et de modélisation moléculaire ; la mécanique céleste.

Actions
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maintenir les mathématiques françaises au meilleur niveau mondial et poursuivre la structuration de la communauté avec le CNRS</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Renforcer les applications des mathématiques et l'interdisciplinarité</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poursuivre la structuration des laboratoires de mathématiques en particulier en Ile de France et au sein des grandes fédérations régionales</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Faire évoluer et renforcer les missions des structures d'intérêt national en mathématiques (CIMPA, IHP, IHES, CIRM)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Faire évoluer les outils en matière de documentation, notamment en ce qui concerne les bibliothèques de mathématiques</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Encourager l'ouverture des mathématiques au monde des entreprises afin de répondre à la demande issue du développement technologique et industriel</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Favoriser le transfert et la valorisation des recherches en mathématiques</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Développer les actions de communication et de promotion des mathématiques auprès des jeunes et plus généralement du public</li> </ul>

### 1.1.1.2 Les sciences du numérique

Là où les mathématiques s'intéressent à l'existence de solutions, les sciences numériques s'intéressent aux problèmes d'effectivité, d'heuristique, de complexité. Soit elles créent les objets qu'elles étudient (par exemple des logiciels), soit elles s'attaquent à des objets issus d'autres disciplines pour la compréhension de systèmes existants, et parce que elles représentent les objets qu'elles étudient sous forme de nombres, elles génèrent la puissance et l'efficacité du stockage et du traitement numérique. Les sciences du numérique, dont fait partie l'informatique, sont aujourd'hui des sciences majeures, matures, et extrêmement dynamiques avec une grande richesse des thèmes.

Ainsi, l'algorithmique, science des algorithmes, est un outil utilisé bien au delà de la seule discipline informatique. Les recherches algorithmiques ont un caractère fondamental avec des retombées dans des domaines aussi divers que le routage pour les réseaux, les télécommunications, ou la bioinformatique. Les ruptures technologiques (miniaturisation des composants, puissance de calcul, interconnexion des réseaux...), le changement d'échelle et les besoins de fiabilité des systèmes d'information introduisent de nouveaux paradigmes de calcul qui doivent prendre en compte l'incertain et justifier la confiance accordée. Cela conduit vers des algorithmes nouvelles (probabiliste, quantique, adaptative ...), des logiciels plus sûrs. Les thèmes prioritaires sont le traitement des incertitudes et de l'imprévu ; les modèles continus - modèles discrets ; l'hétérogénéité, la mobilité ; la preuve et vérification formelle des systèmes ; le traitement et la gestion des connaissances, la cryptologie.

Deux tendances de fond entraînent un accroissement continu de la complexité des systèmes : d'une part la multiplication des capacités de traitement, de stockage et de communication de l'information à des échelles toujours plus vastes (des étiquettes intelligentes aux grilles de calcul, des réseaux spontanés à l'internet planétaire), d'autre part l'imbrication croissante d'éléments informatiques dans les artefacts et les procédés humains. Les recherches portent sur des solutions pratiques, scientifiquement fondées, afin de produire et maintenir des systèmes logiciels qui mettent en œuvre des ressources de traitement et de stockage de l'information géographiquement dispersées, avec l'assurance d'en maîtriser les coûts, la qualité et les délais.

Il existe également plusieurs domaines privilégiés entre les sciences numériques et les autres sciences. Ainsi, avec les sciences humaines, entre la cognition et le monde de la technologie, existe un fort développement de la réalité virtuelle et de la réalité augmentée. Ces techniques connaissent un développement considérable dans les différents usages (industriels, éducatifs et ludiques) qu'en fait la société, mais aussi dans le monde de la recherche. Une ligne de recherche en fort développement est celle des interfaces cerveau-machine. C'est le cas, en particulier, des neuroprothèses, qui consistent à commander un système artificiel à partir de signaux neuronaux. Les sciences du langage ont un interfaçage établi de longue date avec les sciences et technologies du numérique, notamment dans le domaine du traitement automatique du langage. Un autre secteur qui connaît actuellement une forte relance est l'approche orientée vers les corpus, qui inclut de plus en plus une préoccupation cognitive.

Actions
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Structurer et renforcer la collaboration avec l'INRIA et rendre homogènes les relations entre les laboratoires universitaires, le CNRS et l'INRIA</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Renforcer la communauté des sciences numériques pour permettre de relever les défis des ruptures technologiques actuelles</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conforter la recherche fondamentale disciplinaire de qualité</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Renforcer la pluridisciplinarité</li> </ul> <p>La concertation inter instituts est primordiale : les grands codes se font souvent en dehors des Maths-info, mais avec leur aide</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Renforcer la présence à l'international</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Développer les outils logiciels pour l'annotation des génomes</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Renforcer la communauté Biologie des systèmes et renforcer la communication des interfaces Bio avec les mathématiques et les STIC pour attirer les meilleurs profils biologistes et modélisateurs</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Améliorer les procédés et les voies de synthèse en se fondant sur des méthodes prédictives de la chimie théorique (simulation)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Développer des modèles, des algorithmes, des moyens de calcul pour traiter avec une « précision expérimentale » des systèmes complexes</li> </ul>

### 1.1.2 Domaine prioritaire : De l'infiniment grand à l'infiniment petit

Le XX<sup>ème</sup> siècle a vu naître les deux théories majeures qui forment le cadre, encore indépassable, de notre connaissance de l'infiniment petit et de l'infiniment grand : la mécanique quantique et la relativité générale. Au début du XXI<sup>ème</sup>, avec une rencontre entre ces deux infinis, la physique attend des grandes expériences à venir (LHC, VIRGO...) une confirmation des modèles actuels sur certains aspects (boson de Higgs ou ondes gravitationnelles), mais les problèmes fondamentaux liés à la matière noire et à l'énergie noire, surgis dans les expériences astrophysiques de la décennie passée, questionnent les approches standards et laissent prévoir de nouveaux bouleversements. Outre les particules élémentaires et l'Univers, la physique de l'infiniment petit permet d'explorer les secrets de la matière et de développer de nouveaux concepts avec l'exploration des extrêmes en physique du noyau (stabilité, température, formation des éléments lourds dans le cosmos noyau) et de nouvelles technologies. Le CNRS doit animer une communauté scientifique de théoriciens et d'expérimentateurs de haut niveau, capables de réaliser des avancées scientifiques et de s'orienter vers les domaines les plus prometteurs, qu'ils concernent la recherche de base ou qu'ils s'ouvrent vers des technologies innovantes.

#### 1.1.2.1 Les lois fondamentales régissant le comportement de l'Univers

À l'échelle de l'infiniment grand, la relativité générale a permis pour la première fois de prendre l'Univers comme objet et décrire sa naissance et son évolution. Le modèle standard de la cosmologie, avec le Big Bang, a reçu une confirmation spectaculaire. Cependant, même si les paramètres cosmologiques nous sont assez bien connus, un enjeu majeur concerne la nature de la matière noire, révélée par la dynamique locale des galaxies et constituant 80% de la masse de l'Univers, dont la détection directe devrait être possible dans un avenir proche, et

de l'énergie noire, qui pose un problème de physique fondamentale – propriété de la matière ou modification profonde des lois de la gravitation à l'échelle cosmologique.

Actions
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Etudier avec les instruments existants le fonds diffus cosmologique et l'organisation spatiale des grandes structures de l'Univers, ainsi que le contenu des galaxies, et leur évolution au cours du temps</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• S'assurer que les objectifs cosmologiques sont bien pris en compte dans le développement d'instruments futurs et favoriser une forte participation de la communauté française à l'élaboration de l'argumentaire scientifique</li> <li>• Coordonner l'analyse multilongueur d'onde et multimessager des objets cosmiques, en utilisant les grands instruments futurs.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Organiser la participation de la communauté française aux études de l'énergie noire au sol (télescope à grand champ LSST) et dans l'espace (missions ESA, NASA)</li> </ul>

### 1.1.2.2 Les processus violents et les astroparticules

Les processus « violents » jouent un grand rôle dans l'évolution de l'Univers. Ils impliquent des phénomènes qui vont des écoulements (magnéto)hydrodynamiques à l'accélération violente des particules et se produisent notamment lors de l'effondrement de grandes quantités de matières ou au voisinage des trous noirs, avec émission de rayons cosmiques formés de particules chargées, de photons de haute énergie, de neutrinos. Parmi ces messagers cosmiques, les ondes gravitationnelles, prédites par la relativité générale, mais encore jamais observées, jouent un rôle de premier rang.

Actions
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Assurer le retour scientifique des grands instruments existants pour les nouveaux messagers de l'univers</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Participer à la réalisation d'un programme de construction à moyen terme pour les neutrinos, l'astroparticule et la cosmologie</li> </ul>

### 1.1.2.3 La recherche des composants élémentaires de la matière

Avec l'interaction électromagnétique, l'interaction forte ou nucléaire et l'interaction faible, découvertes au XX<sup>ème</sup>, régissent la physique de l'infiniment petit. L'ensemble, avec le « modèle standard » de la physique des particules, a reçu des confirmations spectaculaires avec les expériences menées dans les grands accélérateurs. Mais il manque encore une pièce maîtresse de son architecture, le mécanisme d'attribution de masse, associé à une particule, le boson de Higgs qui est un des grands enjeux du nouvel accélérateur LHC (Large Hadron Collider) au CERN.

D'autres découvertes sont attendues en physique des particules dans les années à venir, notamment sur la nature des neutrinos, sur l'asymétrie entre matière et antimatière dans l'Univers, et sur une extension du modèle standard procurant une description théorique unifiée de la physique.

Ces découvertes guideront les réflexions et les actions de R&D en instrumentation pour améliorer les expériences au LHC en 2016, concevoir les expériences de la génération suivante à l'horizon 2020. Le redéploiement d'ici 2010-2011 des équipes actuellement impliquées sur les expériences H1, D0 et Babar permettra à l'IN2P3 de s'impliquer substantiellement dans ces projets, sans nuire au programme phare LHC.

Actions
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exploiter pleinement le potentiel des programmes en cours au FNAL (Chicago, expérience D0), à SLAC (Stanford, expérience BABAR) et à DESY (Hambourg, expérience H1) pour la physique des particules</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Réaliser nos engagements dans les expériences LHC et assurer le retour scientifique sur cet investissement</li> <li>• Préparer l'étude détaillée de la physique au-delà du modèle standard actuel, suivant les informations fournies par le LHC</li> </ul>

#### 1.1.2.4 Les transformations du noyau atomique

Dans le domaine de la physique nucléaire, l'étude de la structure du noyau a produit de nouvelles découvertes sur les noyaux liés mais instables, qui demandent une profonde évolution des théories nucléaires. De la carte des noyaux, plus de la moitié (4000 espèces) sont situés très loin de la vallée de stabilité et chaque pas dans l'exploration de cette « Terra incognita » mets a l'épreuve les concepts fondamentaux établis il y a plus d'un demi siècle. La physique nucléaire peut désormais se donner comme objectif de comprendre la formation des éléments lourds dans l'univers et permet de comprendre une série de processus cosmiques comme l'évolution des étoiles, de leur enfance à leur mort. Les progrès obtenus dans la compréhension du noyau atomique a aussi permis l'invention de nouveaux modes de production d'énergie, de mettre au point de nombreuses applications en radio-biologie, médecine, espace, environnement art et archéologie, qui prennent pour les années à venir une importance cruciale.

Les collisions d'ions lourds sondent les transitions de phase de la matière nucléaire. Une transition de la matière nucléaire vers un plasma de quarks et gluons est possible aux énergies relativistes. Les résultats obtenus auprès du SPS du CERN confirment les prédictions de la théorie QCD des interactions fortes relatives aux conditions de production du plasma. Avec les futures collisions d'ions lourds du LHC dans le détecteur ALICE, il sera possible d'étudier la nature du plasma à des densités d'énergie extrêmes avec l'espoir de produire un gaz quasi parfait de quarks et de gluons.

Les distributions de partons généralisées (GPD) offrent une image à 3 dimensions des quarks et des gluons dans le nucléon : les premières mesures sont effectuées à Jefferson Laboratory aux Etats-Unis avec un faisceau d'électrons de 6 GeV. Une amélioration des performances de la machine permettra d'atteindre, à l'horizon 2013, une énergie du faisceau de 12 GeV. Des projets de calculateurs dédiés à QCD (au niveau européen) pourraient fertiliser l'activité des théoriciens.

Actions
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Faire du GANIL le centre européen de recherche sur les noyaux exotiques via le projet SPIRAL 2</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Etudier les propriétés d'un nouvel état de la matière, le plasma de quarks et gluons au CERN</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Etudier la structure du nucléon</li> </ul>

#### 1.1.2.5 Etude de la matière primitive du système solaire, planètes telluriques, exploration de la planète Mars, planètes extra-solaires

Le Système Solaire est le lieu où les mesures *in-situ* permettent de faire avancer la compréhension des phénomènes physiques et chimiques responsable du « fait planétaire » et des conditions primitives de l'émergence d'un système planétaire. Ces travaux doivent être menés à bien dans le cadre des projets spatiaux dans lesquels la communauté française est particulièrement active, notamment avec l'exploration spatiale planétaire.

Les travaux récents sur les planètes extrasolaires vont permettre de mieux cerner la diversité du fait planétaire dans l'Univers, la fréquence des situations d'habitabilité potentielle, et dans un futur proche d'explorer les traces de vie.

Actions
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Etudier les exoplanètes et les caractériser pour, à terme, observer les planètes de type tellurique :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Explorer l'espace des paramètres des exoplanètes</li> <li>○ Caractériser l'atmosphère des exoplanètes géantes à l'horizon 2013</li> <li>○ Caractériser l'atmosphère d'exoterras à l'horizon 2020 et au-delà par des moyens sol (ELT) et/ou spatiaux (Darwin)</li> </ul> </li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Améliorer les techniques de traitement de données et d'extraction des signaux faibles</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Renforcer l'action interdisciplinaire consacrée aux missions internationales d'exploration planétaire dans le système solaire et aux études exo planétaires</li> </ul>

- Améliorer la connaissance de la chronologie fine de l'accrétion du système solaire, encore mal comprise et controversée (radiochronomètres absolus et relatifs, origine des radionucléides, homogénéité initiale de la nébuleuse protosolaire...)

### 1.1.2.6 Etude de la Terre interne et ancienne

Les recherches sur la terre interne, largement amplifiées par le développement de la tomographie sismique, du traitement du signal et du bruit, de nouveaux traceurs isotopiques des processus physico-chimiques passés ou actuels, ainsi que par celui des techniques d'exploration vont permettre une approche renouvelée de la structure et la dynamique internes de la terre et de son histoire. Les progrès en modélisation analogique et numérique permettent de mieux cerner les processus en jeu, et de mieux comprendre le fonctionnement des systèmes géologiques, pour mieux évaluer et prédire les aléas telluriques, ou effectuer un inventaire des ressources. L'acquisition de données à des échelles très variables, allant du nanomètre à l'échelle de la terre, de la seconde au milliard d'années, permet de mieux caractériser la complexité des systèmes géologiques, et l'interdépendance des processus qui les animent.

Actions
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprendre et modéliser les fonctionnements présents et passés de la Terre pour intégrer l'augmentation du nombre de données et les problèmes de changement d'échelle dans les systèmes complexes</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acquérir les données significatives pour comprendre la Terre et l'imager</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Développer les études sur les processus, depuis la convection dans le noyau et le manteau asthénosphérique, jusqu'aux couplages qui contrôlent les cycles des éléments (tectonique, magmatisme, érosion, altération).</li> <li>• Reproduire les phénomènes inatteignables de la Terre interne (matériaux ultra haute pression et ultra haute température, champs magnétique, grande convection etc)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Développer et coordonner la construction de grandes bases de donnée des paramètres géophysique et géochimique acquis ou à acquérir sur la terre, les rendre interopérables. Négocier l'accès aux bases industrielles et privées.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conforter notre expertise de l'analyse de terrain d'objets complexes en maintenant l'expertise géologique à coté des spécialités de la géophysique et de la géochimie</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mesurer et prévoir l'impact de l'exploration et de l'exploitation industrielle des ressources sur l'homme et les milieux naturels</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifier aux échelles nanoscopiques les marques des grands processus évolutifs auxquels la Terre a été soumise</li> </ul>

## 1.1.3 Domaine prioritaire : Matière et Ondes

### 1.1.3.1 Physique théorique

#### *La physique théorique et ses interactions*

La physique théorique est par nature en interaction avec l'ensemble des sous-disciplines de la physique expérimentale. Elle est aussi en interaction avec d'autres communautés comme les mathématiques, les sciences de l'ingénieur, la chimie, la biologie et même l'économie. Il est important qu'un équilibre soit conservé entre une organisation d'une communauté de théoriciens développant une activité autonome permettant d'approfondir des concepts et des méthodes spécifiques et la présence de physiciens théoriciens disséminés au sein des laboratoires de sciences expérimentales et qui peuvent interagir en prise directe avec des expériences bien identifiées. Le premier élément de cet équilibre justifie notamment l'importance de la structuration d'un réseau de laboratoires de physique théorique sur le territoire national s'intéressant aux lois fondamentales de l'univers, aux grands problèmes de la physique statistique,... Il est néanmoins important que les concepts parfois très abstraits qui sont ainsi développés soient confrontés au monde réel ; des tests des modèles élaborés doivent être ainsi proposés régulièrement par leurs initiateurs pour validation ou infirmation.

Actions
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maintenir une communauté de laboratoires de physique théorique de niveau mondial sur le territoire national avec des recrutements basés sur l'excellence scientifique</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Favoriser l'interaction des physiciens théoriciens avec le plus large champ de disciplines scientifiques</li> <li>• Encourager, chaque fois que cela apparaît pertinent, l'implication de physiciens théoriciens lors de la création de GDR par les différents instituts</li> </ul>

### 1.1.3.2 De l'atome à la matière macroscopique

Les progrès réalisés dans la compréhension de l'interaction matière-rayonnement au niveau atomique, et des relations structure-propriétés en milieu condensé, ont conduit en retour à une forme de « domestication » de la matière, qui peut être manipulée et/ou artificiellement recomposée en vue de lui faire exprimer telle ou telle propriété. C'est l'objectif principal de la nanophysique, qui supporte les nanotechnologies.

La physique *mésoscopique*, centrée sur l'étude des propriétés fondamentales de la matière aux échelles intermédiaires à la frontière des mondes microscopiques et macroscopiques, se situe au carrefour de nombreuses thématiques actuelles : l'informatique quantique, la spintronique, l'électronique moléculaire, la physique atomique, la chimie ; Un enjeu important pour le futur sera de veiller à renforcer cette évolution vers des recouvrements à la fois conceptuels et expérimentaux.

La *matière molle* (Prix Nobel de Physique français en 1992) est un domaine à l'interface entre la physique, la mécanique et la chimie, qui comprend les fluides complexes, caractérisés par une organisation multi-échelle s'étendant du niveau de la molécule à une échelle supra-moléculaire. Boues, sables, cristaux liquides, crèmes, solutions polymères, adhésifs, fluides complexes de tensioactifs etc. font partie des systèmes traditionnellement étudiés en matière molle tant du point de vue statique que dynamique et qui ont des applications industrielles très importantes. Cette thématique a aussi donné un nouvel essor aux interfaces entre la physique, la mécanique et la biologie.

L'ingénierie des matériaux et des structures bénéficie d'une meilleure compréhension des phénomènes physiques et l'approche multi-physique, multi-échelles permet l'optimisation des structures visant à limiter les coefficients de sécurité, et le développement de matériaux sur mesure dont les microstructures sont optimisées pour des cahiers des charges mécaniques, acoustiques, thermiques complexes. Les domaines de la rhéologie et de la mécanique des fluides bénéficient également des avancées des connaissances en physique.

Les perspectives pour la métrologie sont très importantes, et doivent être soutenues : un nouveau système d'unités basé sur les constantes fondamentales et universelles de la physique fixées une fois pour toute à l'instar de la vitesse de la lumière ; des tests de théories allant au-delà du modèle standard comme, par exemple, les tests de « stabilité » spatio-temporelle des constantes fondamentales.

Les supraconducteurs à haute température critique ont apporté un éclairage nouveau à de nombreux autres matériaux complexes et incité à l'élaboration de systèmes à propriétés remarquables : thermoélectricité, magnétorésistance géante, multiferroïques par exemple.

Les semi-conducteurs et leurs nanostructures resteront au cœur des développements à venir en physique des solides et en nanoscience, en cohérence avec les évolutions attendues de la micro-électronique et des nanotechnologies : électronique de spin, optique, applications pour les télécommunications ou l'imagerie médicale, énergies propres (photovoltaïque) ou rendement des diodes électroluminescentes pour l'éclairage.

Les études sur le magnétisme, à toute échelle, continueront de se développer tant du point de vue des dispositifs que des matériaux.

Actions
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Déterminer les structures cristallographiques, chimiques, électroniques et magnétiques des matériaux et nano-objets</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Développer les efforts dans l'instrumentation et la technologie de pointe</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Améliorer le financement et la reconnaissance des travaux d'instrumentations fines de laboratoire</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Concevoir de nouveaux systèmes mésoscopiques tant pour la recherche amont qu'en vue d'applications</li> </ul>



définies

- Renforcer les études fondamentales autour de nouveaux matériaux pour la nanoélectronique et nanospintronique (ex : graphène)
- Développer la physique de la matière molle en interaction avec la chimie, la mécanique, la biologie
- Structurer les développements aux interfaces
- Comprendre la physique des systèmes à électrons corrélés par la mise en place d'actions structurantes à l'interface physique-chimie (impliquant théoriciens et expérimentateurs) : GDR multiferroïque et GDR Théorie des systèmes à électrons corrélés
- Soutenir et développer la recherche amont sur l'intégration des fonctions et les dispositifs pour les développements durables (ex : nanofils de semiconducteurs, photovoltaïque, matériaux pour l'éclairage)

### 1.1.3.3 Matière dans les conditions extrêmes

L'obtention de matériaux résistant à des conditions d'usage extrême, et résistant aux températures très élevées, aux fortes pressions, aux environnements agressifs... constitue un enjeu stratégique tant du point de vue scientifique que du point de vue des applications (transformation d'énergie à haut rendement, allègement des structures dans le transport...).

Les champs magnétiques constituent un outil fondamental pour étudier, modifier et contrôler la matière. Le LCM (Grenoble, champs statiques) et le LNCMP (Toulouse, champs pulsés), ensemble leader d'une coopération européenne dans un réseau de laboratoires, doivent voir leur position consolidée.

La physique des *atomes froids* (Prix Nobel de Physique français en 1995), avec les molécules froides, les lasers à atome, les condensats de Bose, a ouvert de belles perspectives à ses frontières, et doit renforcer ses liens avec la matière condensée.

Les lasers ultra-intenses et ultracourts poursuivent leur développement spectaculaire. La France, en particulier sur le site du plateau de Saclay, est extrêmement bien placée. L'objectif est tout autant d'explorer des régimes d'interaction ultrarelativistes que de fournir des sources ultrabrèves intenses et à haute cadence à une large communauté d'utilisateurs (plasmas, production de rayonnements, de particules ultra-énergétiques (neutrons, électrons, protons) ...). Les lasers ultra intenses servent également des objectifs d'astrophysique, par exemple l'étude des jets et des chocs dans des phases violentes d'accrétion éjection stellaire. En parallèle, l'utilisation des lasers ultracourts d'intensité intermédiaire s'étend à des applications de plus en plus variées (physique, transport d'information, traitement des matériaux, femtochimie, biologie, géochimie, médecine avec l'hadronthérapie, ...).

Un objectif pour l'étude de la terre interne, ainsi que la structure interne des planètes et des exoplanètes, est d'atteindre la combinaison Ultra haute pression et ultra haute température.

Actions
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soutenir les équipements, permettant de réaliser les expériences de physique extrême –haute pression, phénomènes ultra-rapides, lasers à ultra-haute intensité, plasmas chauds.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Développer l'utilisation des Grands Instruments (ESRF, Soleil, LLB, ILL)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Structurer l'utilisation des centres de champ magnétique intense.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Renforcer le réseaux des hautes pressions</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Développer des équipements sur les très basses températures</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poursuivre la structuration de la communauté des atomes froids et son couplage avec d'autres communautés : physiciens théoriciens, matière condensée, physique des particules</li> </ul>

### 1.1.3.4 Nouvelles molécules, nouveaux objets, nouvelles méthodologies de la chimie

L'introduction de concepts originaux dans un contexte de développement durable et le progrès des techniques de synthèse/caractérisation ont permis depuis peu des avancées spectaculaires dans l'obtention de molécules et

d'objets totalement nouveaux. C'est le cas, par exemple, dans le domaine de la chimie supramoléculaire, dont le champ d'action s'étend progressivement à celui des matériaux fonctionnels, et des solides à structure hiérarchisée, à celui des matériaux moléculaires et matériaux hybrides, des solides mésoporeux, dont les structures conduisent à des catalyseurs à surfaces spécifiques exceptionnelles.

C'est encore le cas dans le domaine de la synthèse totale avec en particulier la préparation de molécules complexes pour des applications dans le domaine de la santé. Suite aux grands progrès enregistrés en matière de sélectivité, il semble en effet que rien ne puisse échapper à la synthèse totale (y compris dans la synthèse de substances naturelles ou voisines de substances naturelles). Beaucoup de ces avancées sont le fruit d'une meilleure manipulation des groupes protecteurs; c'est une direction de recherche qui reste à perfectionner sans perdre de vue l'ultime but que constitue la synthèse dépourvue de groupes protecteurs.

De nouvelles méthodes de synthèse respectueuses de l'environnement, c'est-à-dire sans production de CO<sub>2</sub> et inspirées de processus naturels (par exemple la photosynthèse artificielle) doivent également être explorées.

Les propriétés de nombreux édifices obtenus ces dernières années ouvrent l'accès à des fonctionnalités inédites, porteuses de perspectives dans des secteurs variés (stockage de vecteurs énergétiques comme l'hydrogène, délivrance programmée de médicaments, procédés de séparation, production de matériaux à partir de ressources renouvelables...).

Les recherches pour sécuriser la synthèse de nouvelles substances présentant des risques, mais indispensables (par exemple les substances super-énergétiques, les carburants pour fusées, certains intermédiaires de synthèse pour médicaments...) doivent viser à la manipulation de petites quantités de réactifs et appellent les développements correspondants en microfluidique et en conception de microréacteurs.

Actions
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Etendre le réseau européen des groupes de recherche en chimie supramoléculaire</li> <li>• Etendre le domaine de la chimie supramoléculaire à l'élaboration de matériaux dotés de fonctionnalités nouvelles</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mettre en réseau un petit ensemble de laboratoires avec un objectif commun dans le domaine de la synthèse totale</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Créer de nouvelles molécules pour la production d'hydrogène et de nouveaux carburants sans production de CO<sub>2</sub></li> </ul>

L'analyse chimique, pour sa part, doit faire face à une demande sociétale très importante de la part de domaines aussi variés que ceux de l'industrie, de la santé publique, de la sécurité alimentaire, de l'environnement, de la sécurité des personnes, de la fraude et du dopage, du patrimoine historique et archéologique. Cette demande se traduit par un besoin en analyses fiables, robustes, rapides, peu coûteuses, utilisables in situ et in vivo dans le cadre de la santé, à partir de microéchantillons et respectant l'environnement. Des développements analytiques innovants, que seule une vraie culture scientifique des divers aspects de l'analyse peut fournir, sont nécessaires. Il s'agit également d'améliorer la lisibilité de la discipline, dont l'activité des équipes doit être coordonnée, et de jeter les bases utiles à une renaissance de notre industrie de l'instrumentation en analyse, florissante dans le passé. L'existence de plusieurs pôles de compétitivité préoccupés par ces questions fournit un contexte favorable, dans lequel des transferts de savoirs et de technologies innovantes sont envisageables si une véritable culture de l'analyse est transmise aux doctorants.

Actions
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regrouper régionalement les équipes développant des recherches en analyse chimique</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recenser, pour les organiser en réseau, les équipes dont les recherches en analyse chimique peuvent déboucher sur l'instrumentation</li> </ul>

La chimie théorique dont le rôle a initialement consisté à comprendre et à interpréter les propriétés physiques liées à la structure électronique des molécules pour interpréter la réactivité chimique a longtemps été un atout complémentaire aux études expérimentales. Si la modélisation des molécules s'appuie sur toute une panoplie de méthodes très performantes, celles-ci ne sont perfectibles qu'au sein d'une communauté de chimie théorique qui se préoccupe de méthodologie et de développement afin que ces méthodes de simulation puissent aussi devenir

prédictives et fournir des informations et des données avec la même précision que celles issues des méthodes expérimentales. Ce niveau de modélisation permet aujourd'hui de simuler avec une grande précision, souvent à partir de méthodes quantiques, des processus rapides pour de petits systèmes isolés. On peut obtenir ainsi des données structurales, thermodynamiques, cinétiques et spectroscopiques (UV, IR, RMN...) pour des molécules de milieux dilués dans des atmosphères planétaires et interstellaires pour lesquels les expériences de laboratoire sont très délicates voire impossibles.

L'arsenal méthodologique est plus complexe pour traiter de systèmes moléculaires de plus grande taille, ceux environnés de solvant ou en interaction, ainsi que pour aborder la description des surfaces, des interfaces et aussi celle des agrégats qui dans le domaine des nanotechnologies jouent un rôle important et particulier entre systèmes moléculaires et systèmes organisés. Atteindre la précision 'expérimentale' est aujourd'hui un défi que doit relever la communauté des chimistes théoriciens en proposant les modèles les mieux adaptés et les méthodes les plus sophistiquées pour les traiter. Les défis à relever aujourd'hui pour la chimie théorique concernent prioritairement la modélisation de ces systèmes complexes (taille, environnement, hétérogénéité, interfaces, dynamique aux temps longs, systèmes hors équilibre...) avec l'objectif de mieux décrire les modèles, d'optimiser les méthodes de traitement tant grâce au développement de codes performants que par leur adaptation sur de nouvelles générations de calculateurs, afin de s'ouvrir plus encore vers la biologie moléculaire et les sciences des matériaux, très demandeuses de ce support calculatoire.

Dans un contexte international très compétitif, la chimie théorique française doit éviter de disperser ses forces au sein de structures désirant un théoricien pour les besoins du service. Elle doit prévenir l'appauvrissement son vivier de futurs doctorants et à terme de futurs chercheurs ou enseignants-chercheurs. Le réseau français de chimie théorique créé en 2006 a été une première réponse à cette préoccupation. La politique de l'institut de chimie devrait l'accompagner dans cette démarche au travers des actions ci-après.

Actions
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Encourager et accompagner la poursuite des développements méthodologiques et maintenir un équilibre entre le développement théorique et la chimie 'calculatoire' prédictive.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soutenir en recherche le réseau français de chimie théorique en organisant des réunions scientifiques et des écoles thématiques en appui à des théoriciens isolés dans des équipes d'expérimentateurs.</li> <li>• Accompagner les prérogatives de la communauté dans la mise à disposition de logiciels non commerciaux conçus dans les laboratoires.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Valoriser la chimie théorique comme discipline de modélisation en interface avec d'autres domaines scientifiques (biologie, sciences des matériaux, sciences de l'environnement, astrophysique...)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aider la communauté de chimie théorique à lever les verrous (programmes, algorithmes...) qui se poseront demain avec la nouvelle génération de calculateurs</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eviter la dispersion des chimistes théoriciens</li> </ul>

### 1.1.3.5 Ondes, optique, optique atomique

Grâce à la versatilité exceptionnelle qu'elle offre, l'optique diffuse de plus en plus dans de très nombreux champs disciplinaires, bien au-delà de la physique, car elle s'avère extrêmement performante en matière de détection et d'imagerie, tant du point de vue de la sensibilité (détection de photons uniques) que de la rapidité (réactions chimiques, mouvements des noyaux et des électrons). L'extrême variété des méthodes spectroscopiques, toujours en développement, a diffusé dans des communautés bien au-delà de la physique comme la chimie, la biologie et le monde médical.

De nombreuses applications sont déjà mises en œuvre et devraient connaître des développements significatifs dans les années à venir, telles que la détection de molécules d'intérêt atmosphérique, de gaz à effet de serre, de traces de polluants, le suivi des constituants atmosphériques par LIDAR. Les méthodes d'imagerie dans le domaine de la biologie et de la médecine sont de plus en plus nombreuses et performantes, à des fins diagnostiques comme thérapeutiques et requièrent de multiples compétences en physique, chimie, et biologie.

L'optique non linéaire connaît également de nouveaux développements grâce par exemple à de nouvelles générations de fibres optiques dopées, à cristal photonique,... qui permettent une ingénierie de la lumière propice

à de nombreuses applications, ou encore à la génération de nanoparticules luminescentes pouvant servir de marqueurs.

L'optique atomique exploite les propriétés ondulatoires de la matière. Elle vise à adopter une grande partie des concepts de l'optique classique tout en tirant parti de la structure interne des atomes des ions ou des molécules. Les applications à différents domaines de mesures comme le temps-fréquence, la mesure de masses, de rotations, la gravimétrie et la gyrométrie sont déjà démontrées. Des débouchés industriels avec le développement d'une instrumentation compacte voire intégrée devraient émerger dans les années à venir.

La spectroscopie optique tant atomique que moléculaire est devenue un outil d'investigation de haute sensibilité dans des champs extrêmement variés. Cela concerne la détection de traces, l'étude des composants de l'atmosphère comme les gaz à effet de serre. Les applications environnementales voire à la santé (analyse des gaz exhalés) sont de plus en plus nombreuses. Les méthodes Lidar (ex. le TéraMobile) comme la spectroscopie dite CRDS en sont des exemples. La spectroscopie d'absorption linéaire de haute précision est également à la base d'une méthode alternative nouvelle à des méthodes plus conventionnelles utilisées en thermométrie.

L'optique non-linéaire est un domaine qui connaît des développements très importants grâce à des applications issues des nanotechnologies où il est possible de réaliser des régimes d'interaction en champ fort dans des nanostructures comme des puits quantiques. L'optique non linéaire à un seul photon est devenue une réalité, mais aussi, dans le domaine biologique, la spectroscopie bi-ou multiphotonique appliquée à l'imagerie biologique de haute résolution.

Actions
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Développer les méthodes d'imagerie dans les milieux complexes qu'elles soient à base d'ondes acoustiques ou optiques ainsi que leurs associations (et synergies)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Développer les microscopies multiphotoniques et à super-résolution, notamment pour les applications biologiques</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Développer les méthodes de spectroscopie optique appliquées à la physique de l'atmosphère et ses applications</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Favoriser les applications de l'optique atomique dans les domaines de l'information quantique, des mesures de haute précision</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Développer les applications de l'optique sous toutes ses formes aux mesures de haute précision</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Améliorer la connaissance du sous sol, de ses ressources et de la Terre profonde en bénéficiant des progrès en la tomographie géophysique (ondes acoustiques)</li> </ul>

Actions génériques pour la physique (communes aux axes précédents) afin de maintenir la physique française au plus haut niveau mondial et poursuivre une politique d'excellence :

Actions
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poursuivre la structuration de la communauté des physiciens à l'échelle nationale et internationale et favoriser le développement de l'interdisciplinarité</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maintenir l'excellence du recrutement et fluidifier la passerelle CNRS-Enseignement supérieur</li> </ul>

#### 1.1.4 Domaine prioritaire : Développement et complexité des êtres vivants

En Biologie, la deuxième moitié du XX<sup>ème</sup> siècle a vu un développement massif des techniques d'analyse des gènes, des molécules biologiques, des cellules et des organismes ainsi que le décryptage d'un grand nombre de mécanismes de base de la Vie.

Le principal défi qui nous attend sera de réaliser l'intégration de ces connaissances moléculaires et cellulaires, pour parvenir à la compréhension des processus intégrés du Vivant. Il nous faut désormais comprendre comment ces éléments et mécanismes de base interagissent et s'interconnectent, comment la diversité, la robustesse et

l'adaptabilité naissent des molécules, du génome et des processus physiques et chimiques de base. L'intégration des données de la génomique alimentera la perception que nous avons de la physiologie de la cellule.

Ainsi, après un XX<sup>ème</sup> siècle qui a dévoilé les bases physico-chimiques du vivant, la nouvelle révolution de la biologie au XXI<sup>ème</sup> siècle doit mener à la compréhension des conditions d'apparition et d'évolution de la vie sur terre et de celles de son devenir sur la terre en interaction avec l'environnement.

Cette révolution repose sur l'intégration des données et de l'analyse des systèmes dans tous les domaines de la Biologie : molécules, cellules, tissus, organes, organismes entiers, populations.

Certains domaines devront être particulièrement développés :

- a) Des études à grande échelle à partir de l'acquisition récente des connaissances sur les génomes seront conduites. Les enjeux principaux seront de disséquer les mécanismes de régulation, d'établir les réseaux d'expression génique et leur évolution, dans le domaine vivant, des microorganismes aux eucaryotes.
- b) Pour comprendre les mécanismes à la base de la fonction des machines moléculaires de la cellule, des études fonctionnelles sophistiquées devront être couplées aux études structurales de complexes moléculaires de taille de plus en plus importante. L'interaction étroite entre structuralistes, biophysiciens et biologistes cellulaires permettra ainsi de décrypter les mécanismes permettant à une cellule de migrer, de se diviser ou d'organiser le trafic entre ses divers compartiments cellulaires.
- c) Connaître les codes qui gouvernent le développement des organismes et développer des approches comparatives moléculaires et cellulaires du développement pour en tirer des règles générales. Comprendre les questions de bifurcation, de gain ou de perte de fonctions permettant l'évolution des espèces.
- d) Développer des approches *in silico* permettant de prédire ou modéliser des systèmes biologiques, de la fonction d'une biomolécule aux réseaux d'interactions noués dans des contextes physiologiques différents.
- e) Décoder les processus cérébraux qui permettent les fonctions cognitives et la compréhension des comportements.

En conclusion, la combinaison d'approches allant du moléculaire à l'intégré, avec le concours de la physique, de la chimie, des mathématiques, de l'informatique et des sciences humaines et sociales, devrait conduire à un essor considérable des connaissances sur le fonctionnement des organismes vivants et leurs interrelations qui, à partir d'une compréhension approfondie du vivant, aura des répercussions considérables pour le développement durable et l'homme dans le système Terre (environnement, biodiversité, santé, nutrition, etc).

#### 1.1.4.1 Comprendre les processus d'expression des génomes

L'acquisition récente des connaissances sur les génomes permet d'entreprendre des études à grande échelle. Les enjeux principaux sont d'identifier les mécanismes impliqués dans le remodelage de la chromatine, les phénomènes épigénétiques, d'implication des ARN d'interférence. Les défis principaux seront de comprendre les mécanismes épigénétiques et les régulations mettant en jeu le monde encore insondé des ARNs.

L'utilisation de nombreux organismes modèles permettra de suivre l'évolution du vivant et la montée en complexité de l'expression génique. Le développement de la génomique comparée devrait conduire à la découverte de nouvelles fonctions de régulation des génomes et à la découverte de nouveaux réseaux métaboliques potentiellement utilisables en biologie synthétique.

La compréhension du grand nombre de données de la génomique est un enjeu majeur de la biologie des prochaines années. Ceci impliquera un certain nombre d'actions convergentes importantes.

Actions
• Soutenir le développement de la bio-informatique pour l'annotation des données génomiques
• Soutenir le développement de la génomique des micro-organismes
• Comprendre les réseaux d'interaction génétique
• Développer des approches épigénétiques et explorer l'expression des génomes en fonction de l'environnement
• Développer la physico-chimie de l'ADN et fournir de nouveaux outils moléculaires (ADN modifié)

#### 1.1.4.2 Accroître les connaissances sur les mécanismes moléculaires, cellulaires et physiologiques qui gouvernent les grandes fonctions des organismes

L'enjeu est de pouvoir analyser et quantifier en temps réel les mécanismes qui contrôlent les assemblages moléculaires et les réseaux d'interactions entre les protéines dans les cellules. De la même façon, le mouvement régulé des composants des cellules et l'intégration des cascades de signalisation régulant les grandes fonctions cellulaires et tissulaires lors d'événements physiologiques devront être élucidés pour permettre d'agir plus efficacement en thérapeutique ou en biologie synthétique.

Actions
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyser la localisation et l'évolution des constituants moléculaires et cellulaires de l'organisme.</li> <li>• Développer des traceurs et agents de contraste performants pour l'imagerie <i>in vivo</i></li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Développer les outils de l'imagerie fonctionnelle</li> </ul>

#### 1.1.4.3 Comprendre les mécanismes du développement des organismes.

Les enjeux majeurs sont de décoder l'information responsable de la morphogenèse des organismes. L'utilisation de différents modèles de développement combinée à des approches moléculaires et cellulaires permettra d'atteindre une compréhension des mécanismes du développement et de l'évolution des espèces animales et des espèces végétales. La combinaison du décryptage des mécanismes de régulation de l'expression du génome et ceux du développement devra aussi être appliquée aux recherches sur les cellules souches.

Actions
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Développement de l'ingénierie synthétique des organismes</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Développement de la biologie évolutive comparée</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Développement de la biologie marine</li> </ul>

#### 1.1.4.4 L'interface physique-biologie-chimie

L'interface physique-biologie-chimie est une priorité, à tous les niveaux d'organisation du vivant. L'étude et la manipulation de molécules individuelles a rendu possible l'observation en temps réel du fonctionnement biologique (enzymes, moteurs moléculaires). De nouvelles méthodes optiques d'imagerie (microscopie non-linéaire, tomographie cohérente et incohérente, à champ évanescent ...) offrent de nouvelles perspectives, tant en biologie que pour des applications médicales. Le domaine des biopuces, déjà très utilisées en biologie et en médecine, doit être développé sous des formes originales.

A un niveau de complexité supérieur, la biologie cellulaire doit bénéficier de multiples approches relevant de la physique et de la chimie, qui permettent d'appréhender des processus complexes comme l'adhésion cellulaire, la fusion membranaire, la signalisation ou le transport, ouvrant sur la « bio-ingénierie ». Les réseaux biologiques (réseaux génétiques, ou de protéines) sont omniprésents dans la matière vivante et génèrent un grand nombre de boucles de régulation dans la cellule ou entre cellules. Cette « biologie des systèmes », doit être soutenue par des interactions avec la physique et l'ingénierie.

Actions
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Faire émerger des champs disciplinaires nouveaux aux interfaces, en particulier physique- chimie-biologie en favorisant le dialogue entre instituts</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elargir les connaissances dans les domaines de la chimie prébiotiques et des molécules interstellaires</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Développer les efforts dans l'instrumentation et la technologie de pointe</li> </ul>

#### 1.1.4.5 Développer les approches et les modèles pour comprendre les origines de la vie et son évolution sur notre planète

Plus de 120 molécules différentes ont été observées à ce jour dans le milieu interstellaire. La compréhension des mécanismes de formation de ces molécules est une étape importante pour comprendre la synthèse de la matière organique et la formation et l'évolution des organismes eux-mêmes ainsi que des structures plus complexes. L'étude de la matière primitive du système solaire et l'exploration spatiale des planètes telluriques permettront de répondre aux questions concernant l'éventuelle présence de traces de vie extraterrestre.

Actions
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Développer l'exobiologie française, en l'intégrant dans les recherches interdisciplinaires (géochimie et physique des corps primitifs du système solaire) incluant la biologie structurale</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Développer les observations, les approches expérimentales et les modèles pour comprendre les origines de la vie et son évolution sur notre planète</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Développer des moyens d'exploration et de modélisation de la Terre profonde et des géomatériaux et de son impact sur les écosystèmes</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diffuser la connaissance par des opérations grand public</li> </ul>

Actions communes aux axes précédents :

Actions
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Favoriser les meilleures équipes et les plus en pointe sur le front de la connaissance</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Développer les projets « à risque »</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Encourager les projets émergents, en particulier pour les nouvelles équipes</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soutenir les plates-formes expérimentales mutualisées, en collaboration avec des scientifiques d'autres disciplines</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soutenir les collaborations scientifiques entre chimistes, biologistes, astro- et géophysiciens</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Renforcer le potentiel français en biogéochimie</li> </ul>

### 1.1.5 Domaine prioritaire : La connaissance de l'homme et des sociétés

C'est en synergie avec les autres grandes disciplines scientifiques que les sciences humaines et sociales devront aborder les questions intellectuelles, économiques, sociales ou politiques de notre époque. La recherche en sciences humaines et sociales sera de plus en plus appelée à penser et élaborer les choix de société, les choix éducatifs ou géopolitiques de demain. La réponse à ces enjeux repose sur la capacité à la fois rétrospective et prospective de l'INSHS à élaborer de nouveaux savoirs, de nouveaux outils de connaissance, de nouveaux critères de conservation du patrimoine humain et environnemental.

Cette recherche doit s'effectuer dans 4 axes principaux :

- Cultures et Sociétés dans l'histoire
- Hommes, société et environnement
- Comportement, Cognition, Communication
- Les mondes contemporains

#### 1.1.5.1 La structuration des sciences humaines et sociales

La structuration des sciences humaines et sociales, notamment dans le cadre d'un Institut, doit garantir :

- l'intégration des compétences et des savoirs autour d'objets de recherche libérés des contraintes d'une organisation sectorielle
- la mobilisation de la communauté nationale des chercheurs dans l'espace européen et international par une organisation en réseaux
- l'excellence disciplinaire et la prise de risque sur des domaines émergents
- la pluralité des cultures scientifiques

- une recherche en prise avec des terrains et observations de longue durée

Elle s'organise autour de plusieurs grandes actions communes.

Actions
• Accroître la visibilité des travaux français en Sciences Humaines et Sociales au niveau international
• Accroître l'efficacité de l'action internationale
• Soutenir les domaines d'excellence où l'initiative universitaire est insuffisante, selon un principe de subsidiarité
• Accompagner la formation de pôles d'excellence et la définition par les universités de priorités scientifiques
• S'appuyer sur les Grands Equipements pour offrir une infrastructure mutualisée de recherche de très haut niveau (archives, bibliothèques, bases de données, expertise de haute technologie)
• Soutenir l'interdisciplinarité

### 1.1.5.2 Cultures et sociétés dans l'histoire

Ce domaine rassemble les disciplines qui abordent l'histoire, les aires culturelles et les productions de la pensée humaine dans la longue durée selon une approche à la fois monographique, érudite et comparative. Les recherches ont ici pour point commun de créer et d'utiliser des outils d'analyse et des modèles interprétatifs et critiques qu'elles appliquent aux systèmes de signification et aux productions culturelles des sociétés du passé et des mondes éloignés. Elles prennent en compte l'interaction sociale et les transferts culturels entre les espaces historiques et les systèmes symboliques. Ces méthodes éprouvées, fondatrices de notre tradition intellectuelle, sont aujourd'hui renouvelées par l'usage des nouvelles technologies de l'information et de la communication.

Ces recherches appliquées aux systèmes de signification abordent avant tout les langues, en l'occurrence les langues du passé et celles qui sont en usage dans des pays éloignés, en particulier celles des peuples sans écriture. L'exploration et la description des très nombreuses langues en voie de disparition du fait des conditions du monde moderne est un objectif majeur et urgent, qui fait l'objet d'entreprises importantes à l'échelle internationale.

Les objets de recherche de ce chapitre relèvent aussi bien de la culture matérielle (monuments, vestiges archéologiques) que du patrimoine immatériel (traditions orales, textes, archives). La mise en perspective historique et l'approche comparative permettent de mieux comprendre les logiques sociales inscrites dans des contextes transculturels et de mieux situer les évolutions passées et les enjeux plus contemporains – traditions et mémoires, revendications identitaires et recherche d'universaux. Le dynamisme des « cultural studies » et l'histoire sociale des aires culturelles obligent à repenser la centralité et la pluralité des mondes, autant que leurs interactions.

Les liens sont constants avec les autres domaines des sciences humaines et sociales et ceux des autres instituts. L'archéologie, si elle est naturellement adossée à l'histoire, mobilise les techniques de calcul et d'investigation les plus sophistiquées ; en outre, elle ne peut plus aujourd'hui se concevoir sans une réflexion globale sur l'environnement mobilisant les sciences du vivant et de la terre, la chimie et les mathématiques. C'est aussi au carrefour de tous ces champs disciplinaires que s'élaborent les réflexions et l'apport épistémologique de l'histoire et de la philosophie des sciences. De même, les programmes d'édition et d'archivage électronique impliquent un lien étroit de ce domaine avec l'INST2I en vue de développer des bases de données au service d'une véritable édition électronique scientifique, qui contribue à mieux préserver la mémoire collective et la diversité culturelle, à en assurer la diffusion à un public plus large et plus international et à favoriser ainsi la valorisation du patrimoine culturel et textuel.

Actions
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construire les instruments du savoir historique pour les sciences de l'érudition :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>-épigraphie</li> <li>-codicologie</li> <li>-philologie</li> <li>-papyrologie</li> </ul> </li> </ul>



- |   |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fédérer les recherches en archéologie</li> </ul>   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Renforcer les recherches sur l'aire méditerranéenne</li> </ul>   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Développer les recherches sur les mondes extra-européens (en particulier asiatique)</li> </ul>   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mettre en relief l'évolution des Sciences à travers les questionnements philosophiques</li> </ul>  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Assurer et développer la place des revues françaises archéologiques et ethnologiques dans la production scientifique internationale</li> </ul> |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mener des recherches sur l'exploration et la description des langues en voie de disparition</li> </ul>   |

### 1.1.5.3 Hommes, sociétés et environnement

Les thématiques de recherche concernent l'étude des grandes fonctions et mutations sociétales, interactions hommes - sociétés - milieux, globalisation, institutions, gouvernance et politique publique, métropolisation, patrimonialisation, modes de vie et lien social, etc.

Attentives à l'interaction entre réalités sociales, individus et environnement, les disciplines réunies dans ce domaine focalisent leurs travaux sur l'étude des sociétés humaines dans l'espace et dans le temps. S'appuyant sur les relations tissées de longue date avec les sciences de la vie, les sciences de la nature, les sciences formelles et les sciences de l'ingénieur, l'approche est ici résolument interdisciplinaire et se fixe pour objectif l'émergence d'objets et de méthodes renouvelés dans le respect des identités disciplinaires.

Articulant approches qualitatives et méthodes quantitatives, les différents points de vue disciplinaires ont ici pour objectif de contribuer à la compréhension et à la connaissance des objets complexes que sont l'humain et son environnement, la culture, les normes qui régulent la ou les sociétés.

Actions
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permettre le développement (acquisition, maintien, jouvence) des capacités analytiques principalement physico-chimiques à mettre en œuvre dans le cadre de problématiques de l'INSHS</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Assurer l'archivage pérenne et coordonné des données de fouilles et d'enquêtes et sa diffusion auprès de la communauté scientifique</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Optimiser les ressources en simulation 3D appliquée à l'archéologie et à l'architecture</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monter des coopérations inter-instituts en mathématiques (systèmes complexes), en Nanosciences et nanotechnologies avec les sciences de la vie santé/société, concernant l'environnement et le patrimoine culturel et naturel et pour tout ce qui concerne la régulation de la recherche : « réseau droit, sciences et techniques »)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Donner les moyens scientifiques d'appréhender les enjeux de l'Environnement et du Développement Durable (histoire, philosophie, droit, économie, politique et planification linguistique, sauvegarde des langues en danger)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Etablir des coopérations inter-instituts INSHS, INEE sur toutes les thématiques concernant la co-évolution Société/milieu (anthropologie biologique, paléoenvironnement, histoire, archéologie, paléolinguistique)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprendre l'impact des changements environnementaux sur les sociétés, en longue durée</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifier les actions anthropiques passées et leurs signatures sur le milieu tropical. (étude des modalités et évolution de la mise en exploitation agricole du milieu tropical)</li> </ul>

### 1.1.5.4 Connaissance, Cognition, Comportement, Communication

L'analyse de l'univers mental, des représentations symboliques, des processus de connaissance, des logiques de l'action et du comportement humain repose sur des savoirs autonomes (linguistique, psychologie, neurosciences, sociologie, anthropologie, logique, philosophie, gestion et sciences économiques). Ce domaine pluriel partage des objets multidisciplinaires avec les sciences de la vie (sciences cognitives) et les sciences formelles (informatique, mathématiques, linguistique). D'autre part, il est caractérisé par d'intenses croisements méthodologiques. L'étude des grandes fonctions mentales et des activités humaines peut être ainsi abordée du point de vue de leur substrat neuronal, de leurs précurseurs dans l'évolution phylogénétique, de leurs

développements ontogénétiques, de leurs dysfonctionnements et de leurs pathologies, mais aussi du point de vue de leurs déterminants sociaux.

Une place importante est accordée au langage en tant que paradigme à partir duquel se sont pensés et se pensent les systèmes de représentations symboliques complexes dans le champ de la cognition humaine et artificielle. Il s'agit également, dans le cadre des sciences du langage, d'aborder la linguistique proprement dite, c'est-à-dire l'analyse des structures des langues, tâche longue, difficile, et d'une haute spécificité, où se groupent diverses disciplines, comme l'analyse du discours, l'étude de l'interaction communicative, les soubassements psychologique, neurologique et sociologique de l'activité langagière, etc., toutes en rapport évident avec d'autres sciences (de l'homme ou de la nature) et d'ores et déjà ouvertes aux applications de l'informatique (traitement de données massives, simulation, etc.) et à la formalisation.

D'autre part, l'articulation économie / information permet d'aborder la question des choix individuels et de leur coordination (neuro-économie entre autres) et la psychologie cognitive individuelle fait glisser la logique et la théorie de la décision d'un point de vue normatif à une perspective descriptive.

Enfin, la sociologie et l'anthropologie, qui éclairent de manière décisive les manifestations de la conduite et de la pensée humaines, sont à leur tour transformées par l'usage des modèles dynamiques issus de la physique et des techniques de simulation informatique. La construction de théories explicites est validée par le recours à des méthodes de sophistication croissante : construction de bases de données numérisées, modèles d'équations structurelles, méthodes longitudinales, méthodes d'enquêtes, expérimentations en temps réel, simulations. Cet effort de recherches convergentes est porteur de nouvelles applications dans le domaine de l'ergonomie et de la robotique, de l'éducation, de la santé, des organisations et de la socialisation.

Actions
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Créer des centres de compétences susceptibles de s'adapter aux évolutions rapides des modes de traitement de l'information linguistique multi média</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poursuivre la documentation, l'archivage, la numérisation et le stockage des corpus notamment pour les langues non décrites (Afrique, Asie, Océanie), bases d'une recherche typologique et théorique sur les variations et invariants langagiers</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Développer les travaux de simulation, les outils de formalisation (logique, mathématiques discrètes) pour la construction de théories explicatives du langage</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se doter d'une instrumentation de pointe et d'équipements spécifiques pour conduire des recherches interdisciplinaires sur la cognition</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Développer les investigations en imagerie spécifiques de la cognition des fonctions langagières</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• S'orienter vers une modélisation intégrée des niveaux de représentations psycho-linguistiques prenant en compte le contexte</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Développer les outils didactiques dans l'acquisition des langues</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Développer l'exploration et l'analyse des langues, de débats théoriques appelés par l'évolution actuelle de la discipline</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apporter une attention particulière à la diffusion internationale des travaux des linguistes français</li> </ul>

### 1.1.5.5 Les mondes contemporains

Ce domaine rassemble les recherches pluridisciplinaires portant sur la mondialisation des espaces historiques et des « aires culturelles » confrontés à l'accélération des flux d'information, aux défis de la croissance démographique et urbaine, à la circulation des mouvements migratoires, qui imposent un changement d'échelle sans précédent dans l'histoire de l'humanité. La contemporanéité des mondes, qu'ils soient asiatiques, indiens, africains, océaniques, ou américains, européens, les inscrit dans une même temporalité et un même espace où l'histoire sociale des interactions coloniales et la géographie des territoires nationaux ont joué un rôle fondamental. Il appartient à la recherche de décrire et analyser les processus et les effets de la globalisation, l'émergence des nouvelles puissances économiques et proposer une meilleure connaissance de leur système productif ; ce domaine prend en compte les rééquilibres géopolitiques qui en découlent. Dans ce cadre, sont

aussi examinées les mutations institutionnelles, familiales, religieuses et culturelles qui interagissent avec les phénomènes de la globalisation. Ces recherches s'appuient sur des terrains de longue durée et des pratiques comparatives éprouvées pour mieux comprendre la reconfiguration des frontières « naturelles », historiques et morales de l'humanité.

Actions
<ul style="list-style-type: none"><li>• Soutenir les projets émergents qui répondent aux mutations internationales de la recherche : phénomènes migratoires, urbanisation, crises économiques et financières internationales et leur régulation</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Renforcer le potentiel d'intervention scientifique sur les thématiques contemporaines</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Encourager l'essor des recherches sur les effets sociaux, économiques et écologiques de l'incertitude, et le rôle des institutions face aux actions hautement incertaines</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Enrichir la modélisation en sciences sociales et en économie par l'utilisation de plates-formes informatiques logicielles</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Assurer l'archivage pérenne des fonds statistiques issus des ministères spécialisés et des établissements de recherche scientifique</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Développer des ressources techniques mutualisées pour les recherches en cinéma et arts du spectacle, et pour l'analyse des textes</li></ul>

## 1.2 ENJEU « Relever les grands défis planétaires »

### 1.2.1 Domaine prioritaire : Environnement et Climat

Le domaine Environnement et Climat concerne tous les champs disciplinaires du CNRS. Un soutien tout particulier sera apporté à la compréhension des changements climatiques et de leurs interactions avec les systèmes écologiques et sociaux, à la mise au point des méthodes et concepts pour un diagnostic environnemental prenant en compte les impacts anthropiques à toutes les échelles, à la recherche sur la biodiversité pour la préserver et la valoriser.

La recherche sur l'atmosphère doit améliorer la capacité prédictive des modèles atmosphériques, la compréhension du rôle des nuages dans le bilan radiatif, de celui des réactions chimiques dans l'atmosphère et d'une manière générale la mise en évidence des grands cycles biogéochimiques pilotant la composition atmosphérique. Les travaux sur l'amélioration des modèles climatiques et sur la compréhension de l'état climatique de la Terre avant l'ère industrielle (par exemple, le rôle de l'activité solaire...) doivent être soutenus.

Concernant l'océan, un effort particulier doit être fait sur la caractérisation de la contribution de l'océan à la variabilité climatique, par les échanges océan-atmosphère et continent-océan et par l'incidence du vivant sur la chimie de l'océan et l'évolution des zones côtières.

L'impact des changements climatiques et environnementaux sera abordé au travers des questions sur les risques induits, la vulnérabilité des ressources, les effets sur les écosystèmes, la santé, l'économie et les territoires. Les résultats devront pouvoir soutenir des choix socio-économiques et des stratégies d'adaptation et de mitigation.

#### 1.2.1.1 Evaluer, modéliser et comprendre les changements climatiques et leurs impacts

La modélisation du changement climatique permettant de comprendre les rythmes d'évolution et les niveaux atteints doit s'accompagner d'un effort particulier pour prévoir les impacts de ces changements sur les systèmes écologiques et les sociétés ainsi que des rétroactions de ces derniers sur le système climatique. Les modèles sur les changements climatiques devront inclure les effets du fonctionnement des écosystèmes et de leur évolution.

Actions
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Décrire, comprendre, prédire les effets des changements globaux sur les différents niveaux d'organisation du vivant et leurs interactions</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Développer des modèles numériques communautaires pour intégrer des processus de nature différente, gérer les interfaces entre milieux et appréhender le couplage des processus définis sur des gammes d'échelles spatio-temporelles très larges</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Intensifier les actions de recherche et d'expertise sur la modélisation et la prévision du changement global (climatique et anthropique) et de ses conséquences mondiales et régionales.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Développer et poursuivre les expertises internationales en lien avec les institutions européennes sur le changement climatique</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Développer les dispositifs expérimentaux permettant de simuler différentes conditions expérimentales et de mesurer les réponses des systèmes écologiques de différents niveaux de complexité</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disposer d'un système de suivi des différents domaines environnementaux, au bon niveau d'organisation géographique, pour rendre compte des impacts et des évolutions et renforcer l'exploitation des systèmes d'observation spatiaux et terrestres</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Développer les campagnes marines pluri-disciplinaires afin d'améliorer la quantification des processus physiques, chimiques et biologiques aux interfaces Continent/Océan et Atmosphère/Océan et l'évolution de la biodiversité dans tous les environnements marins</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Continuer la reconstruction systématique des paléo-climats et des environnements passés</li> </ul>

### 1.2.1.2 Faire le diagnostic environnemental

Le diagnostic environnemental doit impérativement comporter la mise en place d'indicateurs permettant d'identifier la part des activités humaines dans les modifications constatées dans les différents compartiments des écosystèmes en s'attachant à déterminer la part des interactions entre anthropique et naturel à toutes les échelles. Une attention devra être portée sur certains écosystèmes vulnérables et/ou soumis à de fortes pressions anthropiques (e.g. récifs coralliens, îles, mangrove, littoral...).

Actions
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Progresser sur la compréhension des systèmes complexes environnementaux, à toutes échelles</li> <li>• Evaluer la vulnérabilité des milieux naturels ou anthropisés, et définir les mesures de prévention</li> <li>• Mieux comprendre les impacts de ces usages en vue du maintien de la qualité des milieux terrestres et des zones côtières.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Développer la chimie analytique à but diagnostique</li> <li>• Etudier les milieux chimiques complexes (matières organiques et minérales, interfaces aqueuses...)</li> <li>• Développer les méthodes d'analyse optique/spectroscopique, notamment de traces de polluants dans l'atmosphère</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprendre, puis prévoir les risques naturels et leur impact et mesurer le rôle des activités humaines sur leur déclenchement, leur fréquence, leur intensité.</li> <li>• Comprendre les mécanismes conduisant aux évolutions et favorisant les événements extrêmes et mesurer leurs conséquences</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Renforcer les réseaux de capteurs physiques, chimiques et biogéochimiques de l'environnement et développer des systèmes de traitement de données</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Développer des outils et capteurs aéroportés, satellites et marins (via les OSU)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaborer les bases scientifiques d'un calcul de vulnérabilité aux crises et aux changements majeurs</li> </ul>

### 1.2.2 Domaine prioritaire : Développement durable, ressources, biodiversité

La notion de Développement Durable a été définie notamment dans le rapport Bruntland sous les termes :

« Humanity has the ability to make development sustainable - to ensure that it meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs. The concept of sustainable development does imply limits - not absolute limits but limitations imposed by the present state of technology and social organization on environmental resources and by the ability of the biosphere to absorb the effects of human activities »

Si la première partie de la phrase est souvent citée « Un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs. », la deuxième l'est beaucoup moins « Ce concept de Développement Durable implique des limites : pas des limites absolues mais celles imposées par l'état de la technologie disponible, l'organisation sociale pour l'accès aux ressources et la capacité de la biosphère à « absorber » les impacts ou conséquences des activités humaines. »

La connaissance des ressources disponibles et l'évaluation des seuils compatibles avec une gestion durable de celles-ci constituent un enjeu actuel fort du CNRS en terme de priorité dans son souci de contribuer, par la recherche, au développement durable. Grâce à l'ingénierie durable (également appelée éco-conception) on doit parvenir à intégrer l'environnement au processus de conception et d'élaboration d'un produit ou à la mise en œuvre d'un service. Elle tient compte du cycle de vie et a pour objectif principal de diminuer les impacts environnementaux (pollution de l'air, de l'eau, des sols, toxicité, utilisation des ressources naturelles,...) des produits sans remettre en cause la qualité.

La lutte pour la biodiversité constitue un enjeu majeur pour l'humanité ; atteindre l'objectif d'une « forte réduction du rythme actuel de perte de diversité biologique en 2010 » demande une mobilisation forte des chercheurs pour proposer des scénarios prédictifs, fournir les bases scientifiques de l'ingénierie écologique et construire les méthodes de gestion durable de la biodiversité. C'est pourquoi le CNRS continuera à jouer un rôle moteur dans la Fondation de recherche pour la Biodiversité pour la coordination des recherches et la mise en place d'une politique scientifique concertée dans les domaines de l'écologie globale, de la biodiversité et du développement durable, avec notamment l'ANR et les ministères concernés.

### 1.2.2.1 Connaître, gérer et valoriser la biodiversité

Le champ des recherches fondamentales portant sur la composition, l'histoire et la dynamique de la biodiversité, les modalités et les mécanismes de son évolution, est indispensable à la compréhension des processus en cours impliquant la biodiversité, ses transformations et sa gestion. La biodiversité en tant que ressource doit être l'objet d'une attention particulière.

La valorisation de la biodiversité en tant que ressource et services écosystémiques (molécules d'intérêt économique ou médical, capacités nouvelles de remédiation des milieux dégradés), modèle pour des innovations technologiques (bionique) est un enjeu majeur tout comme son rôle comme facteur essentiel de la stabilité des écosystèmes et sa valeur patrimoniale et culturelle. Pour cela, le CNRS positionne ses recherches sur les grands systèmes naturels et anthropiques et leurs interfaces.

Actions
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Accroître notre connaissance de la biodiversité (dénombrement et description des espèces, relations horizontales, verticales, modalités des mécanismes d'évolution) ; connaître l'établissement de la biodiversité aux différentes échelles de temps est aussi une mission du CNRS menée en collaboration avec le MNHN.</li> <li>• Construire des bases de données interactives au niveau mondial.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Etudier la biodiversité passée (paléontologie, paléoenvironnement)</li> <li>• Soutenir les nouvelles approches en matière de systématique moléculaire. (Bar coding)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Favoriser la génomique environnementale pour couvrir au mieux la diversité des organismes</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Encourager l'utilisation des microorganismes pour la dépollution ou la synthèse propre de composés d'intérêt industriel ou pharmaceutique</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Valoriser la biodiversité : identifier les intermédiaires de synthèse les plus appropriés pour la mise au point de nouveaux matériaux et procédés, et rechercher les fonctionnalités les plus intéressantes offertes par ces sources renouvelables de matières premières ; les ressources vivantes restent au centre de ces préoccupations</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluer la biodiversité en tant que ressource et services écosystémiques : molécules d'intérêt thérapeutique, remédiation, services écosystémiques ...</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Développer les recherches sur les interactions biotiques (symbiose et parasitisme chez les végétaux, les animaux et les microorganismes)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prendre en compte la biodiversité dans les activités économiques : paysages, zones de production agricole et d'aquaculture, agroalimentaire, bien-être des populations</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contribuer à l'élaboration de procédures de gestion durable des ressources vivantes</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soutenir l'étude de la biodiversité en milieu tropical (Guyane) : Développer le dispositif instrumental des Nouragues (étude de la canopée ; Inselberg et COPAS).</li> </ul>

### 1.2.2.2 Soutenir la prise en compte du développement durable dans les entreprises

Un des défis majeurs auxquels sont confrontées nos entreprises dans les décennies à venir est la prise en compte du développement durable dans ses pratiques quotidiennes. Les aspects à considérer sont nombreux, et certains appellent d'ores et déjà des réponses immédiates. Il s'agit par exemple de la réglementation REACH, qui, au-delà des contraintes qu'elle impose, va offrir de nombreuses opportunités en vue de la substitution de produits d'usage courant, tout comme des projets et programmes d'écotoxicologie à venir.

Actions
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interagir plus étroitement avec les entreprises pour la prise en compte du développement durable.</li> <li>• Déterminer les verrous scientifiques généraux et internes aux entreprises et identifier les communautés scientifiques susceptibles d'y répondre.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consolider la Chimie pour le Développement Durable et d'une manière plus générale les Sciences de l'Ingénieur pour le développement durable</li> <li>• Valoriser les ressources renouvelables comme sources de nouveaux produits et matériaux</li> <li>• Développer les synthèses, milieux et procédés éco-compatibles</li> <li>• Renforcer l'interface du Génie des procédés et de la Chimie dans le domaine des matériaux et des procédés propres.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cerner la part des produits à substituer dans le cadre des obligations de REACH</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rechercher un modèle global de développement durable incluant les ressources (en matières premières et énergie), les transferts, la consommation, l'impact environnemental et sociétal</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluer l'impact des actions de développement économique sur le milieu et les sociétés tropicales</li> </ul>

### 1.2.2.3 Développer l'Economie du développement durable

Penser la gestion des territoires pour un développement durable nécessite de reconcevoir les modes de développement et leurs finalités, afin d'intégrer les diverses contraintes environnementales qui agissent souvent sur le moyen et le long terme de l'échelle locale à globale. Ceci nécessite de développer des approches intégrées des territoires au Système Terre.

Actions
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Développer des modèles intégrant les différentes dimensions du développement durable (économie, environnement, sociologie...)</li> <li>• Sensibiliser l'ensemble des communautés scientifiques à la notion de territoire (en tant qu'objet géographique, social et culturel) pour la prise en compte du développement durable</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaborer une stratégie de gestion éco-responsable des territoires ruraux, des villes</li> <li>• Elaborer une stratégie de gestion de l'eau basée sur la notion de territoire ( ex : programme interdisciplinaire Eaux et Territoires avec le MEEDDAT et le Cemagref)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Faire émerger une communauté interdisciplinaire autour des changements environnementaux planétaires contribuant aux stratégies d'adaptation et de mitigation</li> </ul>

### 1.2.2.4 Faire l'inventaire des ressources et les gérer

Un des grands défis de la planète sera la rareté des ressources face à une demande en expansion (eau, pétrole, aliments...) ; il convient d'analyser et de comprendre les mécanismes qui relient disponibilité et accessibilité et de mettre en place des outils efficaces pour la gestion des crises. Dans l'inventaire des ressources, il faut également tenir compte des matières premières non énergétiques (métaux et matériaux), nécessaire au développement industriel, dont les ressources sont limitées et le recyclage problématique. Le CNRS travaille en collaboration avec le BRGM, l'IFP et d'autres organismes afin de développer les outils conceptuels et de comprendre les mécanismes et les processus.

Actions
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Développer les recherches intégrées sur les services écosystémiques (eau, sols, air, vivant,...) en vue d'effectuer l'inventaire des ressources, d'en comprendre les dynamiques et d'innover en matière de gestion</li> <li>• Développer les recherches sur la Terre profonde en vue d'effectuer l'inventaire des ressources minérales et d'en favoriser une exploitation « durable »</li> <li>• Améliorer la connaissance des réservoirs sédimentaires pour leurs ressources en énergie, eau et leur capacité</li> </ul>

à stocker les effluents et les déchets

- Développer les technologies susceptibles d'améliorer les rendements d'exploitation (pétrole, eau, mines,...)

### 1.2.3 Domaine prioritaire : Energie

Récemment, les signes économiques avant-coureurs d'une raréfaction des ressources énergétiques fossiles ont signalé au monde, de façon spectaculaire, que la production et l'utilisation de l'énergie compteront parmi les enjeux majeurs du XXI<sup>ème</sup> siècle. Aujourd'hui, les combustibles fossiles représentent 80% de l'énergie primaire consommée par l'humanité. Tout indique que cette dépendance va encore perdurer sur le court et moyen terme, entraînant un accroissement important des émissions de gaz carbonique (CO<sub>2</sub>). Une grande majorité des experts du climat s'accordent pour associer un tel accroissement de la proportion de gaz à effet de serre anthropiques (CO<sub>2</sub>, mais aussi méthane, oxydes d'azote, ...) dans l'atmosphère à un fort réchauffement climatique séculaire aux conséquences imprévisibles pour nos sociétés.

Il apparaît donc important qu'un organisme public comme le CNRS se mobilise sur un ensemble ambitieux de recherches visant à minorer l'appel aux combustibles fossiles (hydrocarbures, charbon), à diminuer les impacts potentiellement négatifs de leur utilisation, à préparer un ensemble cohérent d'énergies de remplacement et à réduire les consommations de nos sociétés par une amélioration de l'efficacité énergétique.

Parmi les thématiques qui sont considérées par l'organisme on citera l'abattement du CO<sub>2</sub> (nouveaux carburants issus de la biomasse, capture et séquestration du CO<sub>2</sub>), les nouveaux concepts de conversion économes (convertisseurs électromécaniques, échangeurs de chaleur), la récupération de chaleur (par exemple thermoélectricité), l'apport du nucléaire, le photovoltaïque, les piles à combustible et les méthodes de stockage et de distribution. En ce qui concerne l'utilisation efficace de l'énergie, dans la mesure où le secteur du bâtiment représente 46%<sup>1</sup> de la consommation énergétique nationale et 25% des rejets de CO<sub>2</sub>, un important programme est consacré au « bâtiment intelligent » sobre en énergie. Finalement, le Centre s'attache à évaluer l'impact potentiel de ces nouvelles technologies par des analyses de cycle de vie incorporant les aspects environnementaux, économiques et sociétaux.

Le CNRS mène des recherches amont sur l'énergie en partenariat avec l'ADEME (ERANETs : INNER, Smart grids, allocations), le CEA (INES, FClab, CS du LITEN...), le MEEDDAT (agro-carburants) et participe aux comités de pilotage de l'ANR (Bioénergies, capture et stockage CO<sub>2</sub>, Stock-E).

#### 1.2.3.1 Utilisation optimisée de l'énergie

Agir sur l'efficacité énergétique est en fait considéré comme un levier primordial pour réduire nos émissions de CO<sub>2</sub>. Cela passe tout d'abord par l'amélioration des composants et des systèmes et nécessite en particulier le développement de méthodes et d'outils en vue de leur optimisation exergétique. Une autre voie générique et porteuse de progrès réside dans l'augmentation des performances des matériaux (pertes diélectriques ou magnétiques, matériaux électro actifs, magnéto-caloriques, thermoélectriques, super isolants, absorbeurs solaires sélectifs...). Une piste prometteuse apparaît avec les perspectives que peuvent apporter les nanosciences dans ce domaine : super isolants à base d'aérogels de silice, intercalation d'atomes lourds dans les structures cristallines de la thermoélectricité, nanostructuration des matériaux du photovoltaïque...

L'intensification des transferts apparaît comme une clé pour l'optimisation de l'utilisation de l'énergie : c'est le cas par exemple pour les nouvelles générations d'échangeurs multifonctionnels (mélange, transferts thermiques et réaction chimique), les promoteurs de turbulence, et encore pour les perspectives offertes par le contrôle actif des écoulements et transferts

Le secteur du bâtiment évoqué plus haut mobilise des efforts tant au niveau des composants –en particulier photovoltaïques-, qu'à celui de leur intégration au bâti (hybridation des sources). Un besoin de modélisation se fait encore sentir tant au niveau des phénomènes de transfert couplés non linéaires (turbulence, rayonnement...), qu'à celui des représentations d'ordre réduit, dont a besoin par exemple l'architecte pour aller vers la conception fiable de nouveaux bâtiments à faible consommation (maquette virtuelle). Par ailleurs, la métrologie requiert le développement de nouvelles générations de capteurs, robustes, sobres eux-mêmes en énergie, communicants. Ces capteurs sont indispensables pour conduire à terme au concept de bâtiment intelligent.

<sup>1</sup> Source : rapport du MINEFI <http://www.energie.minefi.gouv.fr/energie/prospect/pdf/facteur4-parent.pdf>



Enfin, l'amélioration de l'efficacité énergétique s'effectue dans un contexte de contraintes économiques, sociétales et environnementales pour lesquelles les ressources du CNRS dans le domaine de l'analyse socio économique (coûts, trajectoires, obstacles à la diffusion des nouvelles technologies, acceptabilité, incitation réglementaire, facteur 4...) constitue un atout majeur.

Actions
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Améliorer les outils de l'analyse exergétique en démontrant leur aptitude à améliorer les économies d'énergie sur des installations concrètes</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Accentuer et coordonner les recherches sur les systèmes de récupération de la chaleur perdue par les centrales de production (40% de l'énergie)</li> <li>• Coordonner et développer les recherches sur la thermoélectricité, poursuivre l'effort sur les deux enjeux que sont l'amélioration des facteurs de mérite et la mise au point de formulations utiles dans les diverses gammes de température</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coordonner des recherches pluridisciplinaires sur le « bâtiment intelligent et sobre en énergie »</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Développer la modélisation des systèmes de production, de transport, etc... afin de définir le « bilan carbone » et l'optimisation énergétique</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fournir les bases de décision et de comportement des populations conduisant vers une meilleure utilisation de l'énergie</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Renforcer et coordonner les communautés des modélisateurs dans les domaines technico-économiques relatifs à l'énergie ;</li> <li>• Créer une plateforme de modélisation en socio-économie de l'énergie et un réseau agrégeant la communauté des modélisateurs</li> </ul>

### 1.2.3.2 Energie avec émission réduite ou nulle en CO<sub>2</sub>

Le CO<sub>2</sub> est le principal gaz à effet de serre perturbé par les activités anthropiques. La réduction des émissions en CO<sub>2</sub> est une priorité imposant de refonder en profondeur le système énergétique pour évoluer vers une émission minimale, voire nulle. Ceci nécessite de mettre en place des actions fortement innovantes pouvant déboucher à terme sur des solutions compétitives.

Il faut tout d'abord souligner le besoin de connaissances pour aller vers l'optimisation des nouveaux procédés de combustion qui sont destinés à faciliter la séparation du CO<sub>2</sub> : oxycombustion, combustion à boucles thermochimiques à oxydes (chemical looping). La recherche de flexibilité des systèmes de combustion (brûleurs) aux combustibles demeure également un objectif en vue de permettre l'usage des nouveaux combustibles.

Les espoirs portés sur les procédés de traitement de la biomasse laissent envisager à ce jour l'amélioration de la voie thermochimique (adaptée par exemple au bois, voire à certains déchets) et l'on note un renforcement de l'implication des équipes de Sciences de la vie sur les projets relevant de la voie enzymatique.

Apparaissent des voies nouvelles qui pourraient être mises en œuvre en parallèle avec le stockage du CO<sub>2</sub> : il s'agit des procédés de séquestration biologiques, de conversion par l'intermédiaire de micro algues, ou encore de nouvelles voies de transformation catalytiques en carburants.

Enfin, la production d'électricité propre, par voie photovoltaïque ou la conversion de chaleur par thermoélectricité pose le problème de l'accroissement des rendements (matériaux) et de la baisse des coûts de production. Impliqué également dans ce domaine, le solaire concentré est en plein essor : il aura besoin de nouveaux matériaux réfractaires résistants aux fortes valeurs des densités de flux et de la température, de la maîtrise des transferts thermiques, ainsi que de nouveaux revêtements des surfaces optiques, pour tenir les perspectives attendues en termes de rendement

Actions
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Accentuer et coordonner les recherches interdisciplinaires sur la production d'électricité d'origine solaire</li> <li>• Structurer les communautés sur le photovoltaïque avec l'implication du programme matériaux.</li> </ul>

- Coordonner les recherches sur le solaire concentré
- Coordonner des actions interdisciplinaires sur l'énergie issue de la biomasse en conditions contrôlées : réseaux et plateformes
- Pousser les actions de recherche sur les ressources naturelle en H<sub>2</sub> et les procédés mimétiques
- Améliorer les performances et la fiabilité de nouveaux systèmes de transformation de l'énergie (piles à combustible) pour en permettre le développement : réseaux et plateformes
- Développer des systèmes énergétiques partiellement ou totalement indépendants (dans des milieux « extrêmes »)

### 1.2.3.3 Stockage et vecteurs

Les recherches sur les vecteurs d'énergie (électricité, hydrogène, chaleur et froid), sur le transport et sur le stockage sont au centre de la problématique énergétique. Dans le domaine de la production d'hydrogène, les travaux portent sur l'électrolyse à haute température, la décomposition thermo-chimique de l'eau par voie solaire concentrée et sa décomposition par photocatalyse (GDR BioH<sub>2</sub>). Les recherches dans le domaine du stockage de l'hydrogène visent à augmenter la densité énergétique (compacité du réservoir) ainsi que l'énergie spécifique (diminution du poids du réservoir par rapport à la masse d'hydrogène stockée). Les travaux sur le stockage solide sous forme d'hydrures sous faible pression et température modérée sont activement poursuivis (hydrures complexes réversibles tels que les alanates ou les hydrures métalliques, matrices nanoporeuses, composés inter-métalliques...).

Les recherches relatives au vecteur électricité concourent à rendre performante et accessible la production distribuée d'électricité à partir de sources d'énergie primaire renouvelables, à substituer l'électricité à d'autres vecteurs énergétiques partout où le gain énergétique ou environnemental le justifie, et à permettre de consommer globalement moins d'énergie. Parmi les grands problèmes à approfondir, citons par exemple les interfaces de conversion, l'optimisation des architectures, le contrôle et la gestion optimale de l'énergie, impliquant l'analyse des cycles de vie et la sûreté de fonctionnement. Le transport de l'électricité à grande distance, coûteux en énergie, exigera recherche et innovation, notamment pour ce qui concerne les lignes supra-conductrices. Le développement de réseaux intelligents optimisant la production délocalisée, le stockage, le transport, permettront une souplesse d'adaptation au caractère souvent intermittent des nouvelles sources, à la demande dont il s'agit aussi de maîtriser l'ampleur et à la distribution temporelle. De plus, les progrès enregistrés et à soutenir dans le domaine des supra-conducteurs permettent d'envisager à terme de jouer un rôle dans le renouvellement des lignes de transport, (estimé à 40 % du réseau actuel sous 10 ans).

Le transport de chaleur et de froid fera l'objet de recherches en vue de permettre leur transport à longue distance. Au-delà de 10km, les nouveaux procédés reposant sur des systèmes à sorption/désorption s'avèrent rentables.

Les recherches sur le stockage s'imposent comme indispensable en particulier à l'égard des sources intermittentes. Se posent en particulier les problèmes généraux des choix techno-économiques, du dimensionnement, de l'optimisation des emplacements et du cyclage. Pour le stockage électrochimique les enjeux consistent i) à optimiser les matériaux existants, voire à trouver de nouveaux matériaux (anodes, cathodes, électrolytes, connecteurs...), autorisant des densités et des flux énergétiques accrus, ii) à développer des modèles d'état de charge incluant le vieillissement du système, iii) à développer une métrologie adaptée et des stratégies d'équilibrage et de gestion de l'énergie. Le stockage de la chaleur passe par l'obtention de nouveaux matériaux (chaleur latente, changements structuraux...), à divers niveaux de température, par l'amélioration des puissances stockée et déstockée, et par le développement de capteurs intelligents permettant de renseigner sur l'état du stock.

#### Actions

- Innover sur les techniques de stockage électrochimique de l'énergie (batteries tout solide...), et sur le couplage des dispositifs de stockage avec les systèmes de production d'énergie
- Développer les recherches sur le vecteur hydrogène
- Valoriser les avancées de la chimie des matériaux sous l'angle de la production d'énergie (par exemple matériaux de très haute température), de la transformation de l'énergie (par exemple polymères fonctionnels pour

le photovoltaïque), ou encore de l'utilisation de l'énergie (par exemple matériaux pour supercondensateurs)

- Développer les recherches sur la thématique « Energie embarquée » (micro-sources d'énergie).
- Soutenir les projets de recherche en intégration de puissance, dans le contexte du programme Energie
- Renforcer les travaux sur les supraconducteurs en vue de leur permettre un transport d'électricité efficace, à bas coût et respectueux de l'environnement

#### 1.2.3.4 Contribuer au développement des sciences et technologies du nucléaire de fission

La loi du 28 Juin 2006 qui définit le cadre général des recherches sur le nucléaire du futur et les déchets associés, fait explicitement référence à un apport attendu en provenance du monde académique organisé par le CNRS. Pour répondre à ce souhait, l'IN2P3, agissant pour le CNRS, a mis sur pied un programme interdisciplinaire (PIR) associant mathématiciens, physiciens, chimistes, ingénieurs, géologues, spécialistes des sciences de l'environnement et des sciences humaines : le Programme sur l'Aval du Cycle et l'Energie Nucléaire (PACEN). Pour se définir, en plus des directives de la loi de 2006, PACEN a tenu compte du caractère original du paysage français où depuis des décennies opèrent de grands acteurs scientifiques (ANDRA, CEA, IRSN) à côté d'industriels puissants (EDF, AREVA) sous le contrôle d'une forte autorité de sûreté (ASN). Pour mettre à contribution et valoriser le large éventail de compétences du monde académique, en collaboration avec ces grands acteurs, PACEN a organisé des Groupements Nationaux de Recherche (GNR) sur des thématiques spécifiques de façon à inscrire la part la plus importante de l'effort dans le cadre de la stratégie du pays. En accord avec la nature interdisciplinaire d'un PIR, aux interfaces des GNR, PACEN organise l'interaction scientifique des communautés concernées. Par ailleurs, un des buts de PACEN est la constitution d'une communauté académique compétente et active, tant pour assurer les besoins de formation par la recherche pour le nucléaire civil que pour contribuer à l'évaluation indépendante souhaitée par la société française sur un thème qui fait parfois l'objet de vives controverses. Ceci a conduit à ce qu'une part de l'effort du CNRS s'inscrive dans une programmation préservant une originalité vis-à-vis des choix des autres acteurs nationaux. C'est le cas pour certaines des options de long terme du nucléaire du futur pour lesquels la contribution du CNRS trouve ses relais préférentiellement au plan international mais aussi dans le domaine des sciences de l'environnement et des sciences sociales où l'apport du monde académique est irremplaçable.

Actions
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Développer les recherches fondamentales dans le domaine de l'électronucléaire (fission).</li> <li>• Acquérir des données nucléaires de base (spallation, capture, fission).</li> <li>• Etudier les systèmes hybrides</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contribuer à l'organisation de la participation académique (CNRS et établissements d'enseignement supérieurs) en réponse aux directives de la loi du 28 Juin 2006 au plan national et européen.</li> <li>• Apporter aux organismes publics responsables de la conduite de la politique française pour l'énergie nucléaire de fission (CEA, Andra) et aux industriels français du domaine (AREVA, EDF) un soutien en recherche amont dans le cadre de la stratégie nationale</li> <li>• Mettre en œuvre et valoriser les contributions originales du monde académique sur le nucléaire de fission.</li> <li>• Analyser des problématiques de société associées au déploiement et à l'utilisation de l'énergie nucléaire à grande échelle.</li> <li>• Contribuer à la formation par la recherche dans le domaine du nucléaire civil.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Développer des méthodologies innovantes pour le cycle du combustible des réacteurs de 4<sup>e</sup> génération, étude des surgénérateurs, très hautes températures...</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contribuer à l'enseignement des sciences et technologie du nucléaire civil</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Travailler sur la question de l'acceptabilité sociale du nucléaire et sur l'aide aux décisions politiques</li> </ul>

### 1.2.3.5 Accroître et structurer la communauté scientifique dans le domaine de la fusion thermonucléaire

Avec la construction d'ITER et du Laser Mégajoule sur son territoire, la France est appelée à devenir un centre de référence mondial en sciences de la fusion thermonucléaire pour l'énergie et de l'étude de la matière aux hautes densités d'énergie. La mise en fonctionnement de ces deux grands équipements, en 2011 pour le Laser Mégajoule (LMJ) à Bordeaux et en 2016 pour ITER, nécessite le développement d'une communauté scientifique hautement compétente dans le domaine de la physique des plasmas chauds. L'énergie de fusion repose sur la maîtrise d'une physique spécifique qui a peu de rapports avec la science mise en jeu dans la fission nucléaire comme dans toute autre méthode de production énergétique. Elle pose des questions nouvelles dans le domaine de la science des matériaux qui devront être capables de supporter les rayonnements neutroniques qu'elle génère. Ces grands instruments sont destinés à apporter la démonstration scientifique de la production d'énergie dans chacune des filières de confinement, magnétique (ITER) et inertiel (LMJ). L'énergie de fusion répond, au moins en théorie, aux problèmes de disponibilité des ressources, de maîtrise des déchets radioactifs, de l'impact environnemental, et de la sûreté passive inhérente au principe du fonctionnement. Les sciences de la fusion et de la matière à haute densité d'énergie sont résolument pluridisciplinaires. Outre la physique des plasmas, la physique statistique, la physique atomique, la physique nucléaire, la science des matériaux est fortement sollicitée en raison des exigences très élevées de leur utilisation. L'étude de la matière à haute densité d'énergie et sous haute irradiation sert des domaines interdisciplinaires variés, en particulier l'astrophysique, la turbulence etc... Enfin, la modélisation numérique joue un rôle très important dans les sciences de la fusion, comme l'hydrodynamique pour la compression par laser ou la modélisation cinétique de la turbulence pour la qualité du confinement magnétique.

Actions
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inciter les laboratoires français à jouer un rôle moteur dans le programme international ITER pour les problèmes de matériaux, modélisation, de calcul et de visualisation des données, pour les problèmes thermiques, extractions de très haut flux</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Assurer la meilleure implication des équipes françaises au niveau de l'organisation internationale d'ITER</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contribuer à former de jeunes chercheurs impliqués dans le projet ITER, en collaboration avec les autres organismes</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Renforcer le rôle structurant du GIS "Institut Lasers et Plasmas" pour l'utilisation des moyens lourds du CEA (PETAL, LMJ) et participer à la définition et la réalisation des projets européens HiPER</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utiliser tous les leviers, dont celui de l'interdisciplinarité, pour construire une communauté de physiciens dans le domaine des plasmas</li> </ul>

## 1.2.4 Domaine prioritaire : Médicament, thérapies, handicap

Le médicament est, par essence, un domaine transversal capable de structurer des réseaux entre laboratoires de disciplines différentes. Le CNRS, par la diversité et la complémentarité de ses intervenants est excellemment bien placé pour y jouer un rôle majeur.

### 1.2.4.1 Nouvelles molécules et procédés thérapeutiques

L'un des enjeux sociétaux majeurs du Vivant est le complet bien-être physique, mental et social de l'Homme. Cet enjeu impose de comprendre la maladie (étude des mécanismes biologiques, recherche de nouvelles cibles), la diagnostiquer (biomarqueurs, agents de contraste, radiotraceurs), la guérir (médicaments, thérapie génique, méthodes physiques) et aussi la prévenir (vaccins, environnement) sans négliger les impacts sur l'environnement des moyens utilisés (cycle de vie des médicaments par exemple).

Le médicament a un rôle essentiel pour le traitement de nombreuses pathologies (par exemple : le cancer, les infections, la douleur, les maladies neurodégénératives, le diabète, l'ostéoporose, l'hypertension ou les maladies cardiovasculaires mais aussi les maladies rares). Malgré le grand nombre de molécules sur le marché (estimé à 6000), les besoins restant à couvrir sont encore très nombreux. Les nouveaux médicaments seront plus spécifiques et concerneront donc un nombre limité de patients, contrairement aux « block-busters » mis sur le marché ces 20 dernières années. Ils nécessiteront une grande diversité moléculaire apportée par les substances naturelles, confortée par la chimie de synthèse et la chimie médicinale et appuyée par la modélisation des

interactions ligands-cibles. Une attention particulière sera portée aux aspects prédictifs des propriétés telles que solubilité, distribution, franchissement de membranes, métabolisation et toxicologie.

Actions
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Donner une visibilité nationale et européenne à l'UPS « gestion de la chimiothèque nationale »</li> <li>• Développer la diversité chimique en utilisant des approches synthétiques de molécules non naturelles (ou dérivées de molécules naturelles)</li> <li>• Caractériser la diversité chimique par la mise en place de descripteurs permettant de qualifier des chimiothèques de grande taille</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recenser les cibles thérapeutiques potentielles</li> <li>• Recenser les modèles originaux de pathologies</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Renforcer le domaine des substances naturelles, particulièrement celles issues des micro-organismes du milieu marin</li> <li>• Comprendre le rôle des métabolites secondaires dans la Biodiversité (symbiose, signalisation, relations entre organismes)</li> <li>• Elaborer une charte d'utilisation de la Biodiversité en milieu académique dans l'esprit de la Convention sur la Biodiversité</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Développer les outils nécessaires aux nouvelles stratégies thérapeutiques ou procédés diagnostiques</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contribuer à la réalisation de centres de proton et d'hadronthérapie et développer des techniques innovantes d'imagerie en biologie et en médecine</li> <li>• Renforcer les actions de R&amp;D interdisciplinaires sur :                         <ul style="list-style-type: none"> <li>* la prochaine génération d'hadronthérapie (Caen)</li> <li>* l'imagerie PET</li> <li>* la radiothérapie X (Orsay)</li> <li>* l'alpha-immunothérapie (GIP ARRONAX à Nantes)</li> <li>* l'IRM et la spectroscopie RMN</li> <li>* la production de radio-isotopes (au CEMHTI d'Orléans, et au cyclotron en fin de construction 2011 (Orléans))</li> </ul> </li> </ul>

#### 1.2.4.2 L'impact de l'environnement sur la santé des populations

L'évaluation des interactions entre l'environnement et la santé doit être privilégiée. Différentes études se sont déjà attachées à montrer l'impact que pouvait avoir la chimie moderne et les pollutions sur la santé, et comment l'imprégnation du milieu naturel, par les pesticides par exemple, peut contaminer les organismes. Néanmoins l'étude des modifications de notre environnement au cours des dernières décennies responsables de conséquences sanitaires ne fait que commencer. De nombreuses questions sont encore sans réponse, incluant par exemple l'impact que peuvent avoir les nouvelles technologies de la communication, ou encore les changements climatiques.

L'action conjuguée des changements environnementaux et des activités humaines (dont l'activité industrielle) engendrent de nouveaux risques pour la santé par leurs effets sur le contrôle des systèmes écologiques et des anthroposystèmes. Ils concernent aussi bien les systèmes aquatiques que le milieu terrestre. Ainsi par exemple, la dissémination des agents pathogènes dans l'environnement est stimulée dans les environnements anthropisés conduisant à un risque important pour la population notamment dans l'environnement proche des hôpitaux. Au cours des dernières décennies, l'impact dévastateur des maladies infectieuses bactériennes, virales, fongiques et parasitaires sur la santé humaine, animale et végétale et sur l'économie a été cruellement ressenti en Asie du Sud-Est et dans le monde. Plus de 17 millions de victimes humaines sont recensées chaque année. L'agriculture est également fortement affectée par les attaques de pathogènes, avec des pertes qui peuvent atteindre plus de 40% de la production. Ces chiffres illustrent l'impact considérable que peuvent avoir les maladies infectieuses au niveau social et économique. L'un des défis majeurs en santé publique est de procurer les moyens de lutte contre les maladies infectieuses récurrentes, l'émergence de pathologies nouvelles et la résurgence de maladies que l'on a cru avoir éradiquées. Par ailleurs, l'écotoxicologie qui étudie les conséquences sur l'Homme de la

pollution, ou de la contamination radioactive, constitue un axe de recherche fondamental essentiel auquel le CNRS apporte ses compétences multidisciplinaires.

Actions
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mettre en place des actions interdisciplinaires (biologie, écologie, chimie, sciences humaines et sociales, l'informatique et l'ingénierie) sur les interactions complexes entre environnement et santé.</li> <li>• Développer les thématiques écotoxicologie et écodynamique.</li> </ul>

#### 1.2.4.3 Renforcer les recherches sur les maladies infectieuses émergentes et ré-émergentes

L'étude des organismes pathogènes et des relations hôte-pathogène est une grande priorité dans une période où l'on voit émerger de nouvelles maladies infectieuses (SIDA, hépatites virales, chikungunya, ESB, SRAS, grippe aviaire, Ebola ...) et où les phénomènes de résistances aux anti-infectieux posent des problèmes de plus en plus aigus (tuberculose, paludisme, maladies nosocomiales,...). Les défis principaux sont d'identifier les facteurs qui peuvent augmenter le degré de pathogénicité d'un agent infectieux, de déterminer comment il peut se transférer d'une espèce à une autre espèce, quels sont les mécanismes d'invasion, de propagation et ceux de défense des organismes infectés. Il s'agit aussi de comprendre les effets des changements environnementaux sur les équilibres hôte-pathogène.

Actions
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prendre en compte le problème de ces maladies dans leur globalité : évolution des pathogènes, mode de dispersion, cible humaine, hôte réservoir, vecteurs, conditions climatiques, socio-économiques locales.</li> <li>• Etudier l'impact des changements globaux (climat, utilisation de l'espace, mondialisation), des comportements sociaux, et des politiques sanitaires sur la dynamique des maladies infectieuses</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Accroître les connaissances moléculaires et structurales sur les agents pathogènes et leurs interactions avec leurs hôtes.</li> <li>• Augmenter les connaissances sur « le dialogue moléculaire » entre pathogène et cellules cible (modification de la signalisation cellulaire, dérégulations de l'activité transcriptionnelles)</li> <li>• Identifier de nouvelles cibles pour ensuite cribler des chimiothèques</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soutenir les recherches en immunologie chez l'homme et l'animal</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soutenir et développer les recherches sur les paléopathologies et la paléoparasitologie</li> </ul>

#### 1.2.4.4 Identifier les causes et les mécanismes des grandes pathologies humaines

L'enjeu est d'accroître les connaissances sur les mécanismes moléculaires, cellulaires et physiologiques qui sont à la base des altérations/ dérégulations des grandes fonctions de l'organisme dans le but de développer de nouveaux traitements préventifs et thérapeutiques. Pour ce faire, toutes les approches « omiques » du vivant devront être abordées pour analyser les réseaux complexes et dynamiques des gènes ainsi que de l'expression de leurs produits qui déterminent la physiologie et le maintien de l'intégrité de l'organisme. En parallèle, il faudra développer de nouveaux outils d'exploration fonctionnels et d'imagerie permettant d'observer les fonctions de l'organisme normal ou pathologique.

Actions
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soutenir des programmes d'exploration de modèles physiopathologiques complexes in vitro et in vivo</li> <li>• Identifier de nouveaux organismes modèles adaptés aux pathologies humaines</li> <li>• Développer toutes les approches « omiques »</li> </ul>

#### 1.2.4.5 Handicap

La recherche sur le handicap, ou en direction des personnes handicapées, manque de moyens et de visibilité. C'est néanmoins un des enjeux majeurs de notre société et une priorité gouvernementale. Les recherches doivent être effectuées en direction de l'évaluation du fonctionnement humain, de la prévention, de la

compensation et de la réduction des incapacités de la personne, des facteurs environnementaux et subjectifs, et d'une amélioration de la participation sociale des personnes. Relever ces enjeux exige l'association de recherches appliquées et de recherches plus fondamentales, effectuées dans plusieurs champs disciplinaires (des sciences humaines et sociales aux sciences de l'ingénieur, des sciences de la vie aux sciences médicales). La prise en compte de l'habitat et des caractéristiques environnementales plus générales devrait permettre d'anticiper le développement de nouveaux modes de réponse au handicap. L'ingénierie du vivant contribue fortement à la prise en compte et à la remédiation du handicap. L'utilisation des biomatériaux concerne de nombreuses applications comme les valves cardiaques, les prothèses orthopédiques, les substituts osseux.... A ces approches s'ajoute maintenant toute la stratégie d'ingénierie tissulaire qui consiste à associer des cellules souches à des matériaux supports bien sélectionnés.

Actions
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Développer des technologies innovantes pour pallier le handicap, l'isolement et le risque</li> <li>• Exploiter les résultats des recherches sur la géolocalisation appliquée aux problèmes de handicap</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Structurer les recherches pour le handicap</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Accentuer l'effort sur les matériaux pour le vivant, notamment sous les aspects suivants : biomatériaux de suppléance, surfaces fonctionnalisées pour améliorer et garantir leur bioinnocuité ou au contraire leur bioactivité, mise en œuvre de procédés d'ingénierie tissulaire</li> </ul>

#### 1.2.4.6 Santé et société

Les équilibres des années 1970-1980 qui procuraient des conditions générales de santé publique sont hypothéquées par des phénomènes bien identifiés : le vieillissement de la population, la précarisation durable d'une partie d'entre elle, la présence de risques épidémiologiques graves latents (tels la grippe aviaire) ou locaux (résurgence d'épidémies anciennement jugulées), le déséquilibre des dépenses de Santé. Cette donnée contemporaine appelle des recherches fondamentales qui touchent aussi bien la démographie, l'économie, l'épidémiologie, l'écologie que les sciences sociales. En relation avec des partenaires engagés dans l'étude des incidences concrètes de ces phénomènes, le CNRS porte son effort sur la mobilisation des disciplines concernées où ces questions n'apparaissent pas encore centrales et sur la production de cadre d'analyse de portée fondamentale.

Actions
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyser et modéliser les effets directs et indirects des modifications de l'environnement sur l'état sanitaire des populations humaines, animales, végétales</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rassembler les compétences aujourd'hui dispersées en sciences sociales de la santé</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Etudier les implications sociales de la longévité et du vieillissement</li> </ul>

### 1.2.5 Domaine prioritaire : Grandes mutations sociales, nouvelles vulnérabilités, sécurité

Au cours de la prochaine décennie des secteurs entiers de l'activité économique et sociale vont connaître des mutations démographiques importantes avec des tensions entre des générations devenues actives dans des conditions très différentes (départ des baby-boomers, présence intense ou marginalisation des quadragénaires selon leur destin social récent, génération précarisée des années 2000, nouveaux entrants « après la crise de 2008 »). Les effets de la « crise financière » de 2008 vont d'autre part se manifester progressivement et sans doute cruellement, si l'on songe à des époques historiques comparables. Ces transformations se déroulent dans un contexte de mutations technologiques déjà connues depuis plus d'une décennie et de mutations des pratiques gouvernées par des soucis écologiques et des changements de référentiels de temps et d'espace sociaux (globalisation, localisation, rythmes intenses). La recherche vise le diagnostic des transformations présentes ; leur comparaison avec d'autres, antérieures ou contemporaines ; l'identification de réponses innovantes, parfois observables sur le terrain comme par exemple l'amélioration technique des réseaux de communication, le réinvestissement par des pans entiers de la population des enjeux locaux ou patrimoniaux qui ont des incidences

directes sur le développement urbain ou périurbain ou encore l'intensité de la demande sociale à l'égard de la mémoire historique.

#### 1.2.5.1 Sûreté et fiabilité des réseaux de communication, de transport et des procédés

Avec la généralisation de la mobilité des utilisateurs et de l'hétérogénéité des flux de transmission, les points de vulnérabilité sont de plus en plus nombreux sur toutes les couches des systèmes d'information : réseaux, protocoles, systèmes d'exploitation, applications, données avec la protection du contenu. Ainsi, dans le domaine des réseaux de transport, l'augmentation de la sécurité et du confort des transports est due à de nouvelles exigences sur les matériaux: on ne peut plus se contenter d'utiliser l'existant, il faut "développer sur mesure", et cette démarche exige une compréhension profonde, quantitative et prédictive des relations causales entre toutes les échelles des phénomènes élémentaires. Enfin, la société demande de plus en plus d'assurance sur les conséquences, y compris lointaines ou connexes, de l'introduction des nouveautés permises par la science : maîtriser le principe de précaution afin qu'il ne soit pas un frein systématique et opaque nécessite là encore une compréhension profonde des systèmes complexes et une capacité à les modéliser pour pouvoir en explorer le fonctionnement.

Actions
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sécuriser et optimiser les données transmises et les réseaux de communication</li> <li>• Pallier les lacunes : fiabilité des couches bases des systèmes, composition des politiques de sécurité, certification des systèmes et informatique de confiance.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Augmentation de la sécurité et du confort des transports vue sous l'angle matériaux</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sécuriser et optimiser les procédés chimiques</li> <li>• Développer l'unité « Prévention du Risque chimique » du CNRS</li> <li>• Mieux positionner cette unité comme étant le référent du risque chimique pour tous les laboratoires du CNRS</li> </ul>

#### 1.2.5.2 Risques et sécurité environnementale

La connaissance des risques et la prise en compte des procédures de sécurité environnementale sont deux démarches importantes pour le développement durable. Ce domaine inclut la sécurité des procédés mis en œuvre dans l'industrie, la connaissance des risques telluriques et climatiques, et les invasions biologiques avec leurs conséquences sur la santé, l'agriculture, la biodiversité, les géocroiseurs. Certains risques sont directement liés à la gestion de l'espace et aux activités humaines, tels les incendies.

Actions
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Définir les risques en amont et proposer des méthodes de prévention, au niveau européen et international</li> <li>• Développer les recherches sur la Terre profonde en vue évaluer et prédire les risques sismiques, volcaniques, et les tsunamis</li> <li>• Fournir les éléments scientifiques d'appréciation liés à la biodiversité sur les origines et processus d'invasion biologique dans le cadre de la mondialisation</li> <li>• Développer les recherches sur les risques liés aux glissements de terrain</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mettre en place un programme interdisciplinaire Signal, Bruit, Alerte et Détection dans l'environnement</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprendre l'évolution conjointe de l'état de la société, de son environnement et de sa perception des risques ; identifier les paramètres d'évaluation pertinents</li> <li>• Mettre en place une culture de la prévention des risques</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soutenir la recherche sur la thématique énergies, disponibilités et développement durable.</li> </ul>

#### 1.2.5.3 Longévité et vieillissement

Le vieillissement est un phénomène démographique récent sans précédent dans l'histoire des peuples. L'allongement de la durée de la vie a doré et déjà et aura encore plus à l'avenir d'importantes conséquences sociales et de santé publique. Cet allongement concerne les recherches en biologie moléculaire, cellulaire et intégrée, les recherches cliniques, physiopathologiques, pharmacologiques, épidémiologiques. L'analyse des



conséquences démographiques, sociales, économiques, psychologiques, philosophiques du vieillissement dans la société contemporaine requiert une démarche interdisciplinaire, approche intrinsèque au CNRS.

Actions
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprendre la dégradation des fonctions cérébrales et cognitives, les maladies neurodégénératives</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprendre les désordres métaboliques liés à l'âge (déminéralisation, diabète, carences ...).</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Développer des technologies innovantes pour pallier l'isolement (ingénierie des dispositifs de surveillance)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprendre les déterminants familiaux, sociaux et économiques de la vulnérabilité des personnes âgées</li> <li>• Etudier les incidences sociales de la longévité sur l'économie</li> <li>• Comprendre l'influence des représentations culturelles et des politiques publiques (perception du vieillissement)</li> </ul>

#### 1.2.5.4 Mémoires, identités, religions

Les différences radicales entre dans les conditions de vie des générations aujourd'hui actives et de celles qui les ont précédées ne s'inscrivent plus dans les grands récits progressistes en vigueur au temps des Trente Glorieuses. Les références de chacun sont beaucoup plus diverses tant les sources d'informations sont multiples. Si bien que les dernières décennies ont vu un net essor des revendications identitaires, parfois locales et monoculturelles, souvent éclectiques et multiculturelles. Pendant la même période, chacun dispose aujourd'hui d'un matériel mémoriel nouveau produit par le XXe siècle et porté par les succès commerciaux des technologies de l'information récentes. On assiste dès lors à des mutations profondes des formes de mémoires collectives et des revendications identitaires et religieuses. Les sciences sociales analysent ces mutations et alors même que les sciences d'érudition classique et l'archéologie, dont les méthodes se nourrissent de leurs interactions avec toutes les disciplines scientifiques actuelles (y compris la physique, la chimie, la biologie), construisent les bases savantes des connaissances âprement discutées dans ces contextes nouveaux.

Actions
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mobiliser les différentes disciplines de l'INSHS dans l'analyse du rôle de la mémoire dans la construction des identités nationales, sociales et autres</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifier des pistes de réflexion sur la question « Quelles identités pour quels territoires ? »</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Traiter globalement du poids du religieux dans le monde contemporain</li> </ul>

#### 1.2.5.5 Ville et processus d'urbanisation

Quatre-vingt pour cent de la population des régions développées est urbaine contre 40% dans les régions moins développées où elle est en croissance rapide. En 2010 plus de la moitié de l'humanité vivra dans des villes. Cette extension de l'emprise urbaine et la pression qu'elle entraîne sur l'environnement, les multiples échelles politiques et sociales qui y sont associées, ont conduit certains auteurs à aborder les enjeux de la ville en termes de métabolisme urbain. Concomitamment, les mutations environnementales (climat, eau, énergie...) affectent les dynamiques des systèmes urbains. Mais les recherches dans ce champ doivent être structurées, en interaction interdisciplinaire avec les Instituts concernés (INSHS, INEE, INST2I).

Actions
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprendre et maîtriser les processus d'urbanisation</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Participer à l'analyse du métabolisme urbain, de l'environnement urbain comme milieu de vie naturel et construit et se pencher sur les futurs de la ville, entre durabilité et vulnérabilité</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Développer une approche systémique d'observation et de modélisation des formes urbaines et de leurs dynamiques</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprendre les logiques de conception du projet architectural et urbain</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Développer les interactions entre les sciences de l'information, les mathématiques et les sciences sociales en</li> </ul>

vue de l'analyse de la stabilité des agrégats de population (territoires, groupes sociaux localisés ou non, réseaux d'interactions).

- Développer une écologie urbaine intégrée en lien avec le Développement Durable

#### 1.2.5.6 Le littoral : une approche renouvelée

Aujourd'hui, une part majeure et croissante de l'humanité occupe le littoral. Ce milieu ne peut plus être considéré seulement comme une zone d'interface, mais aussi comme un milieu spécifique, fondamentalement anthropisé, où tous les agents et les mécanismes en oeuvre ne se comprennent que par l'action de l'homme (configuration des littoraux, poids des activités côtières sur terre et en mer...).

##### Actions

- Créer un réseau thématique pluridisciplinaire (RTP) sur le littoral
- Aboutir à un livre blanc montrant les priorités et les modes d'intervention novateurs de la recherche adaptés à ce milieu en pleine mutation
- Evaluer, analyser et connaître l'empreinte de l'anthropisation qui conduit les décideurs à des opérations d'aménagement ou de remédiation

#### 1.2.5.7 Les grands conflits mondiaux, opinions et imaginaires sociaux

Le XXe siècle fut le siècle des grands conflits mondiaux. Leur connaissance immédiate est aujourd'hui mise en question avec le recul du temps. Cet état de fait, principalement européen, touche toutes les parties du Monde avec la mobilisation des pays non européens dans ces conflits, avec les processus de décolonisation, avec les tensions propres à la Guerre froide. Les opinions et les imaginaires sociaux issus de ces conflits ont longtemps paru aller de soi. Les sciences sociales du XXIe siècle et l'histoire du siècle précédent ont à analyser cette matière au-delà des témoignages, des prises de positions immédiates ou des bilans provisoires. L'anamnèse des grands conflits mondiaux, outillée des techniques d'enquêtes les plus récentes, est une condition de la connaissance raisonnée du passé le plus douloureux.

##### Actions

- Appréhender les opinions et leurs évolutions dans le monde
- Mesurer l'influence de l'accessibilité aux ressources naturelles au cœur des conflits anciens et à venir : matières premières, eau etc.
- Soutenir les recherches de terrain sur les catastrophes naturelles et militaires des sociétés passées et favoriser les comparaisons avec les recherches sur les phénomènes contemporains analogues.
- Etudier et quantifier les grands mouvements de population qui accompagnent les crises et les grandes découvertes.
- Accompagner le thème des conflits par le thème de la négociation et des conventions internationales

### 1.3 ENJEU « Faire émerger les nouvelles technologies de pointe »

Favoriser le dialogue entre les sciences et les technologies est un des douze objectifs du plan stratégique du CNRS. Il s'agit d'amorcer un cercle vertueux à la fois pour la recherche, pour l'économie et pour la société. La découverte et la validation de grandes théories nécessitent de développer des technologies sophistiquées. Ces dernières peuvent être à leur tour source d'applications originales dans des domaines auxquels elles n'étaient pas destinées initialement. De même, les avancées technologiques sont porteuses d'interrogations scientifiques qui sont au cœur, par exemple, des sciences de l'ingénieur.

#### 1.3.1 Domaine prioritaire : Nanosciences et nanotechnologies

Thème majeur de la recherche actuelle dans les grands pays industrialisés et émergents, les nanosciences et les nanotechnologies évoluent avec une rapidité prodigieuse dans des domaines aussi divers que l'information et la communication, les matériaux, la santé et l'énergie. Elles se développent suivant une double approche, « descendante » ou « top-down » d'une part, « montante » ou « bottom-up » d'autre part. L'approche « descendante », issue des progrès de la microélectronique, est caractérisée par une diminution continue des dimensions des composants (ex : la loi empirique de G. Moore selon laquelle le nombre de transistors par puce double tous les dix-huit mois). Parallèlement se sont développés de nouveaux outils permettant l'observation et la manipulation d'objets nanométriques. Ces nouveaux outils se sont rajoutés aux voies de la synthèse chimique et de l'auto- assemblage, donnant naissance à l'approche « montante », qui part au contraire d'objets nanométriques pour construire des structures et créer de nouveaux matériaux aux propriétés nouvelles.

Le "monde nano" doit relever de nombreux défis comme la prise en compte des phénomènes physiques et physicochimiques relevant de la physique quantique, aux stades aussi bien de la conception, de la caractérisation et de la modélisation mais également à ceux de l'intégration, dès la conception, des processus de fabrication intrinsèquement collectifs et assurant un couplage/interfaçage multi-échelle. Dans le cadre applicatif, d'autres défis scientifiques concernent l'irruption des domaines de l'intelligence et du cognitif, de la biologie et de l'énergie, (comme inclure de l'information et du traitement au sein de micro et nano-objets et systèmes), la conception et la caractérisation des micro- puis nano-bio-systèmes, à l'échelle de la cellule vivante, et la génération et le traitement de l'apport d'énergie autonome à l'échelle de ces systèmes.

Les recherches en nanosciences et nanotechnologies sont intrinsèquement multidisciplinaires ; elles s'appuient sur de nombreux savoir-faire en physique, chimie, biologie, ingénierie et sciences humaines et sociales. Dans ce contexte, la richesse thématique du CNRS est une opportunité qui a été et doit continuer à être exploitée.

Le transfert technologique s'effectue par l'intermédiaire de contrats de R&D, de brevets, de licences, ou encore de laboratoires communs. L'accès des industriels aux salles blanches et aux plates-formes technologiques favorise le contact du monde socio-économique avec les chercheurs et le transfert technologique.

##### 1.3.1.1 Micro- et Nano-dispositifs pour la communication et l'information

Les technologies de l'information vont bénéficier de nano-dispositifs, avec des densités de stockage de plus en plus importantes ainsi que de nouvelles technologies à base de matériaux organiques. Ces composants adressent de nombreux champs scientifiques. Ils sont réalisées à partir de technologies de la micro ou nanoélectronique et font appel aux technologies hybrides comme celles pour l'intégration métaux-semiconducteurs- supraconducteur, sans oublier la photonique. Ils peuvent inclure des fonctions mécaniques qui mobilisent des matériaux dont le comportement mécanique doit être caractérisé et maîtrisé.

Dans le domaine de la nanoélectronique, en reprenant l'analyse de l'ENIAC, trois grandes directions peuvent être dégagées:

- "More Moore": la dynamique de progrès, qui repose essentiellement sur une approche de miniaturisation, doit faire face à des difficultés croissantes pour la réalisation de structures de plus en plus petites. Les principaux verrous à franchir concernent le développement de nouvelles techniques de lithographie alternative (nano-impression, auto-assemblage), l'utilisation de matériaux alternatifs au silicium pour la grille et les interconnexions, la modélisation physique de nouvelles architectures, la réduction des fuites de courant.
- "Beyond CMOS": Pour préparer l'avenir à plus long terme, il est impératif d'explorer des voies alternatives qui pourront venir en substitution ou en complément à l'existant. Ainsi, les nanotubes de carbone et plus prometteur encore, le graphène, constituent des matériaux de choix pour la réalisation

de nombreuses fonctions (transistors, capteurs, interconnexions,). Les structures monodimensionnelles semi-conductrices ("nanofils") offrent aussi un riche potentiel pour la fabrication d'une variété de dispositifs (transistors, RTD, lasers, capteurs) et ouvrent une direction supplémentaire vers l'intégration. Enfin, l'exploitation du spin électronique est très prometteuse au niveau des mémoires et des fonctions logiques. A plus long terme l'avènement de la nanoélectronique moléculaire ou biomoléculaire et des communications et de l'ordinateur quantique pourraient ouvrir de nouvelles voies au-delà des technologies actuelles de réalisation d'ordinateurs.

- "More than Moore": Les filières CMOS actuelles peuvent être améliorées pour développer de nouveaux micro- et nano-composants améliorés, tels que des micro-capteurs, des microsystèmes électromécaniques (MEMS), ou des nano-systèmes électromécaniques NEMS. Cette tendance combine l'intégration d'éléments hétérogènes, les techniques d'encapsulation innovantes, les micro-empilements 3D, les bio-chips et la microfluidique.

Dans ce contexte, il est clair que les semiconducteurs et leurs nanostructures resteront au cœur des développements à venir en physique des solides et en nanoscience, en cohérence avec les évolutions attendues de la micro-électronique et des nanotechnologies. Cela concerne l'électronique de spin (dispositifs permettant le transport et la manipulation d'informations basées sur le spin), l'optique (émetteurs et détecteurs du futur, couvrant tout le spectre électromagnétique), les applications pour les télécommunications ou l'imagerie médicale. De même, les nouveaux matériaux aux propriétés remarquables (supraconducteurs, multiférriques mais aussi nanotubes de carbone ou graphène, pour n'en citer que quelques uns) font l'objet d'avancées dans ce domaine, sans oublier que la frontière « traditionnelle » entre magnétisme, supraconductivité et physique des semiconducteurs va continuer à s'estomper dans la mesure où les recherches portent de plus en plus sur des dispositifs ou des mécanismes couplant différents types de matériaux.

Actions
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poursuivre le soutien aux nanosciences et nanotechnologies dans les six grandes centrales de fabrication et dans les 7 centrales de proximité. Elargir leur nombre éventuellement à la suite de l'appel à projets</li> <li>• Resserrer la synergie entre les grandes centrales et les centrales de proximité</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Continuer le soutien et la structuration du réseau basé sur les centres de compétences C'nano, construits sur des grandes régions avec l'instrument CNRS GDR, adapté à la convergence de tous les partenariats, Ministère, CNRS ;CEA, ANR avec les centrales de proximité</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exploiter la synergie nanosciences-nanotechnologies dans les domaines "au-delà du CMOS", nanoélectronique quantique, photonique, spintronique, nano-bio, nanochimie, efficacité énergétique, métrologie ultime et plateformes de caractérisation, théorie et simulation, formation, intégration européenne</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consolider au sein du CNRS cette synergie entre l'INP et l'INST2I, via la mission Nanosciences auprès de la gouvernance du CNRS, en liaison avec le Ministère et le CEA ; et par des réunions régulières (une à deux par an) entre les deux Instituts pour un suivi commun des activités nanosciences-nanotechnologies</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mener des recherches sur l'électronique organique</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Favoriser la convergence robotique-électronique</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Développer la spintronique</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Concevoir de nouveaux systèmes mésoscopiques tant pour la recherche amont qu'en vue d'applications définies</li> <li>• Renforcer les études fondamentales autour de dispositifs à base de nouveaux matériaux pour la nanoélectronique et nanospintronique (ex. graphène)</li> </ul>

### 1.3.1.2 Nanomatériaux, nano-objets, nanostructuration

L'étude des propriétés fondamentales et des mécanismes de croissance permettent d'avancer sur la conception et l'utilisation de nouveaux nano-systèmes et des matériaux nano-structurés. Cela concerne aussi bien le nano-objet individuel que son intégration individuelle ou collective dans un dispositif. Un rôle important est joué par les prédictions de la simulation pour guider l'élaboration, la synthèse, l'auto-organisation et l'auto-assemblage d'objets et de systèmes nanométriques. Cela laisse prévoir des progrès innombrables en science des matériaux,

qui doivent impacter pratiquement des secteurs aussi variés que les matériaux renforcés pour les transports, le traitement de surfaces pour que celles-ci deviennent inaltérables, imperméables, propres, et même stériles, ou encore les cosmétiques, via la fonctionnalisation par des nanoparticules. De même, la production et le stockage de l'énergie bénéficieront aussi de nouveaux types de batteries ou de matériaux nanostructurés légers permettant un stockage efficace de l'hydrogène. Des cellules solaires à bas coût (ex : peinture solaire) sont en cours de développement. Des procédés de fabrication robustes et sûrs doivent être imaginés et mis au point pour produire des matériaux nanostructurés massifs dont les propriétés pourraient justifier un emploi à grande échelle, comme dans le cas des matériaux de structure.

Actions
• Mener des recherches sur la structuration et la fabrication de métamatériaux à base de nanomatériaux
• Développer l'interface INC-INST2I dans le domaine des nanomatériaux
• Développer les recherches sur les matériaux avancés pour les nanotechnologies (smart materials)
• Développer les nouvelles sources d'énergie durable à base de nanomatériaux ou issues des nanotechnologies.

### 1.3.1.3 Micro- et Nano-Ingénierie au cœur des nouveaux défis de la physique, de la chimie et du vivant

Des besoins de plus en plus importants en termes d'analyses biomédicales émergent dans deux directions : le diagnostic, c'est-à-dire l'identification des pathologies et, si possible, au niveau moléculaire et la pharmacogénomique, qui vise à n'apporter au malade que des médicaments dont il puisse tirer bénéfice. Dans les deux cas, la précision, la rapidité et le caractère non invasif font partie du cahier des charges et c'est dans la miniaturisation à l'extrême que sont recherchées les solutions: le nanodiagnostic. Bénéficieront en retour de ces avancées, les domaines du criblage avec les biopuces, nanochips et nanocircuits.

Dans le domaine du vivant et de ce que l'on peut appeler l'ingénierie tissulaire, on fait appel à des revêtements sophistiqués (intelligents), à base de nanoparticules, visant à améliorer la bioactivité et la biocompatibilité des implants. Les techniques d'auto-organisation préparent l'émergence de nouvelles générations d'ingénierie des tissus et de matériaux biomimétiques, avec la possibilité de synthétiser des organes de remplacement.

L'administration de médicaments se veut de plus en plus ciblée et des systèmes destinés à véhiculer le principe actif vers son site d'action sont en cours d'élaboration. Ils font appel à l'auto-organisation de systèmes complexes comportant le principe actif lui-même et des dispositifs permettant le transport, l'arrimage et l'entrée dans la cellule.

Les analyses de l'eau, des aliments, de l'environnement, la sécurité, la lutte anti-terroriste vont progresser via de nouveaux outils permettant de détecter et neutraliser la présence de microorganismes et pesticides. L'origine des produits pourrait bénéficier de la nanotraçabilité. La sécurité devrait être grandement améliorée grâce à des systèmes de détection plus performants des agents biologiques ou chimiques, efficaces même à l'échelle moléculaire. Le CNRS développera des études à la frontière de la recherche en biologie à l'échelle micrométrique et nanométrique (biopuces, cellules et molécules uniques).

La nanochimie débouche sur des constructions d'entités à partir de briques fonctionnelles variées, comme celles permettant la compatibilité chimique avec le milieu hôte (leurres), la reconnaissance d'environnements ou de milieux spécifiques (fonction de capteur), ainsi qu'une capacité d'action sur le milieu (délivrance programmée voire programmable de médicaments, molécules ou substances sondes pour l'imagerie...). Elles sont appelées à constituer la base de nombreuses techniques performantes de diagnostic ou de vectorisation.

Les méthodes optiques utilisant le marquage (nanoparticules fluorescentes) ou la spectroscopie multiphotonique permettent, par exemple, une investigation et une visualisation des cellules, des réseaux neuronaux,... qui a connu des développements très spectaculaires.

La mise en commun de savoir-faire développés par des physiciens, des chimistes et des biologistes s'est avérée très fructueuse. Le concept d'hôtel à projets accueillant pour des périodes limitées dans le temps des équipes de disciplines différentes pour aborder un problème de biologie complexe devrait permettre de favoriser ces recherches très pluridisciplinaires sans pour autant couper les équipes de leur communauté disciplinaire où elles continueront à se développer.

Actions
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coordonner et organiser les recherches pluridisciplinaires pour une meilleure efficacité (programme interdisciplinaire et hôtels à projets (IRI, LJC, ITAV))</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Faire émerger de nouvelles approches dans la conception de médicaments et de techniques de diagnostic</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Développer de l'instrumentation. (techniques de lithographies, sondes locales, microscopie électronique, imageries optiques, résolution temporelle...) et la métrologie pour la traçabilité des agents biologiques ou chimiques.</li> </ul>

#### 1.3.1.4 Analyse des impacts sociétaux et environnementaux des nanotechnologies

Une nouvelle technologie, surtout à fort potentiel applicatif, nécessite des recherches sur ses répercussions. Les impacts tant sur l'environnement (métrologie, dégradabilité) et la santé (nano-toxicologie), que sur la société (éducation, économie, information du grand public, ...) de la future utilisation des nanomatériaux doivent être évalués et pris en compte.

La mise en circulation de particules ultrafines dans l'environnement peut se produire sous forme d'aérosols au moment de leur fabrication ou de leur manipulation, par abrasion ou vieillissement des structures qui les maintiennent (usinage), par libération (application de préparations sur la peau par exemple), par rejets d'effluents par les installations de production ou de traitement.

Les connaissances sont encore très pauvres sur l'émission de nanoparticules à partir de ces sources.

L'identification des sources d'émission des nanoparticules et leur traçabilité sont donc deux problèmes à prendre en compte. Il est impératif de développer les outils métrologiques adaptés aux caractéristiques des nanoparticules et les appliquer en priorité aux divers environnements professionnels (production, utilisation, maintenance, élimination) où les niveaux d'exposition sont potentiellement les plus élevés.

Enfin, les aspects juridiques liés aux nanotechnologies et aux nanomatériaux, aussi bien dans le cadre de la santé que de l'environnement sont à définir au-delà du principe de prévention. Ce nouveau cadre juridique est à définir, non seulement à l'échelle nationale mais également, dans un premier temps, à celle européenne.

Actions
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modéliser l'évolution des propriétés des nanoparticules</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mieux répondre aux défis économiques des nanotechnologies.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifier les risques sociétaux et établir un cadre juridique spécifique aux nanotechnologies et aux nanomatériaux</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyser les impacts des nanoparticules sur l'environnement et les êtres vivants</li> </ul>

#### 1.3.2 Domaine prioritaire : Information – Communication

Les sciences de l'information sont au cœur de tous les systèmes modernes et ont une influence importante sur les transformations de la société. Les recherches sur l'acquisition, le traitement, la restitution de l'information sous une forme pertinente pour l'observateur et son usage appellent une convergence des disciplines scientifiques tout en révélant de nouveaux défis. Le traitement scientifique de l'information se doit d'anticiper, de provoquer, d'accompagner d'une part de nouveaux paradigmes de calcul liés aux fortes évolutions technologiques et d'autre part la diffusion croissante du traitement numérique dans les objets de l'environnement des individus ou des machines et dans les autres disciplines scientifiques. La problématique de l'information ne se réduit pas en effet à la performance des outils. Il est donc impératif, pour donner un sens à la révolution des techniques qui s'opère depuis un demi-siècle – et à la société qui lui est liée – de penser une définition scientifique de l'information et de la communication ; Pour cela, trois dimensions sont à prendre en considération : technique, économique et socioculturelle.

Les recherches en sciences et technologies de l'information, fortement ancrées dans le milieu académique, sont pilotées au niveau national par l'INRIA et le CNRS. Dans le domaine de l'informatique pure, les thématiques sont quasi communes. S'agissant de l'algorithmique, du logiciel, de l'automatique et du traitement du signal, les

compétences sont présentes au CNRS et à l'INRIA, avec des poids variables suivant les thématiques et les régions. La robotique est très développée au CNRS, avec un fort impact au niveau international (Japon).

### 1.3.2.1 Informatique

Les nouveaux développements en calcul intensif, du traitement de masses de données, de l'internet, des systèmes de gestion informatique nécessitent des progrès dans les connaissances de base en algorithmique, en langages et génie logiciel, et des recherches pluridisciplinaires dans les domaines de l'interaction homme-machine et des usages. L'axe Informatique traité ici concerne à la fois le génie logiciel, les nouveaux paradigmes de calculs, les langages informatiques, les modèles de programmation, les bases de données, et la mise en oeuvre de ces nouveaux concepts dans les supercalculateurs.

Le génie logiciel recherche des solutions pratiques, scientifiquement fondées, afin de produire et maintenir des logiciels avec l'assurance d'en maîtriser les coûts, la qualité et les délais. Pour ce faire, on s'appuie sur des assemblages de composants logiciels développés indépendamment les uns des autres et sur lesquels on doit être capable de raisonner. Pour ce faire, il est nécessaire d'élaborer des modèles représentant et isolant différents aspects d'une ligne de produits, comme par exemple les aspects structurels (paradigme objet), les aspects dynamiques (langages de scénarios), les aspects non fonctionnels comme la qualité de service. La robustesse des applications informatiques et leur rapidité de développement sont accrues par l'utilisation de langages de programmation expressifs et sûrs. En particulier, la spécification et la vérification de politiques de sécurité sont des domaines actuellement très actifs à cause du succès du code mobile et des cartes à puce « ouvertes ». Dans le même esprit, on assiste à une rencontre entre les compétences algorithmiques traditionnelles de la cryptographie et celles plus logiques ou sémantiques qui abordent la sécurité des protocoles cryptographiques avec l'expérience des assistants de preuve et de la sémantique dénotationnelle. L'information quantique va jouer un rôle important, notamment dans le domaine de la sécurité informatique et la notion même de logiciel, avec la cryptographie quantique et la perspective de réaliser des ordinateurs quantiques.

Dans le domaine des systèmes répartis et des réseaux de communication, les recherches s'intéressent à la construction de systèmes informatiques mettant en oeuvre des ressources de traitement et de stockage de l'information géographiquement dispersées, et à celle qui sont liées (incluant par exemple les systèmes d'exploitation, les logiciels intermédiaires, les protocoles de communication). Les recherches actuelles portent sur la prise en compte dans les modèles de programmation de la dispersion et de l'irrégularité des systèmes concernés (développement de nouveaux modèles formels de la concurrence «join calcul», «calcul des ambients» basés sur des notions explicites de localité). Cependant, la construction d'infrastructures de communication et d'infrastructures logicielles sûres pour une informatique omniprésente continue de poser de nombreux problèmes; maîtriser l'hétérogénéité des supports physiques et des contenus; partager des données (bases de données réparties, pair à pair); partager des calculs (Grappes, Grilles), tout cela avec la nécessité de contrôler l'accès, les ressources et sécuriser l'accès, les transmissions.

Dans le domaine des bases de données et des systèmes d'information, la croissance des volumes d'information, les multiples formes d'acquisition, de codage et de restitution de l'information, l'explosion des usages et donc des besoins d'accès et de traitement de l'information à tout moment, de n'importe où, suivant des modalités matérielles et des médias très différents sont à l'origine des enjeux des nouvelles générations de systèmes d'information. Les enjeux concernent la maîtrise de l'hétérogénéité (formats, types, représentation), l'extraction des nouvelles connaissances (apprentissage et fouille de données, identification) et les domaines du raisonnement et de la décision (induction, fusions de données ..., prise en compte l'incertain).

Les grands défis de l'informatique dans la société de l'information et de la connaissance doivent être abordés au niveau théorique pour tenir compte de la complexité des interactions entre la technologie et ses usages. Ainsi, l'algorithmique doit prendre en compte les nouveaux paradigmes de calcul, leur complexité, l'hétérogénéité des données, le parallélisme massif. Les langages informatiques doivent évoluer pour englober des formalismes supportant les raisonnements sur la spécification, la modélisation, et les différentes familles d'implantation. Le traitement numérique des masses de données est également un formidable enjeu. Les données peuvent avoir des caractéristiques variées : réparties, incertaines, dynamiques, hybrides, confidentielles, persistantes... Le CNRS se donne pour but d'être à la frontière et leader dans les champs de la modélisation, du calcul intensif, du traitement massif de données. Les applications sont immenses et touchent toutes les disciplines. Deux approches sont poursuivies :

- Supercalculateur localisé, ultra rapide, ultra performant (IDRIS) pour la modélisation et le calcul intensif principalement
- Supercalculateur constitué de grappes de calcul mises en réseau sur tout le territoire français, voire européen, voire mondial, pour partager et utiliser l'ensemble des données

Actions
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Développer les actions incitatives, la prise de risque, le soutien aux jeunes équipes</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Structurer la communauté autour de plates-formes (gros calculateurs, grilles, bases de données)</li> <li>• Développer la modélisation et la simulation numérique en liaison avec d'autres disciplines</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Concevoir des systèmes numériques qui doivent satisfaire les besoins exprimés, répondre à des impératifs de sûreté, de sécurité, de mobilité tout en étant robustes et efficaces</li> <li>• Renforcer les interactions matériel logiciel</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Renforcer la compétitivité de nos laboratoires dans ces domaines de recherche qui peuvent déboucher sur des applications industrielles comme la cryptologie, la réalité virtuelle, l'informatique ambiante.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rendre l'accès à l'information plus performant</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Développer l'ensemble des technologies logicielles et matérielles permettant d'assurer des communications variées, sûres et fiables</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Développer des recherches sur le long terme complémentaires des recherches sur projet</li> </ul>

### 1.3.2.2 Photonique, optique et hyperfréquences

La photonique a un fort impact dans le développement économique. L'impact de cette discipline résulte de trois convergences:

- convergence électronique-optique : photonique sur silicium (interconnexions optiques, image numérique pour les capteurs, les caméras, le médical ...)
- convergence électronique-hyperfréquences : développement du domaine THz, systèmes mixtes opto-hyperfréquence, information et communication (radio, radar, antennes, bluetooth, wifi, retournement temporel...)
- convergence optique-logiciel : traitement d'images, systèmes optiques intelligents dans les capteurs (sécurité, environnement, instrumentation), traitement tout optique de l'information, intelligence ambiante, ...
- convergence optique-biologie : connaissance du vivant, optique pour le diagnostic, optique pour le médical (chirurgie, verres et lasers ophtalmiques)

Le rôle stratégique de la photonique est souligné en Europe dans le programme FP7 par la mise en place de la plate-forme PHOTONICS21, riche de près d'un millier de membres dont la moitié est issue du tissu économique. Les priorités de la discipline vont vers le développement de nouvelles sources optiques (LED et OLED, sources lasers de forte puissance à fibres, sources THz, sources de photon unique pour la cryptographie quantique,...); les fibres optiques, des matériaux aux systèmes; les matériaux avancés et les nouvelles générations de composants (cristaux photoniques, plasmonique, réseaux optiques, composants THz,...); l'instrumentation et les procédés (sondes locales, optique X,...).

L'optique et les radiofréquences interviennent également dans toutes les méthodes avancées de mesures de positionnement (navigation, transports) et les développements de la métrologie non intrusive (vélocimétrie et thermométrie) avec les systèmes photoniques sur puce et les systèmes nomades. Il s'agira de concevoir des systèmes plus précis, plus fiables, autonomes et complètement intégrables.

Concurrentes ou complémentaires de ces technologies mais plus amont, les applications très variées des atomes froids à l'optique atomique et à la métrologie (temps-fréquences, mesure de champs inertiels,...) seront poursuivies avec la miniaturisation des dispositifs et l'intégration sur puce.

Par ailleurs, la lumière et son transport par fibre optique permettront de disséminer sur des échelles continentales une référence de fréquence très stable pour toutes applications touchant à la mesure (temps, longueurs, champs inertiels, température,...) ceci grâce à la redéfinition future des unités de mesures. L'exploitation du réseau



RENATER en ce sens devrait permettre d'irriguer les principaux laboratoires français de la sorte à partir d'un ou de quelques laboratoires de métrologie.

Actions
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Favoriser la convergence logiciels-électronique-photonique                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• convergence électronique-optique</li> <li>• convergence électronique-hyperfréquences</li> <li>• convergence optique-logiciel</li> <li>• convergence optique-biologie</li> </ul> </li> </ul>

### 1.3.2.3 Systèmes et communication

Les sciences de l'information interviennent via les réseaux de communication, les systèmes d'information et de traitement, les contenus.

Dans tous les cas, il s'agit de concevoir et développer des systèmes mobiles, capables de s'intégrer dans le milieu physique au point de s'y confondre, s'adaptant à l'évolution des usages et à l'intégration de l'homme. Cela amène à travailler sur de nouvelles architectures de composants et de systèmes intégrant les mondes physique et numérique, qui répondent aux défis du multi-échelle (effets d'échelles spatiales et temporelles), de l'hétérogénéité (représentations hybrides), de la dynamique et de l'imprévu, qui garantissent la performance (sûreté, efficacité), qui intègrent l'utilisateur. Ces dernières années ont permis de hisser les environnements

de programmation typée, et notamment les langages déclaratifs ou fonctionnels, à un niveau de performance et de sûreté inégalé. L'apport de la recherche opérationnelle aux langages déclaratifs, pour combiner efficacement des techniques de résolution hétérogènes (numériques, symboliques, déductives, heuristiques) pour la modélisation a la fois du problème à résoudre et des stratégies de résolution, a entraîné une diminution importante des coûts de développement et de maintenance du logiciel.

Les sciences et technologies de l'information déterminent les principes sous jacents au numérique ; elles inventent aussi les nouvelles applications et les valident par l'expérimentation. La révolution apportée par les nouveaux supports du traitement de l'information (nanotechnologies, ordinateurs neuronaux, ordinateurs quantiques) impose de mener des recherches sur les logiciels pouvant "tourner" sur ces nouvelles technologies.

Actions
Les enjeux disciplinaires : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Automatique pour le vivant, Image pour le médical</li> <li>• Intégration des composants: validation, implantation de systèmes embarqués, co-conception matériel-logiciel, temps réel,</li> <li>• Architecture des systèmes matériels-logiciels sûrs.</li> <li>• Architectures de réseaux hétérogènes, Services nomades, personnalisés et interactifs, Sécurité,</li> <li>• Calcul intensif et simulation : grilles, calculs haute performance, visualisation des données,</li> <li>• Stockage et traitement des données,</li> <li>• Robotique humanoïde, mobile et autonome</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Intensifier les relations interdisciplinaires sur les usages, l'adaptation aux besoins et à la convivialité des systèmes et instruments ;</li> <li>• ainsi que dans le domaine du vivant, des SHS et des sciences de la communication.</li> </ul>

### 1.3.2.4 Organiser conserver et diffuser l'information

Le décalage entre la performance croissante des techniques et les difficultés de communication qui subsistent entre les hommes et les sociétés représentent un défi majeur des Sciences de l'Information. Informer ne suffit plus à communiquer. L'information, le message est toujours plus simple à comprendre que la communication qui implique nécessairement une relation avec l'autre, le récepteur. La communication se situe entre la volonté de convaincre, le souhait de partager, et la nécessité de cohabiter. Elle comporte trois dimensions : la transmission, le partage, la négociation. C'est pourquoi la question de la communication est un des enjeux scientifiques et politiques les plus importants du début du XXI<sup>e</sup> siècle. C'est un domaine de connaissances interdisciplinaires encore jeune. Il est donc nécessaire de penser une définition scientifique de l'information et de la communication

et d'élaborer une théorie de leurs places dans nos sociétés. Pour cela, trois dimensions sont à prendre en considération : technique, socioculturelle et économique, avec cinq enjeux principaux : langage et communication ; communication politique, espace public et société ; mondialisation et diversité culturelle ; information scientifique et technique ; sciences, techniques et sociétés.

Avec l'augmentation permanente des capacités des réseaux, associée à la miniaturisation et la diversité des supports de stockage, les données et les informations à transmettre, à classer et à distribuer sont de plus en plus nombreuses, multiformes, multi sources et multi échelles. La gestion et l'interrogation de données disséminées et hétérogènes sont des enjeux majeurs pour permettre l'accès à une information fiable et pertinente, et sa restitution sous une forme compréhensible et exploitable par un utilisateur. Cela nécessite de faire coopérer des techniques variées de classification, d'extraction de connaissances à partir de données, de visualisation, et d'interaction homme-machine.

La reconnaissance de caractères, d'images ou de sons et la numérisation permettent l'accessibilité des fonds documentaires importants rares ou anciens. Le traitement automatique et l'utilisation subséquente de moteurs de recherche sont particulièrement importants pour valoriser et faciliter le travail des chercheurs. Le problème de la stabilité des supports de l'information et de leur durée de vie devra également être traité.

Actions
• Organiser l'information
• Gérer les masses de données, développer et mutualiser les grandes enquêtes qualitatives et quantitatives
• Développer des méthodologies d'archivage pérennes
• Proposer de nouveaux concepts d'intégration de l'information dans les systèmes matériels
• Utiliser les grilles de calcul pour un accès partagé aux données
• Renforcer les Sciences de la Communication du CNRS en impliquant plus fortement les différents Instituts
• Assister la gouvernance nationale en terme de diffusion de l'information sur les contributions du CNRS aux grands problèmes de société

### 1.3.3 Domaine prioritaire : Molécules – Matériaux – Procédés et Structures

Les avancées enregistrées dans la plupart des technologies sont étroitement liées aux progrès en science des matériaux : il en va ainsi des domaines de l'habitat et du génie civil, des transports (en particulier aéronautiques), du spatial, des technologies de production de l'énergie, de son économie (éclairage, conversion de chaleur), de son stockage ou de sa transformation, des technologies du sport, de l'habillement, de la santé (avec les biomatériaux et les dispositifs de suppléance), des industries du secteur de l'électronique et de la microélectronique, et d'une manière générale des technologies de production et de construction (liaison avec le Génie Civil). Ces progrès résultent d'une dynamique propre de la science des matériaux qui est une entité hybride couplant la recherche fondamentale et la démarche de l'ingénieur dans laquelle la connaissance de base est intimement mêlée à la technologie. Ils sont également le fruit d'avancées en physique, en chimie et en sciences de l'ingénieur, et notamment des interactions entre ces trois grands secteurs. Leur mise en synergie a fait l'objet par le passé de programmes interdisciplinaires et de programmes de recherche nationaux. La portée des enjeux justifie que cette politique soit poursuivie.

Le développement et la poursuite du soutien à ces recherches interdisciplinaires relève de plusieurs priorités, et ils se réaliseront dans le cadre d'un programme interdisciplinaire, impliquant plusieurs instituts (notamment mathématiques, physique, chimie, INST2I, mais aussi l'INSB pour ce qui concerne les matériaux bio-inspirés et les biomatériaux).

Sur la durée, quatre grands axes peuvent justifier d'une action à plus long terme car ils correspondent, soit à des approches radicalement nouvelles dans la conception des matériaux ou font l'objet d'une attente sociétale. Ces axes concernent potentiellement toutes les classes de matériaux.

#### 1.3.3.1 Développer des démarches rationnelles dans la conception de nouveaux matériaux ou leur intégration dans des structures

Un matériau n'a longtemps été qu'une matière transformée devant remplir une fonction principale donnée. Les matériaux du futur devront remplir un cahier des charges multicritères et ils seront donc multifonctionnels. Cette multifonctionnalité se traduira par la coexistence au sein du matériau d'un ensemble de propriétés réparties à

différentes échelles. Cette évolution de la recherche sur les matériaux vers une conception optimisée et un développement sur mesure est un nouveau défi qui ne pourra être relevé par une progression en aveugle : c'est par une compréhension détaillée des mécanismes contrôlant les propriétés, par la modélisation préalable des propriétés attendues, par une utilisation systématique des possibilités provenant de la combinaison des différentes classes de matériaux, par la prise en compte des potentialités offertes par la variété des formes et des architectures et enfin par l'ajustement des propriétés d'interfaces que le domaine des matériaux sera en état de répondre à ces nouvelles exigences. Cela nécessitera également de développer de nouvelles voies d'élaboration ou de mise en œuvre (formabilité, assemblage...) mais aussi de désassemblage pour améliorer l'aptitude au recyclage.

Certaines industries, comme celles des transports, sont demandeuses de ruptures technologiques qui permettraient, à performances équivalentes, de réduire le poids des structures et si possible de prolonger leur durée de vie dans les conditions d'usage qui leur sont spécifiques. Dans d'autres secteurs, comme celui de la production d'énergie, il s'agit au contraire de mettre au point des dispositifs fonctionnant dans des conditions de plus en plus sévères (matériaux pour conditions extrêmes), sous des chargements complexes, dynamiques, aléatoires... sous pression ou sous vide, à haute température ou sous refroidissement cryogénique, en atmosphère corrosive... C'est en particulier dans ces secteurs qu'il convient de donner un nouvel élan aux recherches en métallurgie, compte tenu des besoins qui s'expriment par exemple dans le domaine de la production d'énergie électrique par voie nucléaire, pour la mise au point des centrales de future génération, voire du programme ITER lui-même.

Actions
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Faire émerger de nouvelles approches dans la conception des matériaux</li> <li>• Développer la connaissance et l'utilisation des grands équipements (neutrons, rayonnement synchrotron) pour la caractérisation des matériaux</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Développer l'utilisation du « matériau numérique » et confronter les approches développées pour les diverses classes de matériaux</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Renforcer la recherche en métallurgie, des centres de compétences aux interfaces chimie, physique, et sciences de l'ingénieur</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soutenir les partenariats recherche - industrie dans le domaine des matériaux pour conditions extrêmes</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Renforcer les compétences aux interfaces chimie des matériaux – physique des matériaux - sciences de l'ingénieur.</li> </ul>

### 1.3.3.2 S'inspirer de la nature : promouvoir l'éco-conception, le recours aux matériaux naturels et la bioinspiration

Il s'agit de s'inspirer des matériaux que la nature fabrique et des procédés qu'elle met en œuvre pour les élaborer. L'efficacité de ces matériaux tient à leur organisation topologique et structurale à toutes les échelles : nanométrique, micrométrique et le plus souvent millimétrique. Il s'agit donc de concevoir et développer des matériaux ou composants en jouant sur l'architecture, la topologie, et les échelles pour leur conférer les fonctionnalités recherchées. Leur organisation topologique et structurale permet de répondre de manière spécifique aux sollicitations.

Dans l'ensemble des pays industrialisés, des contraintes croissantes se font ressentir en termes d'environnement (mise au point de procédés propres et sûrs), en termes de développement durable (nombre de matières premières ont été surexploitées au point de compromettre l'approvisionnement dans les décennies à venir), avec en corollaire un renchérissement du prix de ces matières premières qui va de pair avec celui de l'énergie nécessaire à leur transformation. Il convient donc d'imaginer et développer des voies nouvelles, relevant de l'écoconception, qui fassent davantage appel aux ressources renouvelables et notamment aux agro-ressources, surtout en vue de la production de matériaux de très grande diffusion, comme les matières plastiques.

Actions
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mieux intégrer les objectifs de la chimie verte dans la conception des matériaux</li> <li>• Développer les recherches visant au développement des matériaux de grande diffusion de demain</li> </ul>

- Optimiser les procédés d'élaboration et le cycle de vie des systèmes
- Construire des alternatives aux matériaux issus de matières premières de disponibilité réduite
- Intégrer une démarche systémique de conception de produits nouveaux prenant en compte les dimensions environnementales et sociales
- Rechercher des technologies d'élaboration de matériaux de grande diffusion compatibles avec des objectifs de développement durable

### 1.3.3.3 Poursuivre l'effort sur l'émergence de matériaux à propriétés spécifiques

Les années récentes ont connu des avancées spectaculaires dans la découverte de matériaux présentant des fonctionnalités inédites : les matériaux hybrides, à la frontière des mondes organique et inorganique, les solides divisés à grande surface spécifique et les mésoporeux, les nouvelles formes de carbone, les matériaux à mémoire de forme, les métamatériaux... sans oublier bien entendu le spectre des propriétés induites par la nanostructuration de la matière...

Nombre de ces matériaux à propriétés spécifiques conditionnent la mise au point et la percée de procédés innovants (membranes pour procédés séparatifs, matériaux photovoltaïques organiques ou en couches minces, polymères fonctionnels pour l'électronique souple, matériaux et dispositifs pour la photonique moléculaire et le stockage photostable, matériaux thermoélectriques de haute et moyenne température, matériaux superisolants, cœurs de piles à combustibles, électrodes des batteries tout solide, matériaux à empreintes moléculaires, polymères hyper-barrière pour l'emballage, polymères résistants au choc, intermétalliques à propriétés magnétiques, d'hydruration, ou catalytiques contrôlées...). Ces matériaux sont également intéressants pour leurs propriétés couplées, comme les multiferroïques, les thermochromes, les magnétochromes...

Actions
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Favoriser l'émergence de nouveaux capteurs ou actionneurs et leurs combinaisons dans des systèmes intelligents et développer les propriétés d'élaboration spécifiques adaptées</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Faire mieux connaître au milieu industriel les développements originaux dans ce domaine</li> </ul>

### 1.3.3.4 Anticiper et maîtriser les performances des matériaux dans le temps

Le haut niveau de sécurité légitimement imposé par la société pour tous les dispositifs utilisés par l'homme nécessite de comprendre et maîtriser dans la durée le comportement des matériaux impliqués.

La maîtrise de la durée de vie des matériaux dans le temps comporte trois aspects importants :

- Pour des raisons de développement durable il convient d'adapter la longévité du matériau à son utilisation : il s'agit dans ce cas de concevoir des matériaux dont le coût est adapté au besoin et particulièrement à la durée de vie du dispositif dont il fait partie.
- Une autre problématique est rencontrée par un nombre croissant d'applications (notamment dans l'aéronautique et le nucléaire). Elle concerne la prédiction du comportement des matériaux sur des durées inaccessibles à l'expérience. Il s'agit alors de développer les outils de simulation et de modélisation aptes à fournir les informations complémentaires aux expériences accélérées quand elles sont possibles.
- Idéalement, il faudrait pouvoir à tout moment pouvoir déterminer la durée de vie restante (potentiel restant), en fonction des processus de vieillissement que le matériau a subi au cours de son utilisation. Il convient de distinguer les lots de pièces et les systèmes et structures. Dans le premier cas l'évaluation est réalisée a priori par des analyses statistiques dont il convient de réduire la largeur de distribution. Dans le second, il est nécessaire soit de disposer de moyens de contrôle non destructif couplés à l'identification d'événement précurseurs et de modèles, soit d'introduire dans les pièces des matériaux dont les signes de vieillissement sont facilement identifiables et quantifiables (structures intelligentes).

Actions
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Observer et détecter le vieillissement (Développer : instrumentation, moyens de mesure, approches probabilistes et introduction des processus stochastiques d'endommagement)</li> </ul>

- |  |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Simuler le vieillissement (Développer des modèles incluant l'hétérogénéité et l'aléatoire des matériaux dans les facteurs de vieillissement ; Croiser les cultures : faire se rencontrer les communautés travaillant sur diverses classes de matériaux mais sur des mécanismes identiques de ruine des matériaux : fissuration, corrosion)</li> </ul> |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Caractériser les propriétés thermophysiques macroscopiques (métrologie)</li> </ul>  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rapprocher les démarches académiques et industrielles</li> </ul>  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Développer les moyens d'analyse et de caractérisation des matériaux sous irradiation en liaison avec le CEA</li> </ul>  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Développer l'approche interdisciplinaire sur les matériaux en y incluant les équipes de minéralogie et pétrologie des sciences de la terre</li> </ul>   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Développer des moyens expérimentaux d'accélération du vieillissement et d'évaluation non-destructive.</li> </ul>  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interpoler des observations sur les matériaux anciens vers les processus de vieillissement des matériaux contemporains</li> </ul>   |

### 1.3.4 Domaine prioritaire : Développer une instrumentation de pointe

Dans un grand nombre de domaines scientifiques et technologiques, il est essentiel de pouvoir préparer puis détecter, traiter, et mesurer des grandeurs physiques, mécaniques, chimiques, biologiques. Ces besoins nécessitent la mise en œuvre d'appareils et d'architectures de plus en plus complexes, présentant plus de fonctionnalités, toujours plus de sensibilité, pouvant être placés dans des environnements très diversifiés et pouvant nécessiter des caractéristiques de performance ultime, d'intelligence, de mobilité, de sécurité et d'autonomie.

#### 1.3.4.1 L'instrumentation pour le médical

Les recherches en Ingénierie du Vivant permettent de comprendre le fonctionnement du corps humain à l'échelle des systèmes (squelettique, cardiaque, musculaire...), de l'organe (os, cœur, muscle, ...), des tissus, des cellules et de la molécule. Les travaux en biomécanique, biomatériaux, et en ingénierie cellulaire produisent des connaissances aboutissant au développement d'outils de diagnostic et de soins qui peuvent être transférés aux industriels. En particulier, les applications cliniques sont considérables pour des suppléances d'organes. En robotique, l'assistance au geste médical et l'assistance aux personnes sont en fort développement.

L'avenir de l'imagerie biomédicale et de ses applications en imagerie anatomique, fonctionnelle, métabolique, moléculaire et interventionnelle peut se résumer en "voir plus et voir mieux". Par exemple, nous vivons actuellement une révolution dans la pratique des gestes médicaux et chirurgicaux avec le développement conjoint de l'imagerie et de la robotique médicale. Si les découvertes sont souvent individuelles, leur transfert vers la thérapeutique est souvent obtenu en partenariat.

Toutefois, le tissu industriel présente des décalages importants. Les entreprises spécialisées en instrumentation, équipements, prothèses,... ont souvent une taille sous-critique pour relever des défis complexes.

Actions
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Développer l'instrumentation pour la santé (Imagerie moléculaire avec marqueurs spécifiques, diffraction X résolue en temps, tomographie optique et par émission de positon)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soutenir les recherches sur les technologies pour la santé</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soutenir les équipes qui sont engagées dans l'instrumentation médicale</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Développer les recherches sur les micro-capteurs biomédicaux</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Développer les recherches en biophotonique</li> </ul>

#### 1.3.4.2 L'instrumentation pour le diagnostic environnemental et de sécurité

Les enjeux de la recherche d'instrumentation scientifique innovante pour le diagnostic couvrent un large spectre de méthodes et de développement : capteurs, microélectronique intégrée, actionneurs, circuits de traitement et de transport de l'information, imagerie, de méthodes d'intégration hétérogène, de méthodologies de testabilité, de fiabilité, de sécurité et de conception des systèmes.

Actions
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Développer l'instrumentation pour l'analyse des matériaux et des surfaces : microscopies de champ proche,</li> </ul>

acoustique picoseconde, capteurs intelligents, réseaux de capteurs sans-fil

- Développer l'instrumentation pour l'environnement : développer les capteurs intelligents, les réseaux de capteurs et leurs systèmes d'exploitation pour la surveillance de milieux
- Développer l'instrumentation pour le contrôle et la sécurité

#### 1.3.4.3 L'instrumentation en réseau

L'instrumentation, dans des domaines aussi divers que l'ingénierie médicale, le contrôle d'accès, la sécurité des équipements et le contrôle de qualité industrielle, la domotique, le transport, la surveillance environnementale, les matériaux intelligents, la défense, les loisirs, va évoluer considérablement dans la prochaine décennie par suite du développement d'applications distribuées et mises en réseau. L'instrumentation pour l'assistance aux personnes et la sécurité, la robotique médicale sont des priorités pour améliorer le confort des usagers, l'assistance aux malades et la vie courante des handicapés. La gestion de ces informations ne se fera toutefois pas sans poser des problèmes en matière de sécurité et de protection de la vie privée.

L'espace constitue un secteur privilégié pour développer de nouveaux systèmes instrumentaux, aux performances globales accrues, fiables malgré des contraintes spécifiques mais très demandeuses – vide, température, vibrations, exposition aux rayonnements ionisants ... Certaines de ces spécificités sont utiles pour améliorer la fiabilité, les performances et les spécifications techniques de systèmes embarqués sur d'autres véhicules voire des applications bio-médicales.

Actions
• Développer les recherches pour le nomadisme et sur l'intelligence ambiante
• Développer la fiabilité des systèmes embarqués (pour la sécurité, la santé,...) et le pilotage de systèmes
• Améliorer les techniques de traitement de données et d'extraction des signaux faibles
• Accroître la miniaturisation et l'économie énergétique des systèmes instrumentaux embarqués
• Soutenir les équipes françaises qui sont engagées dans les projets spatiaux astrophysiques
• Développer les outils et méthodes du vol en formation, et des instruments fragmentés que suppose leur usage.
• Développer la technologie et l'usage des caméras hyperspectrales, pour l'observation de la Terre et des planètes.

#### 1.3.4.4 L'instrumentation de précision pour la métrologie

La métrologie de précision est aujourd'hui un point de passage obligé pour un nombre croissant d'instruments développés pour répondre à des besoins disciplinaires, et qui a des retombées pouvant aller bien au-delà du domaine d'application initialement envisagé – voir par exemple les retombées dans le domaine de l'imagerie et de la nanophotonique, des développements d'optique adaptative en astronomie, le médical. Les laboratoires de recherche tant fondamentale qu'appliqués développent pour leurs besoins disciplinaires de l'instrumentation de pointe aux performances métrologiques sans équivalent sur le marché.

L'objectif est de soutenir ces développements instrumentaux, de favoriser leur fiabilisation et leur intégration, conditions nécessaires à la valorisation et au transfert technologique. A plus long terme ceci permettra à notre pays de reconquérir une part du marché de l'instrumentation scientifique mondiale et de créer de la valeur, notamment en terme d'emplois, aussi bien dans des « start-up » que chez les majors industriels de l'instrumentation.

Actions
• Développer les actions interdisciplinaires en métrologie à l'interface INST2I/INP/INSU, notamment par des PEPs « métrologie du futur »
• Identifier les industriels susceptibles de répondre aux appels d'offres des futurs TGE (Club des Industriels IN2P3)
• Développer les recherches sur le contrôle non destructif notamment pour les matériaux, le bâtiment, les transports,...

## 2 Les instruments pour la recherche

### 2.1 ENJEU « Mutualiser les instruments pour la recherche »

#### 2.1.1 Domaine prioritaire : Méthodes et outils

##### 2.1.1.1 Systèmes complexes

Construite sur un concept pluridisciplinaire récent, la « science de la complexité » présente une double caractéristique : elle regroupe des communautés dynamiques dont les objectifs scientifiques affichés sont d'une importance majeure et repose sur une profusion de données souvent incomplètes, mal organisées, peu qualifiées. Un premier défi consiste donc à établir des référentiels communs et une sémantique explicite, permettant de définir l'ensemble des observables pertinents et de qualifier les données et modèles. Il est ensuite essentiel d'obtenir des représentations unifiées, cohérentes et prédictives, intégrant l'ensemble des niveaux et la multiplicité des points de vue. Enfin, il est nécessaire de formaliser cette reconstruction, ce qui nécessite l'identification des variables pertinentes selon les échelles (notamment à des échelles de temps lentes/rapides et à des échelles d'espace micro/macro), l'identification de leur dépendance fonctionnelle, ainsi que la mise en cohérence et le couplage entre de différents modèles associés.

La science des systèmes complexes est particulièrement importante pour les actions qui suivent :

Actions
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprendre des phénomènes sociaux en tant que systèmes complexes d'agents (économie, systèmes financiers, dynamiques des populations, comportements collectifs notamment)</li> <li>• Développer la biologie systémique et synthétique (développer des approches, permettant de prédire ou modéliser des modèles biologiques, de la fonction persistance d'une biomolécule dans des réseaux d'interactions).</li> <li>• Développer l'écologie évolutive et fonctionnelle des communautés et des écosystèmes à diverses échelles de temps et d'espace dans un but de prédiction des dynamiques d'évolution et de fonctionnement.</li> <li>• Apporter une contribution à la gestion du Système Terre : vers une gouvernance du développement intégrant les contraintes liées aux changements environnementaux planétaires</li> <li>• Etudier les interactions et le comportement des fluides dans la croûte terrestre (depuis sa surface) et leurs implications dans la connaissance, l'exploitation et le traitement des ressources en eau, minérales et énergétiques et de leurs effluents</li> <li>• Concevoir de grands systèmes industriels</li> </ul>

##### 2.1.1.2 Masses de données

###### *Des grands volumes.*

On assiste depuis les dix dernières années à une croissance exponentielle de la quantité de données à acquérir et à traiter dans la plupart des domaines scientifiques. Traditionnellement les masses de données sont issues des grands appareillages instrumentaux tels qu'en physiques des hautes énergies ou en astrophysique. Le LHC par exemple va produire jusqu'à 15 Pétaoctets de données chaque années qui seront reconstruites, filtrées et mises à la disposition des physiciens sur une échelle mondiale. L'instrument LOFAR qui permet d'observer le ciel dans le domaine radio basse fréquence est un gigantesque réseau informatique, autant qu'un radiotélescope, et ses performances sont avant tout limitées par les capacités de traitement de l'information.

Aujourd'hui, les grands instruments n'ont plus l'apanage de la production de données et on constate que pratiquement toutes les disciplines possèdent des sources de données très volumineuses qu'il convient de stocker, de distribuer et de traiter. Par exemple, en biologie ou en écologie, la mise sur le marché de machines à séquencer les génomes de plus en plus puissantes permet à des laboratoires individuels de produire des quantités de données qui doivent être partagées et analysées par plusieurs équipes. Par ailleurs, les données « omiques » croissent exponentiellement depuis 20 ans avec un doublement tous les 18 mois en moyennes du nombre de séquences et de « petites » bases. En biomédecine, l'imagerie médicale est en plein essor et

l'interprétation des résultats nécessite souvent de pouvoir corréler des images issues de nombreux sujets ou patients.

Récemment, l'arrivée de microscopes confocaux très rapides a permis de démarrer des projets d'étude du développement embryonnaire in vivo (projet européen Embryomics et Bioemergence) où il est possible de suivre l'évolution temporelle de chaque cellule. La quantité d'images engendrées par ces expériences représentera prochainement des dizaines de Pétaoctets à stocker chaque année.

#### ***Des données hétérogènes.***

L'étude et la modélisation de la terre solide profonde, de sa surface et de ses interfaces environnementales implique l'archivage et le traitement d'une immense masse de données discrètes, souvent très dispersées (géographiquement et institutionnellement), disponibles sur des supports variés, acquises à des époques variables par des acteurs d'origines et de cultures différentes. Il est maintenant crucial pour une modélisation de ces systèmes (public et privé), nécessaire pour obtenir un degré de confiance raisonnable dans la prédiction de leur évolution, de pouvoir disposer de ces données sous forme numérique standardisée et validée dans des bases de données interopérables. Il en est de même des bases de données astronomiques multi-longueurs d'onde acquises depuis le sol et dans l'espace. La France, qui joue un rôle de premier plan dans le développement de l'observatoire astronomique virtuel, dont l'objectif est précisément de donner accès de façon transparente pour l'utilisateur à un réseau de bases de données hétérogènes et distribuées, est bien placée pour répondre à ces défis.

Dans le domaine de l'écologie ou de l'étude des interactions hommes milieux, le développement de sites d'étude instrumentés interdisciplinaires (Zones Atelier, ORE, OHM), permettant de suivre sur des temps longs la dynamique de ces milieux, conduit à la production de grandes quantités de données. Elles proviennent de disciplines distinctes et possèdent de ce fait des formats différents (images, chroniques de grandeurs, biodiversité des milieux, résultats d'enquêtes etc) mais elles doivent être totalement interopérables. Le stockage, la gestion de ces données, l'assurance de leur interopérabilité comme la mise à la disposition des communautés scientifiques est un des enjeux majeurs pour assurer leur capacité à permettre une interdisciplinarité effective.

La reconstitution des paléomilieux et des comportements anciens (études des flores et faunes anciennes, origine des matières premières), fondée sur des démarches actualistes, génère des grandes quantités de données (objets étudiés, référentiels, systèmes de comparaison, modélisations). L'utilisation récente de nouveaux matériels d'analyse (images issues de scanners 3D ou de tomodensitomètres, séquençages de paléogénétique) a très fortement fait croître l'importance, mais aussi la manipulabilité des ces données. L'enjeu aujourd'hui est de systématiser ces ensembles, notamment pour les référentiels virtuels, et d'en assurer la disponibilité au plus grand nombre des scientifiques.

#### ***Des données présentant des défis d'indexation.***

En Sciences Humaines, chaque lot de données est relativement réduit, mais les sources de ces données sont extrêmement diverses et nécessitent des systèmes adaptés au niveau de l'indexation et de l'archivage pérenne. Certaines applications dans le domaine de l'archéologie (Archéogrid par exemple) font appel à une modélisation en 3D des sites et des objets. La mise en relation entre les reconstitutions effectuées et les éléments archéologiques ayant servi de base à celles-ci doit être stockée et mise en ligne au bénéfice des communautés intéressées.

Dans les prochaines années, « l'upgrade » du LHC et des projets d'astrophysique comme les grandes cartes (Large Survey Telescope) vont produire des masses de données encore plus gigantesques. Le problème de l'indexation des données pose déjà un défi informatique particulièrement complexe sur lequel se penchent les experts les plus pointus ainsi que certaines sociétés du monde numérique. Il est important que la France mette en place les moyens nécessaires, à travers notamment le Centre de données de Strasbourg et ses observatoires virtuels, à travers les grilles de données pour développer cette expertise qui sera l'une des clés du monde scientifique et probablement industriel de demain.

#### ***Des bases de données mises en réseau.***

En sciences du vivant, le défi sera l'articulation entre gros centres de calculs, mésocentres bioinformatiques adossés aux laboratoires et systèmes générateurs de données pour stocker efficacement, analyser de manière pertinente et mettre à disposition (serveurs et logiciels) des données hétérogènes en nature et en qualité. En biologie/santé un gros besoin en stockage et traitement d'images est prévisible. Pour la Biologie/Bioinformatique, les plates-formes bioinformatiques nationales (certifiées par la coordination nationale GIS IBISA) sont fédérées



depuis 2004 au sein du réseau national RENABI (<http://www.renabi.fr>) et offrent des services (souvent interactifs) indispensables à la communauté des biologistes des « wet labs ». Ces plates-formes nationales constituent dès à présent les pôles de compétences et de ressources informatiques (données et calculs) en bioinformatique pour la communauté biologique.

***Vers un méta-portail CNRS pour les données scientifiques.***

Par ailleurs, le TGE ADONIS se propose de réaliser un *meta*-portail permettant un accès unifié à toutes les données et documents numériques dans les Sciences humaines et sociales. Une telle démarche peut-elle être étendue aux autres disciplines conduisant à une application exportable au niveau national voire européen ou international ?

En effet, les disciplines étant à des stades très variés, il devient important que chacune étudie ses besoins spécifiques, en particulier en termes de description des données et de standardisation, mette ces données en forme et développe des services d'accès pour les utilisateurs. Des clubs de base de données pourraient voir le jour, comme recommandé pour les géosciences. Ceci doit se situer en prenant en compte le contexte international de chaque discipline. Certaines disciplines étant déjà très avancées dans le domaine du stockage, de la gestion, de la distribution et de l'accès aux données, il est important de mettre en place une structure qui permette de partager les connaissances et de promouvoir des standards.

A terme, les disciplines concernées doivent avoir à leur disposition les outils et l'infrastructure informatique nécessaires pour que l'ensemble de leurs données soient disponibles dans des bases interopérables et accessibles à un niveau mondial. C'est le concept des grilles de données (toile de bases de données).

Un effort considérable, tant financier que sur le plan humain, doit être fait au cours des 5 prochaines années pour atteindre cet objectif. Quelques pays (USA) ont entrepris de le faire ; la France ne peut raisonnablement pas rester en retrait.

En France, seul le CNRS possède la gamme nécessaire des compétences pour traiter les problèmes de stockage, d'hétérogénéité, d'indexation et de mise en réseau requises par le large spectre des disciplines qui vont des sciences sociales aux sciences de l'Univers. Une ou plusieurs bases de données, adaptées aux besoins spécifiques et aux différents stades de développement du support Informatique, permettraient l'augmentation de la créativité, des usages interdisciplinaires et donneraient la possibilité d'un moteur de recherche indexé, régi par des critères scientifiques, adaptés aux différents domaines de la connaissance. Un tel moteur de recherche utiliserait d'abord les données produites par les équipes CNRS, mais il aurait la vocation de s'étendre à d'autres producteurs de connaissance, français ou étrangers.

Actions
• Développer une communauté d'experts (club) dans le domaine de la gestion des masses de données
• Préparer la conception d'un outil international de type moteur de recherche indexé
• Développer des systèmes d'organisation et de conservation des données qui doivent être des services communs qui en garantissent l'opérabilité et l'interopérabilité

### 2.1.1.3 Modélisation et simulation

Interpréter les observations, développer une capacité de prévision passe par le développement de modèles numériques. Contraindre la précision de ceux-ci par l'assimilation de données d'observation constitue un schéma nécessaire pour mieux cerner les mécanismes fondamentaux dans un contexte donné, et pour en dégager une valeur générique valable pour d'autres situations. Cela implique de s'appuyer simultanément et de manière coordonnée, sur des campagnes de terrain, des systèmes d'observation et d'expérimentation, l'étude des variations passées et la modélisation lourde. En astrophysique, il s'agit d'une activité en pleine expansion permettant la compréhension de l'histoire des systèmes – galactiques, stellaires, planétaires – l'optimisation du fonctionnement des instruments complexes et l'exploitation des données (traitement des grands relevés).

Ainsi, la simulation numérique constitue désormais un formidable outil de recherche sous réserve d'une expérience test. La simulation est l'instrument privilégié de l'exploration de problèmes multi-échelles et multi-physiques touchant par exemple au climat, aux processus terrestres et aux aléas de toute nature. La simulation est aussi un moyen essentiel de conception : conception de nouveaux matériaux ou simulation de nouvelles molécules. Elle permet enfin de réduire considérablement le temps et le coût de développement de produits par la réalisation d'essais virtuels comme dans le cas du crash automobile et conduisent à des progrès substantiels

dans les domaines de l'aéro-acoustique, de la combustion, de la tenue des matériaux ou du dimensionnement des structures.

Les besoins de simulations plus fidèles, plus réalistes et plus rapides sont immenses. Les simulations de demain seront non linéaires, mêlant des échelles de temps et d'espace sur plusieurs décades avec les représentations des mécanismes associés, stochastiques, couplées pour représenter les objets étudiés et leurs interactions dans leur environnement. Leur précision et leur réalisme passera par le dialogue avec l'expérience et l'assimilation de données d'observation au fur et à mesure de l'évolution du système simulé (expérimentation et simulation numérique se nourrissent l'une de l'autre). Il s'agira enfin de maîtriser de telles simulations, de développer les méthodes permettant de les faire de façon robuste et efficaces, de les adapter au GRID Computing à grande échelle de façon évidemment parallèle et extensive.

Il apparaît clairement que les progrès dans ce secteur vont nécessiter à la fois des plates-formes et des réseaux puissants, au meilleur niveau mondial, largement accessibles aux chercheurs, une organisation dynamique, des projets fédérateurs et un soutien aux coopérations et aux équipes les plus engagées dans les simulations frontières.

Actions
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Faire face à l'intense concurrence internationale sur les codes numériques permettant de modéliser la dynamique du système Terre, en particulier pour en améliorer la prévisibilité régionale,</li> <li>• Utiliser les nouvelles méthodes de modélisation et analyse statistique pour les travaux en cosmologie et évolution de l'Univers</li> <li>• Accompagner avec la simulation les expériences futures de grande précision dans la science des matériaux et la biologie, la dynamique des fluides, la combustion, en fusion nucléaire</li> </ul>

#### 2.1.1.4 Le calcul intensif

Le calcul intensif est devenu un outil indispensable pour nombre de domaines, permettant de répondre à des enjeux de société, comme le changement climatique, le développement de l'océanographie opérationnelle ou la santé, ou à des enjeux industriels comme la combustion turbulente ou la recherche sur les médicaments. Il permet également d'aborder des questions de recherche fondamentale indispensables au développement de la connaissance comme l'astrophysique, la physique des particules et de la matière.

L'analyse par domaine fait ressortir des besoins d'augmentation en matière de calcul intensif au niveau national, exploitables immédiatement par la communauté scientifique et qui permettraient de suivre le niveau des moyens disponibles pour nos partenaires proches voisins en Allemagne et au Royaume-Uni. Elle montre également, pour quelques domaines, le besoin d'avoir accès à des machines de puissance supérieure, qui seraient partagées au niveau européen, et permettraient de collaborer avec les USA et le Japon grâce à l'accès à des moyens de calcul comparables. L'évolution récente du projet européen PRACE, pour lequel la France est candidate pour héberger l'une des machines de capacité pétaflopique, va dans le sens souhaité par la communauté.

Il faut envisager ces supercalculateurs comme des sources de données au même titre qu'une grande expérience. Les simulations pétaflopiques dans le domaine de la météorologie à haute résolution engendreront des pétaoctets de données qui devront être disponibles pendant plusieurs années et accessibles depuis n'importe quel laboratoire. Il semble difficile de stocker l'ensemble de ces données près des machines de production ; il faudra donc envisager un stockage distribué.

La recherche, qui s'appuie sur le calcul scientifique, exprime également le besoin d'avoir accès à une panoplie complémentaire de moyens de calcul : moyens locaux et mésocentres. Ceux-ci sont le lieu privilégié pour la formation des utilisateurs de supercalculateurs, pour la mise au point des codes, ainsi que pour une partie du post-traitement des données engendrées par les grandes modélisations.

Il convient également de développer dans ces centres une diversité d'architectures incluant des solutions originales telles que les BlueGene/L mais aussi des architectures dédiées du type apeNEXT ou encore des architectures innovantes telles que les architectures hybrides ou basées sur des processeurs spécialisés comme les processeurs graphiques ou le Cell.

Plusieurs domaines ressentent un déficit en formation et en soutien informatique de type ingénieur que ce soit de manière ponctuelle pour développer la parallélisation de codes, ou de manière soutenue au plus près des applications.

## Actions

- Poursuivre la démarche "Penser le Pétaflops", conjointement avec le CEA

### 2.1.1.5 Instrumentation

L'instrumentation développée pour la recherche constitue un élément essentiel de l'observation des objets d'étude. Elle contribue au défi méthodologique qu'est l'analyse des systèmes complexes par les avancées qu'elle apporte dans la production de données et leur traitement.

Sonder la matière, la soumettre à des sollicitations diverses, en mesurer les effets, en dégager des interprétations exige, pour une instrumentation toujours plus performante, de disposer d'une modélisation toujours plus poussée. Ainsi, l'effort porté sur l'étude de la propagation des ondes, dans les milieux complexes ou bruités, intéresse la physique du globe et la biologie. Amener certains outils à des performances toujours plus extrêmes ouvre en retour de nouvelles portes à la recherche fondamentale. Ainsi, les champs magnétiques très intenses (développés à Grenoble et Toulouse) donnent-ils accès à des régimes d'excitations élémentaires originaux. Les sources laser d'impulsions toujours plus brèves et intenses permettent de sonder des processus dynamiques inaccessibles jusqu'ici. Les progrès dans les sources de rayonnement, l'utilisation des très basses températures, du rayonnement synchrotron, des techniques d'imagerie multi et hyperspectrale, des capteurs et de l'électronique d'acquisition et de traitement, mais aussi des technologies d'intégration et de miniaturisation des composants et des méthodologies logicielles pour le signal et l'image sont extrêmement importants pour toutes les observations.

Les grands instruments font partie du paysage incontournable de la physique expérimentale, tout autant dans ses aspects fondamentaux et appliqués que pour les thématiques à l'interface avec d'autres disciplines. La communauté concernée abrite sur le territoire national, ou à sa frontière, des équipements performants, gérés à l'échelle nationale, européenne ou mondiale : Collisions aux hautes énergies (CERN à Genève), production d'ions lourds (GANIL à Caen), champs magnétiques intenses (champs continus à Grenoble, pulsés à Toulouse), sources de neutrons (ILL à Grenoble, LLB à Saclay), rayonnement synchrotron (ESRF à Grenoble, Soleil à Orsay-Saclay). A cela s'ajoutent des projets plus « dédiés », d'échelle comparable, comme le laser MégaJoule à Bordeaux, et maintenant la perspective d'ITER à Cadarache. Autour de ces grands équipements s'organise un dialogue technologique pour leur conception qu'il faut soutenir et qui doit profiter à une communauté scientifique et industrielle plus large.

**Imagerie et cartographie** : Il s'agit de développer des approches « intelligentes » de traitement des images, constituées d'une collection de pixels autonomes corrélées ou non, concrétisés par des capteurs autonomes. Cela concerne l'« imagerie analytique » multi-paramètres, aux échelles micro & nanométriques (micro-ablation laser, nano-usinage sous faisceau d'ions, micro sondes ionique, nucléaire et protonique, microscopes électroniques analytiques, rayonnement synchrotron focalisé). Cela concerne aussi la télédétection avec une généralisation des approches « multi-longueurs d'onde » ou « hyperspectrales ». La mesure des paramètres environnementaux privilégie le développement de réseaux organisés de capteurs in situ, constituant de vrais imageurs in situ qui effectueront des « cartographies 4D » du « milieu » – réseaux sismiques, réseaux GPS pour le suivi de la tectonique, mesures multipoints des bassins versants, de l'écoulement météorologique à l'échelle convective, ou dans la magnétosphère,... La spectro-imagerie a aussi des implications planétaires telles que la dynamique atmosphérique de Mars, de Vénus et des planètes géantes.

**Mesures de l'Espace et du Temps**. L'amélioration de ces mesures permet d'envisager de nombreuses avancées scientifiques, dans les domaines du positionnement, de la mesure des mouvements de la Terre, ou du contrôle des instruments répartis sur plusieurs véhicules, dans l'espace. Ces développements sont utiles pour les systèmes de navigation et de positionnement par satellites et pour les systèmes de synchronisation des réseaux de télécommunication. Pour le temps et les fréquences, l'avenir est à la mise en opération des horloges spatiales à atomes froids (mission PHARAO sur la Station Spatiale Internationale) et à la réalisation d'étalons de fréquence de haute performance utilisant des sources d'atomes froids, des diodes laser et de l'électronique ultrastable, en hyperfréquence. Les travaux de positionnement les plus fins s'appuient sur l'existence de systèmes de référence, célestes ou terrestres, indispensables pour toute mesure de précision en astrodynamique, géodynamique, géodésie et pour leurs applications. L'approche statistique du traitement des observations fait l'objet depuis plusieurs années de transferts de savoir-faire avec des mathématiciens de l'analyse du signal. Mesures physiques et chimiques : capteurs in-situ, télédétection,...

**Des réseaux de compétence : la MRCT.** La Mission Ressources Compétences Technologiques (MRCT) est une structure interdisciplinaire originale ayant un rôle directement opérationnel et qui initie des actions transversales fondées sur les technologies. Ces actions bénéficient à l'ensemble des disciplines scientifiques et permettent ainsi de fédérer en profondeur des communautés d'origines diverses. L'objectif visé est, dans une perspective interdisciplinaire, de faire bénéficier la communauté scientifique d'une avancée technologique significative acquise localement dans le cadre d'un travail de recherche, et de mutualisations de moyens technologiques autour d'équipements ou de projets d'intérêt général (mutualisation d'un instrument en élargissant son champ d'application pour satisfaire de besoins nouveaux, nés de l'interdisciplinarité par exemple).

### Actions communes

Actions
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Promouvoir l'interdisciplinarité autour de l'instrumentation. Accroître les échanges entre les communautés, développer, favoriser et animer les interfaces entre disciplines. Faire rencontrer les différentes communautés en suscitant des projets communs à travers les instituts, les GDR, les chaires, les labos communs</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Organiser l'archivage des données de façon à répondre aux besoins de modélisation et de simulation des systèmes complexes. Adapter les systèmes d'information à ces échanges interdisciplinaires: organiser l'accès à l'information et mettre à disposition de la capacité de calcul, nourrir et produire</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Structurer les outils régionaux, mutualiser leur exploitation, leur utilisation et le renouvellement</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Améliorer le financement et la reconnaissance des travaux d'instrumentation fine de laboratoire. Soutenir les équipements spécifiques, souvent fédérés, permettant de réaliser les expériences de physique extrême. Favoriser les développements instrumentaux innovants et leur diffusion dans la communauté</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Développer la R&amp;D accélérateurs et la conception des détecteurs</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Renforcer et étendre le rôle de la MRCT dans l'instrumentation et les compétences technologiques ; susciter des initiatives de mise en commun de compétences, d'équipements en vue de lever des « verrous technologiques » pénalisants pour la recherche, de faciliter les transferts entre disciplines, de soutenir le partage de ressources matérielles ou immatérielles (logiciels, savoir-faire, etc) au bénéfice du plus grand nombre</li> </ul>

#### 2.1.1.6 Services d'observation

En Sciences de l'Univers, la pérennité nécessaire au développement de systèmes d'observation est rendue possible par la labellisation de services nationaux d'observation, régulièrement évalués par l'INSU, au sein des Observatoires des Sciences de l'Univers (OSU). Grands établissements ou Ecoles internes d'Universités, ces structures originales permettent en outre de fédérer régionalement des laboratoires de toutes disciplines autour de questions fondamentales en sciences du Système Terre et de l'Univers lointain, et de construire des politiques de recherche sur des thématiques transverses, utiles par exemple en sciences de l'environnement ou en planétologie. Les OSU contribuent à la visibilité nationale et internationale des recherches menées, en région, sur ces sujets porteurs. L'OSU doit être l'outil pour le développement des objectifs prioritaires de l'interdisciplinarité entre les sciences de l'univers et l'Ecologie-Environnement mais aussi avec la physique, l'ingénierie (ex microélectronique), la chimie, les mathématiques à travers ses capacités à repérer les chercheurs et équipes volontaires pour atteindre ses objectifs au niveau régional et faire le lien au niveau national avec d'autres équipes à travers les instituts. L'OSU est aussi la structure capable de supporter des chaires interdisciplinaires ou au moins d'identifier des lieux d'affectation.

Actions
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Etendre le réseau des OSU sur tout le territoire</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Assurer la continuité des missions fondamentales des services d'observation et d'analyse et des plates-formes techniques dans le contexte en cours d'autonomisation des Universités et de globalisation de leurs crédits</li> </ul>

## 2.1.2 Domaine prioritaire : Très grandes Infrastructures de Recherche (TGIR)

La notion de très grandes infrastructures de recherche (TGIR) englobe désormais les très grands équipements scientifiques- télescopes, antennes de détection, accélérateurs de particules, sources de neutrons et de rayonnement synchrotron, lasers de puissances et champs magnétiques intenses, bateaux satellites-, les centres de calcul intensif et des réseaux de plates-formes distribuées.

De l'accès aux TGIR, outils d'observation ou d'exploration à la pointe de la science et de la technologie, dépendent désormais la participation des chercheurs à la résolution des grands enjeux scientifiques et sociétaux dans des domaines de plus en plus diversifiés, leur position dans la compétition internationale voire la survie de certaines disciplines en France.

Fruits d'une forte interaction entre les défis scientifiques émanant des perspectives et les avancées technologiques, les TGIR requièrent la mise en œuvre de compétences multidisciplinaires dès leurs phases préparatoires et tout au long de leur longue existence.

Nécessairement innovatrices, les TGIR irriguent aussi le tissu industriel et économique, tant lors des phases de définition que d'exploitation, par un maintien au meilleur niveau.

Le caractère généralement insécable de l'investissement initial des TGIR, son ampleur et son optimisation appellent des engagements conséquents à long terme couvrant la vie du TGE de sa construction jusqu'à son démantèlement.

L'optimisation des installations et, surtout, le bénéfice de l'enrichissement mutuel qui en découle, ont aussi amené les installations gérées dans un cadre national comme le GANIL, la société synchrotron SOLEIL, à nouer des contrats de partenariat et à accueillir des chercheurs provenant d'équipes non françaises. Cette politique d'ouverture s'est d'ailleurs trouvée confortée et renforcée par la mise en place des programmes « Access » de l'union européenne.

Les TGIR nécessitent aussi la mise en place d'une structure et d'une gouvernance unique adaptées. Aussi les TGIR sont-elles généralement des structures dotées de la personnalité morale ce qui permet d'assurer un traitement équilibré des partenaires et des relations claires avec tous les tiers tout en allouant la flexibilité et la réactivité requises au sein d'un périmètre bien délimité.

Les installations que, de part sa mission, le CNRS gère, seul ou en liaison avec d'autres organismes ou les projets dont il envisage la réalisation se sont, pour la plupart, vus reconnaître par une inscription dans la feuille de route européenne ESFRI et en décembre 2008 dans la feuille de route nationale.

Présentant un intérêt manifeste pour une large communauté scientifique, la réalisation des TGIR a un fort impact scientifique à long terme, avec des retombées technologiques, économiques, industrielles et sociales significatives.

### La Position de la France, en matière de TGIR.

**La France jouit actuellement d'une position exceptionnelle en Europe où elle occupe une première place en nombre de TGIR qu'elle a sur son sol.** Elle accueille en effet de nombreux TGE européens : ILL, IRAM, ESRF, une antenne de l'EMBL, ITER et, pour une très grande partie, le CERN. Cette position peut être fragilisée à terme. Le retour scientifique pour les équipes françaises et pour l'économie du pays est d'un facteur supérieur à 3. C'est grâce à l'accès à des TGE d'excellence que la France se place au deuxième ou troisième rang dans le monde, au premier ou deuxième en Europe en physique et en astrophysique. Il est aussi à noter que le budget des TGE en France et au CNRS représente entre 5 et 10% du budget recherche suivant la définition alors que 37% des publications françaises (52% pour la physique seule) dans Nature et Science proviennent des TGE.

Ainsi, le CNRS initie, pilote et gère (le cas échéant en collaboration avec le CEA, le CNES, l'IFREMER), des grandes installations pour le bénéfice de l'ensemble de la communauté académique (les équipes universitaires sont les premières utilisatrices des TGIR). C'est une mission d'agence. Les domaines concernés sont les sondes de la matière vivante et inerte (neutrons et rayonnement synchrotron), les lasers et champs intenses, l'astronomie et les sciences de la planète, la physique nucléaire et des particules, les astroparticules, les sciences de l'homme et de la société, le calcul intensif, le traitement et le stockage des données.

Les priorités du CNRS se déclinent selon les axes et l'ordre suivants :

- 1) Initier et être un partenaire moteur et fiable de grands équipements internationaux (ESA, ESO, CERN, ILL, ESRF...)
- 2) Être un partenaire moteur de l'Etat pour les grands équipements nationaux comme par exemple les moyens analytiques lourds ou les navires
- 3) Jouer un rôle national dans le calcul intensif et dans le contexte de la grille européenne de calcul
- 4) Mise à niveau sûreté et sécurité
- 5) Être à l'origine de l'ouverture de très grands équipements à de nouvelles disciplines et à des projets très innovants à risques

Le CNRS a également l'ambition de créer des infrastructures distribuées, par la mise en réseau de manière optimisée d'un ensemble de plates-formes régionales. Ces projets impliquent de spécialiser les plates-formes, de structurer une communauté d'utilisateurs souvent pluridisciplinaire et de construire une approche nationale optimisée, pour l'accès à ces plates-formes. Cette démarche pourrait s'appliquer au réseau de RMN, de spectromètres de masse, de microscopie électronique, d'observatoire des sciences de l'Univers, de mesures de la radioactivité dans l'environnement, d'irradiation des matériaux, d'écotrons, de centrale de micro-nano technologie, de bateaux....

Construire les plates-formes, structurer la gouvernance et l'accès des scientifiques à celles-ci ne suffit cependant pas. Il est aussi nécessaire de créer les conditions favorisant l'instrumentation et la R&D « amont », afin de permettre aux Très Grands Equipement de recherche développés par la communauté scientifique nationale de demeurer en permanence à la pointe de la technologie.

#### 2.1.2.1 TGIR

##### *Stratégie*

- Offrir à la communauté scientifique française les outils requis pour produire des recherches de niveau mondial
- Assurer une participation adéquate aux TGIR les plus performantes
- Négocier les participations requises dans les nouveaux projets
- Se désengager, complètement ou partiellement de TGIR devenus moins intéressants

##### *Partenariats et retombées industrielles des TGE*

- Initier un cercle vertueux entre la recherche et les industriels autour des TGE. A cette fin :
- Créer un club des partenaires industriels autour des très grandes infrastructures de recherche ;
- Placer au mieux ces industriels vis-à-vis des défis technologiques des TGIR français ou européens et de leur construction (compétition dans les marchés).
- Ouvrir les TGE à l'utilisation par les industriels

#### 1. Maintenir et faire évoluer l'existant

##### Actions

##### *Sources Neutrons et rayonnement synchrotron*

- ILL Institut Max von Laue – Paul Langevin  
Assurer jusqu'en 2030 la position mondiale de premier plan de l'Institut conformément à l'objectif de ses associés et partenaires scientifiques.
- ESRF - European Synchrotron Radiation Facility / Installation Européenne de Rayonnement Synchrotron(ESRF)  
Maintenir la position de leader mondial de l'installation
- Synchrotron SOLEIL :  
Achever, d'ici 2013, la construction du synchrotron Soleil et accompagner la montée en puissance de l'exploitation

<i>Physique nucléaire et corpusculaire</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• GANIL – Grand Accélérateur National d'Ions Lourds - Achever la construction de Spiral 2 (feuille de route ESFRI) Européaniser et internationaliser, en faire le centre européen de recherche sur les noyaux exotiques</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• FAIR : Programmer la participation au financement de FAIR - Facility for Antiproton and Ion Research</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• CERN : Participer à la mise en service puis à la pleine exploitation du LHC – Large Hadron Collider Faire du CERN le centre mondial de la physique des particules</li> </ul>
<i>Champs intenses et lasers</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• LCMI – Laboratoire des Champs Magnétiques Intenses Garder les compétences et le savoir-faire, uniques en Europe en matière d'aimants résistifs et optimiser leur utilisation Insérer le LCMI dans le contexte national/ européen/mondial (EMFL, European Magnetic field Laboratory, réseau européen des champs intenses ; conditions extrêmes auprès de l'ILL et de l'ESRF)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• LULI – laboratoire pour l'utilisation des lasers intenses Faire évoluer le LULI (Pour accroître et structurer la communauté scientifique dans le domaine de la fusion thermonucléaire, en créant une grande infrastructure laser sur le plateau de Palaiseau pour les recherches amont sur l'interaction laser-matière, la formation des étudiants, source d'innovations et de découvertes ouverte aux chercheurs européens)</li> </ul>
<i>Astroparticules</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• EGO / VIRGO - European Gravitational Observatory Poursuivre l'amélioration de la sensibilité de l'antenne Virgo en cohérence avec LIGO Attirer de nouveaux partenaires au sein d'EGO</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• HESS II – High Energy Stereoscopic System Faire de HESS II le meilleur observatoire gamma du monde</li> </ul>
<i>Astronomie et sciences de la planète</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• IRAM – Institut de Radio-Astronomie Millimétrique Maintenir la position mondiale jusqu'à l'horizon 2020</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ESO – European Southern Observatory Soutenir et participer aux différentes opérations conduites par l'ESO , en particulier aux développements des nouveaux télescopes et à l'instrumentation - Very Large Telescope (VLT) et Very Large Telescope Interferometer (VLTI) - Atacama Large Millimeter Array (ALMA) - European Large Telescope (ELT) (décision prévue fin 2010)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• CFH – Canada-France-Hawaï telescope Maintenir l'excellence de l'installation dans le paysage mondial</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• CDS - Centre de Données astronomiques de Strasbourg Consolider le positionnement du CDS en Europe et au niveau mondial</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• IODP – Integrated Ocean Drilling Program / ECORD - European consortium for Ocean Research Drilling Maintenir le très bon niveau de la participation française</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• EPOS –European Plate Observatory system (feuille de route ESFRI) / RESIF (antenne permanente et mobile d'observation et de surveillance des séismes et des déformations terrestres) Mettre à niveau l'antenne que constitue RESIF pour l'intégrer dans EPOS et constituer un télescope regardant l'intérieur de la Terre</li> </ul>
<i>Sciences Humaines et Sociales</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ADONIS -Accès unifié aux données et documents numériques des sciences humaines et sociales Consolider l'opération après sa relance en 2007 la développer Insérer ADONIS dans l'environnement européen</li> </ul>

## 2. Préparer les décisions quant au lancement de- nouveaux projets

Participer aux phases préparatoires des autres opérations intéressant le CNRS figurant dans la feuille de route ESFRI : SKA et de KM3 / EMSO, CTA, ELI, ainsi qu'au projet américain LSST et à la flotte

Actions
<i>Astroparticules /Ocean</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Télescope à neutrino KM3 / EMSO (European Multidisciplinary Seafloor Observatories) : Participer aux travaux de phase préparatoire</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• CTA - Cherenkov Telescope Array Participer de façon active à la phase B (avant projet sommaire) jusqu'à mi 2010 puis au prototypage du télescope en vue d'une décision fin 2011</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• LSST – Large Synoptic Survey Telescope Préparer une participation à la réalisation de composants, préparer et définir les modalités d'accès de la communauté scientifique française</li> </ul>
<i>Astronomie et sciences de la planète</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• SKA - Skare Kilometer Array Participer aux travaux de phase préparatoire et conduire les travaux de R&amp;D requis</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• FORF – Flotte Océanographique pour la Recherche Fondamentale <sup>2</sup> Mettre la flotte à niveau, notamment par un navire semi-hauturier dédié à la recherche académique Renforcer la visibilité et les moyens du CNRS dans le domaine (géophysique, physique, chimie, biologie, biochimie, écologie) Inscrire les moyens dans le parc d'équipement et d'engins européens</li> </ul>
<i>Lasers intenses</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ELI – Extreme Light Infrastructure Participer à la phase préparatoire, principalement par le biais de la réalisation du démonstrateur APOLLON (ILE)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• XFEL Programmer la participation au financement des grands instruments européens XFEL – X-ray Free Electron Laser. Le CNRS contribuera, comme le CEA, à XFEL via les productions de ses laboratoires</li> </ul>

## 3. Projets en gestation

D'autres projets sont à l'étude au sein de la communauté scientifique. Ces projets devront d'abord être débattus dans le cadre de prospectives scientifiques avant d'être présentés en vue d'une éventuelle inscription dans les feuilles de route, européennes ou nationales.

Actions
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Animer la veille et les prospectives en vue d'identifier les projets et les éventuelles inscriptions dans les feuilles de route</li> </ul>

<sup>2</sup> FORF : La compréhension des milieux océaniques, et de leur rôle dans le fonctionnement de la biosphère, du Système Terre et son anthropisation, repose sur des opérations lourdes à la mer coordonnées à l'échelle nationale et internationale. La France, forte de ses navires océanographiques en milieu côtier et hauturier, joue un rôle essentiel dans les campagnes en mer collaboratives. Dans ce cadre, il est essentiel pour le CNRS de coordonner, via l'Institut National des Sciences de l'Univers et l'Institut Ecologie et Environnement, la recherche fondamentale du domaine (géophysique, physique, chimie, biologie, biochimie, écologie). Pour cela, il est nécessaire de renforcer la visibilité et les moyens de l'INSU et de l'INEE dans le domaine en lui donnant un statut de TGE. Cette évolution s'effectuera dans la dynamique du Comité Stratégique et Technique de la Flotte (CSTF) mis en place par le MESR, et dont le secrétariat est assuré conjointement par l'INSU et l'IFREMER, et associe aussi l'IPEV, l'IRD, le SHOM et la Marine Nationale. Elle s'intègre dans le cadre de la feuille de route nationale des TGIR, dont une des priorités est le renforcement de la flotte par des navires semi-hauturiers déployables sur les écorégions européennes (par ex. Chantier Méditerranée 2010-2020)



## 4. Organiser les transitions et les fermetures de TGIR

Actions
<i>Sources Neutrons et rayonnement synchrotron</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• UDIL Unité de démantèlement du LURE, l'installation nucléaire de base 106</li> <li>• LLB –Orphée - laboratoire Léon Brillouin réacteur Orphée</li> </ul> Optimiser l'utilisation de l'installation au plus tard jusqu'à la fermeture du réacteur Orphée envisagée vers 2020 dans la perspective d'une évolution européenne vers ESS (European Spallation source)
<i>Astronomie et sciences de la planète</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• THEMIS -télescope héliographique pour l'étude du magnétisme et des instabilités solaires</li> </ul>

## 2.1.2.2 Centres de calcul intensif

L'interprétation des données issues de l'observation ou de dispositifs expérimentaux de plus en plus puissants et la modélisation de systèmes de plus en plus complexes devront être soutenus par un effort important en matière de simulations numériques faisant appel à des moyens « lourds » de calcul centralisés (machines pétaflopiques) ou répartis (« grappes » et « grilles »). Le renforcement des infrastructures de calcul nationales est aujourd'hui une absolue priorité stratégique pour faire face à l'intense concurrence internationale sur les codes numériques lourds permettant de modéliser le climat, de penser de nouveaux matériaux ou de nouveaux systèmes d'organisation, de développer la chimie *ab initio*, etc...

La mise en place de machines aussi puissantes devra s'accompagner de celle d'un vrai système intégré, organisé en machines de taille européenne, nationale ou régionale connectées par des réseaux haut débit. La formation d'une nouvelle génération de développeurs d'applications, de programmeur, d'administrateur de machine adapté aux nouvelles architectures et à leur inévitable évolution rapide, s'avère une nécessité dans cette perspective, de même que le développement d'une interaction forte entre la communauté scientifique et celle des ingénieurs des entreprises de développement informatique.

La nature des problèmes à résoudre nécessite l'organisation du calcul : les problèmes de calcul intensif ayant peu d'entrées-sorties sont mieux traitées par des architectures type grille (par exemple le Centre de Calcul de l'IN2P3 : CC-IN2P3) par contre ceux qui utilisent plusieurs données de façon concurrente, comme le traitement d'images, demandent des architectures à haute connectivité (par exemple l'Institut de développement et des ressources en Informatique scientifique IDRIS et ceux financés par le Grand Equipement National de Calcul Intensif GENCI : le CCRT et le CINES). Des systèmes hybrides, par exemple mettant en grille des supercalculateurs au niveau d'un continent, commencent à émerger (par exemple, le Partnership for Advanced Computing in Europe PRACE). Le CNRS ayant développé une batterie de grands centres de calcul en son sein, doit contribuer à définir une politique nationale dans le domaine en adaptant les architectures de calcul aux problèmes à résoudre.

Actions
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soutenir le CCIN2P3 dont la mission est de prévoir le stockage et interpréter les résultats du LHC</li> <li>• Soutenir IDRIS et participer à GENCI en préparation de PRACE pour la solution des problèmes de calcul à haute connectivité (climat, énergie, astrophysique)</li> </ul>

## 2.1.2.3 Grilles de calculs

Des domaines de recherche en STI nécessitent une validation expérimentale qui ne peut être portée que par une plate forme d'ampleur nationale partagée par les différents acteurs du domaine concerné (notamment l'INRIA).

L'Institut des Grilles coordonne également au niveau du CNRS les activités dans le domaine des grilles de recherches. Il est indispensable de développer des passerelles entre la communauté des grilles de recherche et celle des grilles de production de manière à assurer un transfert de compétences de l'une vers l'autre lorsque les technologies sont matures.

Actions
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Développer l'UPS « Institut des Grilles » permettant la coordination et l'animation de l'ensemble des travaux du CNRS dans le domaine des grilles de production et des grilles de recherche.</li> </ul>

- Et proposer l'Institut des Grilles comme contribution du CNRS à la constitution d'une infrastructure de grille nationale (NGI « National Grid Initiative »)
- Diffuser vers d'autres communautés scientifiques l'expérience acquise dans les technologies de grille de calcul pour le traitement massif des données en physique nucléaire et des particules.
- Coupler recherche et production dans les grilles de calcul, en partenariat avec l'INRIA
- Articuler les nouveaux concepts d'intelligence ambiante avec des grilles de calculs et ces dernières avec le calcul intensif

#### 2.1.2.4 Réseau National de télécommunications pour la Technologie, l'Enseignement et la Recherche

Le RENATER, Réseau National de télécommunications pour la Technologie l'Enseignement et la Recherche, a été déployé au début des années 90 pour fédérer les infrastructures de télécommunication pour la recherche et l'éducation. Afin de mener à bien cette action, le Groupement d'Intérêt Public RENATER a été constitué en janvier 1993. Les organismes membres du GIP RENATER sont de grands organismes de recherche : Ministère de l'Éducation Nationale de l'enseignement supérieur et de la Recherche, CNRS, CPU, CEA, INRIA, CNES, INRA, INSERM, ONERA, CIRAD, CEMAGREF, IRD et BRGM. Plus de 1000 sites sont raccordés via les réseaux de collectes régionaux au réseau national RENATER. Ce réseau fournit une connectivité nationale et internationale, il évolue régulièrement en fonction de l'évolution des technologies et des capacités des infrastructures disponibles.

##### Actions

- RENATER REseau NATIONAL de télécommunications pour la Technologie, l'Enseignement et la Recherche Dans le cadre du renouvellement du GIP en 2009, conforter en la complétant la mise en place de RENATER 5 qui entrera en pleine exploitation en 2009

#### 2.1.2.5 Plates-formes et réseaux de plates-formes

Que ce soit pour mieux diffuser les modèles numériques communautaires, ou pour mettre à disposition des chercheurs des parcs d'instruments, des moyens mi-lourds de caractérisation et d'analyses ou de nanofabrication, il est nécessaire de continuer à développer des plateformes techniques à la gestion optimisée, facilitant évolution et jouvence.

Il est nécessaire d'élargir l'étendue des plates-formes désormais identifiées dans le périmètre de suivi de l'unité de service en charge des grands équipements. Ces plates-formes s'appuient sur la mise en réseau de spécialistes et offrent au maximum d'utilisateurs les instruments les plus à la pointe de la technologie. Ils permettent de lier la production scientifique et la recherche fondamentale, interface d'excellence du CNRS.

Ainsi, pour assurer aux meilleurs experts des performances de pointe, il faut optimiser le mode de fonctionnement des plates-formes et réseaux de plates-formes. Les 5 ans du Contrat du CNRS avec l'Etat permettront d'établir et de déployer une gouvernance de ces outils.

Les plates-formes instrumentales de haute performance ont été lancées souvent individuellement, à l'aide de financements extérieurs –ANR, Contrat de Plan Etat – Régions (CPER) – par les instituts qui en assument, avec les partenaires locaux du laboratoire d'implantation, le reste des financements (personnel, fonctionnement, compléments d'investissement).

Cet objectif d'organisation et de gestion de l'ensemble des plates-formes exige de les structurer.

- Identifier des têtes de réseau
- Mettre en place des comités de programme pour gérer l'utilisation des plates-formes sur appels d'offre
- Optimiser les moyens, maintenir au meilleur niveau : prévoir les crédits d'exploitation avec une enveloppe d'amélioration incluant les moyens humains
- Eviter la démultiplication des moyens
- Assurer la pérennité par la gestion des ressources humaines afin d'éviter les ruptures de personnel et la perte de maîtrise
- Préparer des propositions coordonnées avec les régions pour le prochain CPER.

- Organiser les plateformes scientifiques et technologiques implantées sur site (ou sites coordonnés), à vocation nationale, plus modestes mais nécessitant néanmoins un coordinateur national : le CNRS
- Identifier, mettre en œuvre et prévoir la création de futures plateformes, dans des domaines non précisés à ce jour : caractérisation de matériaux en conditions extrêmes, piles à combustibles, nouveaux vecteurs,...

### 1. Plateformes de la feuille de route nationale des grandes infrastructures de recherche

Les ECOTRONS (Foljuif et Montpellier) sont des systèmes écologiques expérimentaux en conditions contrôlées. Chacun d'eux est composé de plusieurs unités expérimentales, dotées d'automates qui contrôlent les conditions physico-chimiques du milieu et d'appareillages qui permettent de mesurer en continu des variables d'état, des flux, des interactions ou des caractéristiques biologiques des systèmes naturels ou artificiels, terrestres ou aquatiques. Il s'agit d'outils privilégiés pour analyser et reconstruire progressivement la complexité des systèmes écologiques, et pour tester des hypothèses sur le fonctionnement ou la dynamique des écosystèmes. Ils comblent un vide actuel en écologie, entre des expérimentations trop simplifiées en laboratoire et des observations réalisées dans des systèmes d'emblée trop complexes. Ils permettent d'explorer des systèmes écologiques aux frontières de la connaissance actuelle (écosystèmes primitifs, extra-terrestres, artificiels).

Si les sites devaient débiter leur phase expérimentale en 2009, il reste de nouvelles installations à mettre en place d'ici à la fin de 2011. La France joue un rôle leader dans le développement de ce nouvel outil de recherche.

Actions
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Passer de la phase de R&amp;D des infrastructures à la phase opérationnelle, en publiant les premiers appels d'offres</li> <li>• Constituer et structurer le réseau et sa gouvernance</li> <li>• Intégrer les Ecotrons dans une perspective internationale, en s'appuyant en particulier sur le projet européen ANAEE</li> </ul>

Le réseau Résonance Magnétique Nucléaire (RMN) à très hauts champs (THC) est une infrastructure multidisciplinaire implantée sur 5 centres. Un 6<sup>ème</sup> est en projet. Ces différentes plates-formes RMN-THC sont coordonnées au sein d'une fédération, créée par le CNRS en janvier 2007.

Actions
• Compléter la couverture nationale en RMN, dégager les moyens humains de leur exploitation et assurer le remplacement des appareils existants
• Négocier un contrat de maintenance du parc THC
• Finaliser le projet de convention de partenariat CEA/Universités/ENS Lyon
• Réfléchir aux possibilités d'ultra hauts champs
• Concevoir des sondes RMN spécifiques

Réseau CELPHEDIA (Création ELevage PHénotypage DIstribution Archivage de modèles animaux)

L'analyse comparée du vivant est une problématique importante de la biologie moderne qui nécessite de mener des études *in vivo*. Le réseau des animaleries offre un cadre homogène et cohérent pour les besoins de la communauté des chercheurs dans ce champ.

Actions
• Poursuivre l'augmentation de la capacité et des prestations offertes
• Labelliser le GIS AMAGEN
• Développer des infrastructures à vocation nationale
• Développer le partage de l'expertise au niveau national
• Conforter les partenariats
• Créer des startup

**RENATECH - Réseau de Technologie de base (RTB)**

Actions
<ul style="list-style-type: none"> <li>Maintenir les équipements au meilleur niveau</li> </ul>
Réseau de Technologie de base RTB
<ul style="list-style-type: none"> <li>Structuration des centrales de technologie et établissement de liens entre les centrales d'envergure nationale et les centrales de proximité</li> <li>Structurer l'animation scientifique autour des Nanosciences et Nanotechnologies : vers un « RENATECH + », réseau des grandes centrales, des centrales de proximité et des C'Nano</li> </ul>

**2. Réseaux de plateformes de la feuille de route spécifique du CNRS (Instituts)**

En parallèle à la feuille de route nationale, les Instituts du CNRS mettront en place des réseaux de plateformes à l'usage des laboratoires dont ils ont la responsabilité.

Pour la microscopie électronique et l'utilisation des sondes atomiques mais également pour la spectrométrie de masse FT-ICR à très hauts champs, les actions sont du même type :

Actions communes :

Actions
<ul style="list-style-type: none"> <li>Achever le recensement du parc existant</li> <li>Mettre en place le réseau</li> <li>Mettre en place l'infrastructure</li> <li>Prévoir la jouvence</li> </ul>

Indicateur : bilan annuel d'utilisation

**Le réseau des Maisons des Sciences de l'Homme - MSH**

Actions
<ul style="list-style-type: none"> <li>Consolider le réseau des MSH pour le soutien des communautés en Sciences Humaines et Sociales en région</li> <li>Mobiliser les compétences des technologies de l'information et de la communication traitant la numérisation de la documentation, le regroupement et la standardisation des bases de données</li> </ul>

**Plates-formes IBISA - Infrastructures en Biologie Santé et Agronomie**

Le GIS IBISA regroupe les principaux opérateurs nationaux dans le domaine de la Biologie : CNRS, INSERM, INRA, CEA, INRIA, INCa, CPU, DGES, DGRI. Il a pour fonction de coordonner les infrastructures et les investissements dans ce domaine, en liaison avec les acteurs locaux (collectivités, universités).

Actions
<ul style="list-style-type: none"> <li>Soutenir le développement de plates-formes mutualisées d'importance nationale en biologie au sein du GIS IBISA</li> </ul>

**\*Réseau CICTF (Centres d'Imagerie Cellulaire et Tissulaire Fonctionnelle)**

Les plates-formes d'imagerie cellulaire et tissulaire permettent aux chercheurs d'étudier des échantillons biologiques grâce à des méthodes optiques diverses. Les chercheurs y trouvent l'opportunité de localiser, mesurer et quantifier à l'échelle microscopique et nanoscopique les dynamiques et interactions moléculaires au sein de cellules vivantes isolées ou en tissus.

Actions
<ul style="list-style-type: none"> <li>Coordonner au niveau national les infrastructures en imagerie biologique : électronique, cellulaire, fonctionnelle</li> <li>Etablir le statut juridique des CICTF</li> <li>Faire converger les modes d'administration et les outils de gestion</li> <li>Améliorer les structures d'accueil</li> </ul>

## Réseau Radioactivité dans l'environnement :

## Actions

- Faire émerger le réseau de plates-formes qui mesurent la radioactivité dans l'environnement de la France (mission nationale). Appui aux politiques publiques

## Ciblothèques – Chimiothèques

L'analyse du génome et les retombées de la protéomique mettent à jour un nombre croissant de nouvelles cibles thérapeutiques (regroupées en ciblothèques) conduisant à la découverte de ligands réceptoriels, l'étude d'activités enzymatiques ou l'exploration des domaines d'interaction interprotéines. Ces recherches nécessitent le criblage de chimiothèques de plus en plus diversifiées.

## Actions

- Donner à la chimiothèque nationale une réalité physique en organisant une plateforme unique de conservation et de répartition des substances en 2011. Contribuer au développement de la chimiothèque nationale par la construction *de novo* d'une chimiothèque de 10 000 produits en 2012.
- Promouvoir l'utilisation des plateformes nationales de criblage (Ilkirch, Toulouse, ...).

## Réseaux de laboratoires spatiaux

Les sciences de l'Univers s'appuient sur des moyens lourds d'observation, notamment spatiaux. En astronomie, le domaine spatial représente ainsi environ la moitié du budget consolidé de la discipline ; cette proportion est moindre pour les sciences de la planète. L'IN2P3 a aussi développé les dix dernières années une activité spatiale en cosmologie et l'astroparticule. La politique spatiale française est placée sous la responsabilité du CNES qui, n'ayant pas de laboratoire de recherche, travaille en partenariat avec les organismes de recherche et les universités. L'ESA fournit le satellite, le lancement, les opérations ; les Etats membres, les instruments embarqués. En France, une petite dizaine de laboratoires disposent de moyens et de personnels techniques leur permettant d'assurer la maîtrise d'œuvre et/ou le développement des instruments embarqués avec le soutien technique et financier du CNES. Le développement d'instruments spatiaux occupe une place centrale dans la stratégie de ces laboratoires, dits spatiaux.

## Actions

- Préparer l'instrumentation spatiale dans le domaine des sciences de l'univers
- Assurer leur exploitation scientifique optimale

Le réseaux des stations d'écologie expérimentales (RSEE) à pour objectif de fédérer les infrastructures qui permettent de mener, grâce à des équipements *ad hoc*, des expérimentations écologiques en conditions semi-contrôlées dans une grande variété d'écosystèmes (marins ou continentaux, de plaine ou de montagne, sous toutes les latitudes, exploités ou non).

## Actions

- Identifier les biotopes étudiés dans les stations d'écologie expérimentales
- Constituer et structurer de manière rationnelle, le réseau et sa gouvernance
- Compléter les équipements scientifiques en fonction des spécificités de chaque station, de leur complémentarité, et des questions que les laboratoires utilisateurs se posent
- Nouer et formaliser les partenariats internationaux

## EMIR : Etude des matériaux sous irradiation

Plusieurs plateformes (Orléans, Caen, Orsay, Palaiseau, Saclay) disposant de dispositifs d'irradiation à partir d'accélérateurs vont être mis en réseau pour étudier le comportement des matériaux sous irradiation (enjeu majeur pour le pays à travers l'énergie nucléaire).



Actions

- Recenser et regrouper la communauté
- Structurer le réseau, sélectionner et accueillir des expériences
- Assurer la formation

## Annexe 3 : Feuille de route Ressources Humaines

### ENJEU « Attirer les talents et les mettre en situation de s'exprimer »

Dans un contexte de compétition internationale accrue pour attirer les talents et de désaffectation des jeunes pour la science, le CNRS entend développer une **politique des ressources humaines ambitieuse au service de ses objectifs scientifiques**. La mobilisation des ressources humaines indispensable à la science nécessite d'organiser et de stimuler l'expression des compétences et des talents comme de favoriser l'excellence, la réactivité et l'efficacité des équipes de recherche et d'accompagnement de la recherche.

### Domaine prioritaire – anticiper les évolutions des métiers de la recherche

Fonder les arbitrages sur un plan pluriannuel de gestion prévisionnelle des emplois et des compétences en cohérence avec les grandes priorités de recherche

La politique de recrutement, de formation et de mobilité du CNRS doit lui assurer le renouvellement des compétences et des métiers, nécessaires à la bonne prise en compte de ses priorités scientifiques. Cette politique, construite à partir de la prospective des instituts du CNRS, doit être menée en liaison avec les politiques d'emploi des établissements d'enseignement supérieur. Elle doit s'appuyer sur une connaissance accrue des compétences présentes ou manquantes dans les unités et services associée à une prévision pluriannuelle des départs.

#### Actions

- Les arbitrages internes d'allocation des moyens humains se feront systématiquement dans le cadre d'une vision pluriannuelle des besoins, des priorités scientifiques et en lien avec la performance des structures.
- Valider un plan pluriannuel 2009-2013 de gestion prévisionnelle des emplois et des compétences
- Etablir, en 2009, un état des lieux de l'allocation des ressources humaines aux unités de recherche

Au-delà d'une stratégie nationale de recrutement, le CNRS doit construire avec chacun de ses partenaires une vision scientifique commune de l'évolution du potentiel de recherche, site par site. La construction d'une politique scientifique impose qu'à terme rapproché l'ensemble des partenaires d'un laboratoire puisse s'engager sur les moyens humains qui seront affectés aux unités durant les 5 années du contrat.

#### Actions

- Mettre en place le plan de gestion prévisionnelle de façon progressive et concertée en suivant les vagues de contractualisation des établissements partenaires selon le calendrier :
  - Vague D : dispositif pilote de mise en œuvre
  - Puis généralisation à partir de la vague A

### Utiliser les nouveaux outils de la formation continue

Le rôle de la formation qui a été renforcé par la mise en œuvre de la réforme de la formation professionnelle tout au long de la vie en 2008, sera déterminant pour permettre aux agents d'exercer, dans les meilleures conditions d'efficacité, les fonctions qui leur sont confiées. Elle contribuera à favoriser le développement professionnel de chacun, dans le cadre des évolutions de l'établissement, tout en répondant aux aspirations personnelles.

#### Actions

- Renforcer le développement professionnel des agents en se basant sur une politique de formation dynamique s'appuyant sur les nouveaux outils prévus par la réforme, en cohérence avec les objectifs de gestion prévisionnelle des compétences
- Elaborer et mettre en œuvre un nouveau plan de formation permanente 2010-2013

## Domaine prioritaire – Assurer l'attractivité des carrières au CNRS

### Recruter au meilleur niveau mondial

Dans un contexte marqué par une compétition croissante entre les différents acteurs de la recherche, le CNRS doit accroître son attractivité comme sa capacité à accueillir et recruter des scientifiques français, européens et étrangers, qu'il s'agisse de doctorants, de post-doctorants, de visiteurs de moyenne ou longue durée ou de chercheurs ou ingénieurs permanents. Il doit également pouvoir recruter les meilleurs techniciens et personnels administratifs.

#### Actions

- Maintenir le taux de sélectivité des recrutements CNRS et accroître leur attractivité internationale en s'appuyant sur le rôle de jury d'admissibilité des sections du comité national
- Améliorer les conditions d'accueil des nouveaux recrutés.
- Définir et mettre en œuvre une politique d'emploi pour les personnels non permanents (doctorants, post doctorants, emplois de hauts niveaux) prévoyant notamment un accompagnement en fin de contrat.
- Intégrer les principes de la charte européenne pour les chercheurs et le code de bonne conduite pour leur recrutement en vue de la reconnaissance par la Commission Européenne de l'excellence de ses processus de gestion des ressources humaines.

### Garantir la diversité des recrutements et une égale opportunité à tous

Soucieux de mobiliser toutes les énergies au service de la recherche, le CNRS s'est engagé à veiller à l'équilibre entre hommes et femmes.

#### Actions

- Promouvoir l'égalité professionnelle : définir et mettre en œuvre un plan d'action 2009-2013 pour la place des femmes au CNRS

Le CNRS s'investit également en matière d'emploi et d'insertion des personnes handicapées, en développant une politique selon trois grands objectifs : satisfaire à l'obligation d'emploi définie par le législateur, assurer un accompagnement adapté aux personnels handicapés tout au long de leur parcours professionnel, faciliter la prise en compte de leurs spécificités dans le management des unités et des services.

#### Actions

- Promouvoir l'emploi et l'insertion au CNRS des personnes handicapées selon le plan triennal 2008-2010
- Construire un nouveau plan handicap 2011-2013

### Reconnaître et récompenser les meilleurs

Le CNRS a utilisé immédiatement les nouvelles marges de manœuvre ouvertes par la LOLF pour améliorer les carrières en s'appuyant sur l'analyse des situations dans les différents corps et en inscrivant cette démarche dans le cadre d'un dialogue social renouvelé. Par ailleurs, le CNRS contribuera activement aux évolutions statutaires permettant une revalorisation des rémunérations et des carrières<sup>3</sup>.

#### Actions

- Revaloriser et accélérer les déroulements des carrières des personnels

Pour les ITA :

\* Revoir le calendrier dès 2009

\* Améliorer le taux de promus sur promouvables pour les changements de corps et de grade

Pour les chercheurs :

\* Moduler et élargir les attributions indemnitaires des chercheurs pour encourager l'excellence individuelle et collective et tirer partie des ressources contractuelles

\* Poursuivre les améliorations de la progression des carrières des chercheurs pour les rapprocher de celles des universitaires

<sup>3</sup> La mise en œuvre des actions est conditionnée par l'évolution de la réglementation.



- Reconnaître l'investissement des ingénieurs et techniciens et moderniser les modes d'attribution de la PPRS en responsabilisant les directeurs d'unités et autres personnels d'encadrement

Pour réussir sa transformation comme pour relever les défis des mutations de la recherche mondiale, le CNRS doit assurer la formation et faire vivre le réseau des cadres supérieurs et dirigeants.

#### Actions

- Développer une gestion active des cadres supérieurs grâce à un référentiel, un suivi individuel et un système de prime variable sur objectif
- Reconnaître la prise de responsabilité dans les unités par un système de prime spécifique

### Valoriser la mobilité

La recherche publique a aussi pour fonction d'irriguer les activités, très nombreuses, où la compréhension des enjeux scientifiques et technologiques joue et jouera un rôle majeur : le flux de personnel quittant ses laboratoires après y avoir séjourné quelques années est donc une contribution que le CNRS apporte au développement économique et social du pays.

Le développement de la mobilité interne est également un des facteurs permettant l'interdisciplinarité et le dialogue entre des métiers et des secteurs divers. La mobilité interne des ITA sera encouragée par des moyens d'accompagnement et prise en compte dans les déroulements de carrière.

#### Actions

- Faciliter les mobilités entre les instituts et entre les sites géographiques, en particulier pour les ITA.
- Promouvoir la mobilité hors CNRS par une meilleure visibilité, à leur retour, des postes offerts par le CNRS et une valorisation, dans la carrière, des mobilités dans l'entreprise et dans l'enseignement supérieur.

### Accompagner les parcours

L'un des principaux défis de la fonction ressources humaines au CNRS est d'offrir à chaque agent un accompagnement de qualité aux moments clefs de sa carrière : intégration, reconversion thématique ou professionnelle, mobilité interne/externe, etc. Cet accompagnement fait intervenir un grand nombre d'acteurs qui ont une responsabilité en matière de gestion des ressources humaines : directeurs d'unité et chefs de service, jurys, sections du comité national, directeurs scientifiques adjoints, membres de CAP,... et professionnels de la filière RH.

Tout en généralisant le dispositif de suivi individuel des chercheurs ayant fait l'objet d'un avis réservé ou d'alerte émanant du comité national, le CNRS contribuera à la mutualisation et à l'échange de bonnes pratiques autour de ces dispositifs d'évaluation.

#### Actions

- Réussir l'intégration professionnelle des nouveaux entrants et généraliser le suivi individuel
- Responsabiliser les agents et accompagner les parcours
- Prévenir les difficultés professionnelles en généralisant les dispositifs de suivi individuel des personnels en difficultés professionnelles (dispositif chercheurs et dispositif ITA)
- Accompagner les mutations du paysage de la recherche (accompagnement des restructurations)

## Domaine prioritaire – Assurer une gestion et un dialogue de qualité

### Renforcer la gestion de proximité

S'il veut développer une véritable politique de gestion des ressources humaines à l'échelle de l'établissement, tout en assurant dans la continuité la qualité des actes quotidiens de gestion, le CNRS doit disposer de relais internes professionnalisés, notamment dans ses entités déconcentrées. Ces acteurs doivent par ailleurs disposer d'un système d'information adapté à leurs besoins (cf. Annexe 4 – Feuille de route Modernisation de la gestion – « Domaine prioritaire : Traiter l'information »). Dans le cadre général de maintien de la qualité et de renforcement

de la professionnalisation des fonctions d'appui, le CNRS doit également disposer de relais internes dans ses entités déconcentrées pour le développement de la politique de ressources humaines.

Actions
---------

- |   |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Poursuivre la professionnalisation des acteurs de la filière RH</li><li>• Garantir la qualité des procédures de gestion administrative (suivre les engagements du contrat de service et développer le contrôle de gestion RH)</li></ul> |
|---|

### Veiller à la qualité du dialogue social

Les organisations représentatives des personnels sont des partenaires privilégiés. Un dialogue social responsable et le bon fonctionnement des instances paritaires, indispensables à la cohésion de l'organisme, permettent de mener une politique prenant en compte les attentes et motivations des personnels dans la stratégie de la direction.

Actions
---------

- |   |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Adopter une charte sur l'utilisation des technologies de l'information et de la communication par les syndicats</li></ul> |
|---|

## Annexe 4 : Feuille de route Modernisation de la gestion

### ENJEU « Moderniser la gestion »

#### Domaine prioritaire : La modernisation de la gestion au service d'une recherche d'excellence

A toutes les échelles de l'organisme, les services d'appui à la recherche doivent constituer un réel facteur de compétitivité pour nos activités de recherche. Les objectifs que le plan stratégique « horizon 2020 » assigne à ces services sont de :

- permettre aux chercheurs et enseignants-chercheurs, aux porteurs de projets et aux réseaux d'agir dans des conditions d'efficacité comparables à celles de leurs homologues étrangers les plus compétitifs ;
- permettre aux différents niveaux de management de l'établissement de disposer en temps réel des informations nécessaires au pilotage ;
- garantir la mise en œuvre des décisions stratégiques de l'établissement par chacune de ses composantes.

La réalisation de ces objectifs implique une accélération dans la modernisation des procédures de gestion, un souci permanent du contrôle de la qualité du service rendu et une juste maîtrise des risques opérationnels de l'établissement.

#### Un plan de simplification et de modernisation

Le CNRS a été un des premiers organismes à signer, en février 2005, un protocole quadriennal de modernisation avec la direction de la comptabilité publique qui a ouvert la voie à la rénovation des règles de gestion, à l'allègement des contrôles a priori et à la modernisation de la fonction comptable.

Actions
<ul style="list-style-type: none"><li>• Convenir avec le ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche, le ministère du budget, des comptes publics et de la fonction publique d'un cadre de gestion adapté aux exigences de la recherche internationale en signant en 2009 un protocole 2009-2013 de modernisation.</li><li>• Il aura comme objectifs prioritaires de :<ol style="list-style-type: none"><li>1. Doter l'établissement d'un système de contrôle de gestion s'appuyant notamment sur une comptabilité analytique adaptée au développement du travail en mode projet, ainsi qu'à l'application des coûts complets.</li><li>2. Renforcer le rôle du conseil d'administration dans la définition de la réglementation applicable afin de permettre à l'établissement de s'adapter de manière souple et réactive aux exigences de la compétition internationale.</li><li>3. Généraliser en 2009 la monétique, pour dématérialiser la gestion de la dépense (par exemple le traitement de l'ensemble des missions) et développer l'accès au commerce électronique pour les unités.</li><li>4. Généraliser le contrôle a posteriori (dispenser 90% des actes de contrôle a priori).</li><li>5. Optimiser la gestion des CP au niveau de l'établissement et non plus de l'unité, afin de tirer le meilleur parti des ressources de l'établissement, notamment pour les investissements.</li></ol></li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Accompagner l'autonomie des universités en définissant un cahier des charges pour faciliter la transition vers un mandat de gestion unique à l'hébergeur et en établissant une procédure de concertation entre le CNRS et les universités</li><li>• Promouvoir les actions mutualisées chaque fois que cela est possible, par exemple : ouvrir systématiquement les groupements de commande CNRS aux universités intéressées.</li></ul>

- Partager les meilleures pratiques en interne et avec les partenaires de l'enseignement supérieur

En interne, le CNRS a mis en œuvre un premier programme PRAGMA (Programme d'Action Globale pour la Modernisation et l'Appui aux unités) destiné à simplifier la vie des unités autour de trois grands chantiers prioritaires : simplifier les recrutements contractuels, faciliter les déplacements en mission et promouvoir l'accès à l'information métier. Un nouveau programme PRAGMA 2 couvre la période 2008-2010.

Capitalisant sur ces premières réalisations, le CNRS doit accélérer la mise en œuvre de mesures de simplification et de modernisation au bénéfice des laboratoires dans un esprit de convergence avec le rapport d'Aubert : délégation de gestion, harmonisation fiscale etc.

#### Actions

- Amener les pratiques de gestion du CNRS au meilleur niveau européen :  
Mettre en œuvre un nouveau programme de modernisation PRAGMA 3 (2010-2013), une révision annuelle des dix procédures perçues comme les plus inadaptées (déterminées par sondage auprès des chercheurs)  
Adapter les modes de travail des services de gestion au travail en mode projet et en réseau.

### Un financement de la recherche en fonction de la performance

Les principes<sup>4</sup> qui guident les décisions de répartition des dotations annuelles sont d'abord l'excellence scientifique des unités de recherche, telle qu'appréciée par l'AERES (uniquement pour les unités de la vague C à la date d'aujourd'hui) et des instances nationales, modulée par l'adéquation de leurs activités et projets avec la stratégie de l'Établissement et de l'Institut.

Il convient de noter que les unités aux performances jugées insuffisantes, que ce soit du point de vue scientifique ou de la concordance stratégique, font annuellement, dans le cadre de chaque phase de contractualisation, l'objet d'une attention particulière, conduisant à une restructuration ou à leur fermeture.

#### Actions

- Lancer une étude qui permette de caractériser les restructurations (et fermetures) d'équipes et d'unités suite aux évaluations, par vague de contractualisation et en liaison avec le Conseil Scientifique du CNRS, afin de maîtriser le système dans son ensemble.
- Améliorer le bonus *per capita* aux unités les plus performantes.

### Développer l'éco-responsabilité et les pratiques de gestion respectant le développement durable

Le CNRS a signé en mars 2008 la charte des achats durables pour la recherche et l'enseignement supérieur ; il s'engage ainsi à entrer dans une démarche progressive d'amélioration de la performance environnementale, économique et sociale aux différents stades de l'achat, à chaque fois que les circonstances le permettent.

#### Actions

- Mettre à la disposition des acheteurs des outils (guide, fiches pratiques) facilitant leurs démarches écologiquement et socialement responsables.
- Introduire dans les critères de sélection des offres sur les marchés publics du CNRS le développement durable (démarche environnementale et sociale).
- Dans la durée du contrat, établir un schéma pluriannuel de stratégie immobilière prenant en compte les objectifs du Grenelle de l'environnement
- Développer des actions d'éco-responsabilité pour diminuer l'empreinte carbone du CNRS (ex : co-voiturage,...)

<sup>4</sup> Outre les facteurs structurels tenant à la nature de leurs activités (dispositifs expérimentaux, plates-formes techniques mutualisées...) ou au fait que le CNRS soit ou non en charge des charges d'infrastructures de l'unité.

### Des engagements de qualité de service au bénéfice des unités

Le CNRS a initié en 2008 une démarche qualité baptisée « contrat de service ». Il s'agit de proposer aux unités de recherche une dynamique d'action et de coopération des services d'appui à la recherche dans une logique d'amélioration continue. Cette dynamique repose d'une part sur la compréhension partagée entre tous les acteurs des attentes des laboratoires et des contraintes qui s'imposent aux services d'appui à la recherche et d'autre part sur le suivi de l'atteinte d'objectifs de qualité au moyen d'indicateurs qualitatifs et quantitatifs.

Le contrat de service a permis l'identification des processus à forte valeur ajoutée pour les unités, des engagements majeurs ainsi que des objectifs de qualité de service et leurs indicateurs associés. Il permet également la mise en place d'un processus d'amélioration continue robuste garant d'une relation efficace et de qualité entre les acteurs de la recherche et leurs services d'accompagnement.

#### Actions

- Garantir le niveau de service apporté aux unités et aux chercheurs :

A la fin du Contrat CNRS-Etat, faire que 100% des unités gérées par le CNRS disposent d'un contrat de service.

Mettre en œuvre un tableau de bord de la qualité de service.

Mettre en place un observatoire des engagements composé uniquement de directeurs de laboratoires, de chercheurs et de gestionnaires.

A partir de 2009, développer avec les partenaires intéressés, un dialogue autour d'une gestion performante des unités co-gérées et de l'harmonisation des règles et pratiques.

### La juste maîtrise des risques

Le plan « horizon 2020 » fait de la capacité à prendre des risques pour permettre les plus grandes ruptures scientifiques une priorité stratégique pour le CNRS. Dans le même temps, la direction du CNRS doit garantir la sécurité de ses agents, le bon emploi des fonds publics et la sécurité juridique de ses opérations. Ce double défi impose une révision complète de nos systèmes de contrôle interne. Ces contrôles doivent assurer un degré d'exposition aux risques acceptable, être redimensionnés pour alléger les tâches des chercheurs et focaliser sur les enjeux majeurs.

Les éléments essentiels de ce nouveau système de contrôle interne ont été posés en 2006-2008 : établissement d'une cartographie des risques et d'un registre des risques, création d'une direction de l'audit interne auprès du Directeur général et d'un Comité d'audit rattaché au conseil d'administration.

#### Actions

- Maîtriser les risques opérationnels et dimensionner les contrôles aux enjeux stratégiques :

Mettre en place un plan annuel de réduction des risques et faire suivre son exécution par le comité de direction.

### Domaine prioritaire : Traiter l'information

Le CNRS évolue dans un environnement international où la concurrence s'exerce au sein d'une économie basée sur la connaissance : captation des meilleurs chercheurs, production des nouvelles connaissances, évaluation et diffusion, transfert de l'expertise, innovation et formation...

Le Système d'Information (SI) du CNRS doit s'adapter à ce contexte éminemment mouvant. Pour ce faire, il doit faciliter la mise en œuvre de la stratégie de l'établissement et être réactif dans la mise en place de sa nouvelle organisation. Afin de mesurer ce niveau de service, un Schéma Directeur du Système d'Information (SDSI) du CNRS a été élaboré sur la période 2009-2013. Des indicateurs couvrant l'ensemble des axes d'évolution et en conformité avec le plan stratégique du CNRS à l'horizon 2020 ont été définis, ces indicateurs seront régulièrement produits et interprétés dans le cadre du contrat avec l'Etat.

#### Actions

- Atteindre les objectifs du Schéma Directeur des Systèmes d'Information

Suivre les indicateurs explicités dans le Schéma Directeur des SI. Produire et mettre en œuvre le plan d'actions.

Un rapport annuel explicitera la réalisation du plan d'action.

## Annexe 5 : Récapitulatif des indicateurs

*Les tableaux d'indicateurs et leurs valeurs feront l'objet d'un travail de finalisation entre le CNRS et ses tutelles pour être soumis au prochain Conseil d'Administration.*

### OBJECTIFS ET REPERES GENERAUX SCIENTIFIQUES

Pour la période 2009-2013, l'engagement global du CNRS sur les douze critères se concrétise dans la réalisation des actions contractualisées qui permettront une évaluation *a posteriori* de l'efficacité du CNRS dans l'atteinte de ses objectifs. Le CNRS se donne de plus des objectifs globaux pour mesurer les effets des actions qui viennent d'être passées en revue. Ils sont complémentaires les uns des autres. Chacun d'entre eux est repéré au moyen d'un indice approprié, disponible dès aujourd'hui et admis par la communauté de l'évaluation.

<i>Objectifs généraux</i> Repères généraux	2007	2013	Variation annuelle
<i>1) Engagement global du CNRS.</i> Nombre d'actions scientifiques accomplies sur les 56 contractualisées.	0	42 accomplies + 7 largement entamées	
<i>2) Production de connaissance au meilleur niveau international.</i> Nombre de publications répertoriées <sup>5</sup> des unités soutenues <sup>6</sup> par le CNRS.	25 589 (en 2006)	29 400	+ 2,0 %
<i>3) Impact moyen relatif par rapport à l'EER.</i> Impact moyen correspondant à l'impact total rapporté au nombre de publications	1,04	1,1	+1,0 %
<i>4) Haut niveau d'interdisciplinarité.</i> Taux de co-signatures de publications répertoriées par des unités soutenues <sup>6</sup> par des Instituts <sup>7</sup> du CNRS différents.	9,3 %	10,8 %	+ 2,5 %
<i>5) Soutien à l'innovation.</i> Nombre de licences d'exploitation signées dans l'année dans les unités propres ou associées (brevets, savoir-faire et logiciels).	88	125	+ 6,0 %
<i>6) Contribution à la formation à et par la recherche.</i> Nombre de doctorants / nombre de chercheurs et enseignants-chercheurs permanents dans des unités soutenues <sup>6</sup> par le CNRS	0,6	0,7	+ 3,0 %
<i>7) Contribution à l'Espace Européen de la Recherche.</i> Taux de co-signatures de publications répertoriées par des unités soutenues par le CNRS et des laboratoires de l'Espace européen de la recherche (France exclue).	32 % (en 2006)	42 %	+ 4,0 %
<i>8) Attractivité de la recherche française.</i> Taux de chercheurs nouvellement recrutés et venant de l'étranger	23 %	25 %	+ 2,0 %

<sup>5</sup> Source : Thomson Reuters/Scientific, traitement CNRS/IPAM (hors SHS et hors recherche médicale).

<sup>6</sup> Entendre : soutenues par le CNRS et ses Instituts au titre de leurs actions d'opérateur ou d'agence de moyens.

<sup>7</sup> Pour les années antérieures à 2009, entendre : Départements scientifiques.

## OBJECTIFS ET REPERES GENERAUX D'ORGANISATION

Pour la période 2009-2013, l'engagement global du CNRS sur l'organisation sera suivi sur la base des repères suivants permettant de mesurer l'atteinte des objectifs :

Objectifs généraux Repères généraux	Valeur initiale 2009	Valeur cible en 2013 Ou jalon	Variation annuelle
<p>1) <i>Mise en place effective de la nouvelle organisation</i> (jalón fin 2009)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- des Instituts</li> <li>- des pôles scientifiques transverses</li> <li>- de la direction générale déléguée aux ressources humaines et aux fonctions support</li> <li>- de la direction de l'innovation et des partenariats</li> <li>- de la représentation stratégique en région</li> </ul> <p>et audit de son bon fonctionnement</p>		<p>Fin 2009</p> <p>2012</p>	
<p>2) <i>Mise en place effective de la mission d'agence de moyen à l'égard des universités</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• fraction des universités (et écoles) avec lesquelles existe une convention de partenariat ; nombre d'UMR concernées</li> <li>• définition d'un mécanisme de co-pilotage des unités avec ces universités ; mise en place d'une politique RH concertée et nombre de chaires CNRS-université</li> <li>• taux des UMR (%) bénéficiant dans l'année d'un entretien stratégie/moyens avec ses deux tutelles</li> <li>• Nombre d'UMR en délégation globale de gestion financière à l'université et fraction des dotations leur revenant</li> </ul>			
<p>3) <i>Mise en œuvre de la pluridisciplinarité</i></p> <p>Fraction du budget des Instituts versée à des unités rattachées à titre principal à d'autres instituts</p>			
<p>4) Taux de réalisation du schéma pluriannuel de stratégie immobilière (y compris respect des objectifs du Grenelle de l'Environnement)</p>			
<p>5) <i>Promouvoir la mobilité hors CNRS</i></p> <p>nombre de personnes concernées, pour le secteur académique et pour le secteur économique</p>			

**OBJECTIFS ET REPERES GENERAUX TRANSVERSES**

Pour la période 2009-2013, l'engagement global du CNRS sur les fonctions transverses sera suivi sur la base des repères suivants permettant de mesurer l'atteinte des objectifs :

<i>Objectifs généraux</i> Repères généraux	Valeur initiale	Valeur cible en 2013 Ou jalon	Variation annuelle
1) Taux d'avancement (%) du schéma directeur des systèmes d'information (y compris l'interopérabilité des systèmes avec l'université), dans le respect des coûts et des délais			
2) Taux d'atteinte (%) des engagements des contrats de service des fonctions support (qui mesure l'accroissement de l'indice de qualité pour un coût constant des fonctions support sur les 5 ans)			
3) Avancement de la mise en place un système de contrôle de gestion s'appuyant sur une comptabilité analytique adaptée au développement du travail en mode projet, ainsi qu'à l'application des coûts complets			
4) <i>Rechercher une vision consolidée du budget des UMR</i> nombre d'UMR ayant une vision consolidée du budget			
5) <i>Prise en compte de la performance dans la dotation des unités</i> indice de cohérence entre les ouvertures / restructurations / fermetures d'équipe et les résultats de l'AERES fraction de financement attribué en « bonus » aux unités les plus performantes (unités A <sub>0</sub> identifiées parmi les meilleures unités, classées A <sub>+</sub> par l'AERES)			
6) <i>Mise en œuvre du dispositif de valorisation</i> montant des redevances dont bénéficie le CNRS hors Taxotère	5,387 M€ (2007)		
7) <i>Implication dans la collaboration européenne communautaire</i> sommes perçues au titre des contrats européens			
8) <i>Structuration d'une politique internationale offensive</i> évolution annuelle du nombre d'UMI, de PICS, de LIA et de GDRI nombre de structures et collaborations créées avec l'Inde et le Brésil			
9) <i>Maîtriser les frais généraux</i> % d'évolution			



## Annexe 6 : Les fiches Instituts

Sont présentées ici les neuf fiches signalétiques des instituts du CNRS.

Les données concernant le périmètre des instituts sont issues des bases informatiques

Au 11/02/2009 pour le nombre d'unités (source IPAM)

Au 31/12/2008 (source IPAM), arrondies, pour les personnels.

Les données concernant les sources de financement sont issues de la Direction de la Politique Industrielle au 14/04/2009 et couvrent la période 2007.

## INSTITUT DE CHIMIE INC

### *Inventer les molécules et matériaux du futur*

#### Les missions et objectifs de l'Institut

- Constituer la référence nationale pour l'avancement des connaissances dans tous les domaines de la chimie : conception, réactivité et synthèse (organique, inorganique, macro et supramoléculaire, matériaux, nanomatériaux), caractérisation, analyse et étude des propriétés.
- Mobiliser les chercheurs sur les thèmes scientifiques correspondant aux grands enjeux actuels : santé, développement durable, nouveaux matériaux fonctionnels, nouvelles technologies en collaboration avec les autres instituts du CNRS.
- Organiser la prospective en chimie, anticiper et orienter les investissements nécessaires, de manière à maintenir la discipline au meilleur niveau international.
- Organiser des services nationaux (service central d'analyses, chimiothèque nationale, prévention des risques, plateformes d'équipements mi-lourds..) et d'expertise (REACH).
- Renforcer les collaborations avec le monde industriel de la chimie dans son ensemble.
- Initier des collaborations internationales et les construire dans le cadre d'une politique d'excellence et de complémentarité des partenariats. Etre l'interlocuteur attiré des homologues étrangers.

#### Les contours scientifiques de l'institut

L'Institut a pour ambition et prend la responsabilité de proposer des solutions innovantes, pour répondre aux impératifs socio-économiques, autour des axes prioritaires suivants :

*La chimie du et pour le vivant* ( nouveaux modèles et outils pour la pharmacologie, les biotechnologies, la cosmétologie, l'agro-alimentaire et le phytosanitaire, les médicaments, les agents de diagnostic, de vectorisation, les vaccins synthétiques, les biomatériaux, les biocapteurs, l'étude des mécanismes de biosynthèse),

*La chimie « pensée autrement »* pour un développement durable (conception de nouvelles réactions chimiques, utilisation de nouveaux milieux et procédés, limitation des risques, utilisation d'alternatives aux ressources fossiles),

*La chimie et l'environnement* (la chimie des molécules dans l'environnement et les outils analytiques pour les traquer, l'analyse des risques chimiques associés, le développement d'outils de modélisation et d'analyse de traces pour appréhender le devenir et les effets des molécules/nanomatériaux et permettre la sauvegarde du patrimoine)

*La transformation et la fonctionnalisation de la matière* (élaboration et contrôle des propriétés des matériaux et nanomatériaux, en particulier les polymères et les matériaux en relation avec l'énergie, l'optoélectronique, le stockage et le traitement de l'information, nouveaux matériaux fonctionnels et de structure, matériaux en conditions extrêmes).

#### Description du périmètre

Sections 11 à 16 du comité national  
183 unités à titre principal (tous types, hors GDR)  
1600 chercheurs CNRS  
2900 enseignants-chercheurs et 150 autres chercheurs  
2400 personnels techniques dans les unités (1400 ITA + 1000 IATOS)

#### Organisation interne de l'institut : 4 DSA

- \*Chimie organique et supramoléculaire, chimie du vivant et pour le vivant
- \*Chimie moléculaire et réactivité, chimie physique et analytique, chimie théorique
- \*Matériaux, polymères, matière molle
- \*Grandes infrastructures

#### Les grands instruments et plateformes en responsabilité

Plateforme de spectromètres RMN à très haut champ. Lignes CRG de l'ESRF, Clio

#### Les impacts internationaux

Collaborations structurées (2 UMI ; 22 LIA/LEA ; 9 GDRI + 3 GDRE ; 34 PICS)

#### Les relations privilégiées avec l'industrie

9 Unités Mixtes avec partenariat industriel (RHODIA, EDF, St Gobain, SNECMA, Institut St Louis, Pierre Fabre, SNPE). Participation au Pôle de compétitivité AXELERA.

#### Sources de financement

76 brevets déposés en chimie en 2008 dont 49% sont exploités.  
1175 contrats (ANR, industrie, Europe, Région,...) dont 463 avec l'industrie pour un total de 79 M€ (dont 21 M€ avec l'industrie)

#### La structure de concertation avec les autres organismes

Des *programmes interdisciplinaires CNRS* sur des thèmes transversaux (environnement, santé, matériaux) en étroite concertation avec les autres organismes de recherche. *Création en 2009 d'un Comité stratégique de la Chimie* impliquant, outre le CNRS, le CEA, l'INSERM, l'INRA.

<b>INSTITUT DES SCIENCES DE L'INGENIERIE ET DES SYSTEMES</b> <b>INSIS dit 1-6 (en construction)</b>	
<i>Comprendre pour Faire : des Sciences aux Technologies</i>	
<b>Les missions et objectifs de l'institut :</b> Assurer dans sa double fonction d'opérateur et d'agence le continuum Recherche Fondamentale - Ingénierie - Technologie en portant haut et fort l'approche "système" et en veillant au développement des disciplines	
<b>Les contours scientifiques de l'institut :</b> 1. Sciences et technologies des automatismes, des signaux et des systèmes électroniques et photoniques 2. Sciences et technologies des systèmes mécaniques, énergétiques et des procédés 3. Approche intégrative et système pour la modélisation la conception la réalisation l'expérimentation d'artefacts  Dont les domaines prioritaires : Information, Energie, convergence énergie numérique...Nano- et Microsystèmes, Bioingénierie, Mécanique, Procédés, Systèmes embarqués et Intelligence ambiante  Et les domaines dont l'institut se sent responsable : Robotique médicale, Interactions Homme/Machine,...	
<b>Description du périmètre (indicatif) :</b> Les sections : 08, 09, 10 et en partie 07 en principal, 04, 07 et 30 en secondaire 135 à 155 unités à titre principal (tous types, hors GDR) 900 à 1100 chercheurs CNRS 3500 à 4500 enseignants-chercheurs et de l'ordre de 200 autres chercheurs de l'ordre de 2400 personnels techniques dans les unités (1000 ITA + 1400 IATOS)	<b>Organisation interne de l'institut :</b> « DSA » ou de responsable de domaine : - Composants Technologies signaux et systèmes Electroniques Photoniques automatiques et robotiques - Systèmes mécaniques énergétiques et procédés - Interdisciplinarité, partenariats et organisation de collegiums
<b>Les grands instruments et plateformes</b> - Programme RTB : 6 laboratoires du CNRS (ST21 et MPPU) regroupés au sein du réseau RENATECH	<b>Les impacts internationaux</b> Couverture géographique : Asie, Europe, Afrique du Nord, Amériques ... Importance du réseau : - 4 UMI, 2 LEA et 4 LIA - 3 GDRE et 2 GDRI
<b>Les relations privilégiées avec l'industrie</b> - 2 UMR - 27 laboratoires communs - 10 GDR - 65 unités impliquées dans 22 Instituts Carnot - 5 programmes structurants dans le domaine de l'aéronautique	<b>Les sources de financement</b> 2169 contrats (ANR, Industrie, Europe, Région,...) dont 772 avec l'Industrie pour un total de 161 M€ (dont 26,5 M€ avec l'Industrie)
<b>Participation aux structures de concertation avec les autres organismes :</b> Alliance Nationale en Sciences de la Vie et Santé avec l'INSERM, le CEA, l'INRA, l'INRIA, etc. Alliance nationale sur la Coordination de la Recherche sur l'Energie (ANCRE) : avec le CEA, l'IFP, etc. Alliance sur les STIC en préparation avec l'INRIA, le CEA et l'INT en principal.	

## INSTITUT DES SCIENCES INFORMATIQUES ET LEURS INTERACTIONS

### INS2I (en construction)

*Au cœur des sciences de l'information et du numérique*

#### Les missions et objectifs de l'institut :

Acquérir, partager, organiser, traiter, représenter et utiliser l'information

#### Les contours scientifiques de l'institut :

1. Algorithmique, informatique, logiciels et calculs de haute performance
2. traitement du signal, images, etc.
3. Internet, masses de données, Interaction entre la technologie et ses usages

Dont les domaines prioritaires : Information – Communication, Informatique

Et les domaines dont l'institut se sent responsable :

sciences du numérique; cognition, comportement et communication; interaction environnement - santé; sécurité des réseaux; bases de données, bioinformatique, modélisation en sciences sociales...

#### Description du périmètre (indicatif) :

Les sections : 07 et ? en principal, 08, 09, 10 et ? en secondaire

40 à 60 unités à titre principal (tous types, hors GDR)

400 à 600 chercheurs CNRS

2500 à 3500 enseignants-chercheurs et 200 à 300 autres chercheurs

700 à 1000 personnels techniques dans les unités (350 à 500 ITA + 350 à 500 IATOS)

#### Organisation interne de l'institut :

nombre de « DSA » ou de responsable de domaine :

#### Les grands instruments et plateformes

- Institut des grilles (UPS 3107)
- IDRIS (UPS 851) dédié au calcul intensif

#### Les impacts internationaux

Couverture géographique : Asie, Europe, Afrique du Nord, Amériques ....

Importance du réseau :

- 4 UMI, 2 LEA et 5 LIA
- 2 GDRE

#### Les relations privilégiées avec l'industrie

#### Les sources de financement

Plus de 100 EPI INRIA

#### Participation aux structures de concertation avec les autres organismes :

Une Alliance sur les STIC en préparation avec l'INRIA, le CEA et l'INT en principal.

## INSTITUT DES SCIENCES BIOLOGIQUES

### INSB

#### *Décrypter la complexité du vivant*

Cet institut a pour mission de développer et coordonner en France toutes les recherches en sciences biologiques qui visent à décrypter la complexité du vivant et les interrelations existant à tous les niveaux d'échelle biologique, des atomes aux biomolécules, de la cellule à l'organisme entier et aux populations.

Les orientations thématiques de l'institut des sciences biologiques couvrent un champ de recherches très large, tant par l'échelle des observations et des méthodologies utilisées que par les systèmes biologiques étudiés et l'accompagnement des retombées applicatives associées.

#### **Thématiques scientifiques :**

biologie structurale, biochimie, bioinformatique, pharmacologie, neurosciences, sciences cognitives, immunologie, génétique, biologie cellulaire, microbiologie, physiologie, biologie végétale, biologie des systèmes, biophysique, biodiversité ...

#### **Description du périmètre**

Sections 21 à 28, 30 en principal ; 16 et 43 en secondaire.

276 unités à titre principal (tous types, hors GDR)

2300 chercheurs CNRS + 400 chercheurs dans des unités hors CNRS

2200 enseignants-chercheurs et 1000 autres chercheurs

4100 personnels techniques dans les unités (2100 ITA + 2000 IATOS) + 40 ITA dans des unités hors CNRS

#### **Organisation interne de l'institut**

5 DSA principaux

4 DSA d'interfaces issus d'autres instituts

3 Délégués scientifiques

#### **Les grands instruments et plateformes en responsabilité**

GIP Cycéron à Caen (UMR6232)

Intragen (UPS 44, Orléans)

Primatologie (UPS846)

Amagen (UPR2197 Gif/Yvette)

Imagerie (IFR 117 IJM)

Protéomique (UMR5089, Toulouse)

Réseau de stations marines

Réseau de microscopie fonctionnelle du vivant (GDR2588)

Réseau de plateformes de criblage

Plateforme intégrée Imagif (Gif/Yvette)

#### **Les impacts internationaux**

- 6 Accords bilatéraux conclus en 2008 : Inde (DBT), Pologne (MSHE), Singapour (IMCB), Japon (JST), Irlande (RCSI), Etats-Unis (NIH).

- 57 PICS et 1 UMI

- 19 LE(I)A (Chine, USA, Brésil, Canada, Russie, Japon, Allemagne, Danemark, Royaume Uni, Hongrie, Israël)

- 6 GDRE(I) (Maroc, Russie, Ukraine, Allemagne, Pologne, Italie)

- **Programme cadre de l'UE (Science de la vie/Santé) :** 6ème PCRD : 116 projets (17 en coordination) ; 7ème PCRD (1er appel) : 35 projets (3 en coordination).

#### **Les relations privilégiées avec l'industrie**

Des structures communes avec l'industrie pharmaceutique (Pierre-Fabre, Biorad, Biomérieux, Sanofi- Pasteur).

749 brevets principaux (3377 avec les extensions), 100 licences actives.

115 contrats avec des industriels français (96) et étrangers (59).

Depuis 1999, 73 sociétés issues de laboratoires INSB.

#### **Les sources de financement**

1271 contrats (ANR, industrie, Europe, Région,...) dont 182 avec l'industrie

pour un total de 121 M€ (dont 11 M€ avec l'industrie)

#### **La structure de concertation avec les autres organismes**

L'Alliance nationale pour les sciences de la vie et de la santé, créée par huit acteurs clés de la recherche française : le CEA, le CNRS, l'Inra, l'Inria, l'Inserm, l'IRD, l'Institut Pasteur et la Conférence des Présidents d'Université

## INSTITUT DES SCIENCES MATHEMATIQUES ET LEURS INTERACTIONS INSMI

### *Les mathématiques au carrefour des sciences*

#### Les missions et objectifs de l'institut

La mission de l'INSMI est, en concertation avec les établissements d'enseignement supérieur et de recherche, de maintenir les mathématiques françaises au plus haut niveau international tout en leur permettant de répondre à la forte demande issue des autres disciplines et de la société et en accompagnant la formation avancée, qui est devenue un enjeu stratégique pour les mathématiques tant au niveau national qu'au niveau international.

Les objectifs de l'INSMI reposent sur trois priorités scientifiques :

- Le développement du coeur des mathématiques (développement interne de la discipline).
- Le développement des interactions avec les autres disciplines.
- Le développement des liens entre les mathématiques et le monde de l'entreprise.

#### Les contours scientifiques de l'institut

1- L'ensemble des mathématiques fondamentales, domaine en pleine mutation avec la résolution de grandes conjectures, la naissance de nouveaux champs disciplinaires et la réorganisation interne de la discipline qui en découle,

2 - L'ensemble des interactions entre mathématiques et autres disciplines scientifiques, qu'elles soient classiques (physique, mécanique, informatique, sciences du numérique, économétrie, ... ) ou nouvelles (chimie, sciences du vivant notamment en génomique, médecine, électronique, traitement du signal et de l'image, ...),

3 - L'ensemble des applications des mathématiques (intérêt industriel, nouvelles technologies, finance et activité bancaire, ...) en réponse aux demandes de la société,

4 - L'activité de formation par et à la recherche

#### Description du périmètre

Section 1 du comité national  
64 unités à titre principal (tous types, hors GDR)

360 chercheurs CNRS  
2600 enseignants-chercheurs et 100 autres chercheurs  
360 personnels techniques dans les unités (180 ITA + 180 IATOS)

#### Organisation interne de l'institut

\*2 DSA (liens avec les établissements d'enseignement supérieur et de recherche ; développement des interactions).

- \*Des chargés de mission :
- pour les interactions avec les autres instituts.
  - "valorisation et transfert".
  - "documentation scientifique".
  - "communication".
  - "calcul scientifique et liens avec l'INRIA".
  - "observatoire des mathématiques".

#### Les grands instruments et plateformes en responsabilité

IHP (Institut Henri Poincaré) ; CIRM (Centre International de Rencontres Mathématiques) ; CIMPA (Centre International de Mathématiques Pures et Appliquées) ; IHES (Institut des Hautes Etudes Scientifiques)

#### Les impacts internationaux

UMI : 6      LIA : 2 + 3 en création  
Les réseaux : MATHRICE (GDS) ; RNBM (GDS) ; Cellule MathDocs (UMS) ; Réseau des "Ingénieurs réseaux et systèmes".

#### Les relations privilégiées avec l'industrie

Des chargés de mission : relations avec l'industrie et les entreprises et "valorisation et transfert"

#### Les sources de financement

162 contrats (ANR, industrie, Europe, Région,...) dont 25 avec l'industrie ;  
pour un total de 9 M€ (dont 1 M€ avec l'industrie)

#### La structure de concertation avec les autres organismes

Un DSA chargé des interactions avec les autres disciplines et des chargés de mission pour les relations avec les autres instituts

## INSTITUT DES SCIENCES HUMAINES ET SOCIALES INSHS

*Rien de ce qui est humain ne nous est étranger*

### Les missions et objectifs de l'institut

Développer et coordonner les recherches sur l'homme, aussi bien comme producteur de langages ou de savoirs que comme acteur économique, social ou politique. Promouvoir les pratiques interdisciplinaires à l'intérieur des sciences humaines et sociales et avec les autres domaines scientifiques. Favoriser l'accès aux grands équipements de recherche et aux plateformes technologiques interdisciplinaires. Coordonner les actions internationales des équipes françaises en sciences humaines et sociales par l'intermédiaire de réseaux formalisés (groupements d'équipes, unités installées à l'étranger). Rationaliser la programmation thématique en sciences humaines et sociales, en liaison avec les EPST du secteur, les universités et l'ANR.

### Les contours scientifiques de l'institut

- grands secteurs disciplinaires : anthropologie ; archéologie et histoire ; droit ; économie ; géographie, urbanisme et architecture ; histoire de l'art ; histoire et philosophie des sciences ; humanités (littérature, philosophie) ; linguistique ; sciences sociales (sociologie, sciences politiques)
- 4 domaines d'intervention : cultures et sociétés dans l'histoire ; homme, sociétés, environnement ; connaissance, cognition, comportement, communication ; mondes contemporains
- 5 espaces d'intersection avec les autres instituts : langage et cognition ; interactions hommes / milieux ; patrimoine culturel, technique et archéologie ; corpus électroniques ; modélisation spatio-temporelle et géosimulation

### Description du périmètre

Sections 31 à 40 du comité national  
305 unités à titre principal (tous types, hors GDR)

2000 chercheurs CNRS  
6300 enseignants-chercheurs et 800 autres chercheurs  
2700 personnels techniques dans les unités (1700 ITA + 1000 IATOS)

### Organisation interne de l'institut

nombre de « DSA » ou de responsable de domaine  
5 DSA thématiques :

- Archéologie
- Cultures et sociétés dans l'histoire
- Droit, sciences politiques, sociologie
- Economie, cognition, gestion, linguistique
- Mondes contemporains

2 DSA transverses :

- Agence de moyens
- International

4 Chargés de mission (histoire moderne et contemporaine ; sciences du langage ; TGE et plateformes technologiques ; projets européens)

### Les grands instruments et plateformes en responsabilité

TGE Adonis : numérisation, bases de données  
Artemis : datation par le C14 (avec le MCC)  
Ipanema : caractérisation et datation par le synchrotron Soleil (avec l'INEE, l'INP et l'INC)  
Plateformes technologiques en archéologie, linguistique et géographie (appuyées sur des laboratoires ou des MSH)

### Les impacts internationaux

- 29 unités localisées à l'étranger : 3 UMI (Afrique, Amérique) ; 26 UMIFRE (avec le MAEE)
- 75 réseaux temporaires : 10 LEA/LIA ; 33 GDRE/I ;
- 28 PICS
- 9 contrats ERC : 7 Starting Grants, 2 Advanced Grants

### Les relations privilégiées avec l'industrie

En 2007, 36 contrats industriels. En 2008, recrutement d'un chef de projet « Valorisation ». Contacts étroits avec l'ANVIE et le Fonds de dotation CNRS.

### Les sources de financement

675 contrats (ANR, industrie, Europe, Région,...) dont 36 avec l'industrie pour un total de 31 M€ (dont 1 M€ avec l'industrie)

### La structure de concertation avec les autres organismes

Des groupes de travail sectoriels associant la communauté scientifique (printemps 2009) et un Comité de Coordination Nationale de la Prospective et de la Programmation associant organismes et universités (avant la fin 2009)

## INSTITUT ECOLOGIE ET ENVIRONNEMENT

### INEE

#### *Comprendre la biosphère pour agir*

##### Les missions et objectifs de l'institut

Mettre en œuvre des recherches sur l'écologie et l'environnement, incluant la biodiversité, les interactions hommes-milieus. et plus généralement l'étude la biosphère. Développer la pluri et l'interdisciplinarité afin de faire émerger les sciences de l'environnement en tant que champ scientifique intégré. Apporter une réponse globale aux questions de l'environnement et du développement durable et répondre à la demande sociétale en matière d'ingénierie environnementale, d'expertise et d'aide à la remédiation. Rapprocher la recherche d'excellence de l'action.

##### Les contours scientifiques de l'institut

L'INEE, situé au carrefour des Sciences de l'Homme et de l'Univers, des Sciences de la Terre et de la Vie, est fondé sur les Eco-Sciences et la caractérisation des relations Hommes-Milieu. L'**écologie**, qui prend ici le sens de «Global Ecology», avec les études de la **biodiversité** et des **relations Hommes-milieus**, constitue le cœur disciplinaire de l'institut. Ces domaines sont abordés à toutes les échelles de temps et font appel aux sciences de l'évolution, à la biologie, à la génomique environnementale, à la chimie de l'environnement et à l'écologie chimique, à l'océanographie et à la biogéochimie, aux sciences de l'ingénieur et de l'informatique, aux sciences sociales et humaines dans leur ensemble, à la physique et aux mathématiques...

Parmi les domaines prioritaires, le fonctionnement et la dynamique des écosystèmes naturels et anthropisés, les biogéosciences et la paléontologie, l'adaptation et les sciences de l'évolution, l'écotoxicologie et l'ingénierie écologique, la durabilité et les modalités d'anthropisation des milieux, les nouveaux biomes (villes, littoraux) et écosystèmes de milieux fragiles ou extrêmes; la thématique santé/environnement, la chimie pour le développement durable.

##### Description du périmètre

Sections : 20, 29 en principal, 18 - 19 - 26 - 28 - 31 - 39 en secondaire  
70 unités à titre principal (tous types, hors GDR)  
453 chercheurs CNRS  
1000 enseignants-chercheurs et 160 autres chercheurs  
1000 personnels techniques dans les unités (450 ITA + 550 IATOS)

##### Organisation interne de l'institut

5 DSA,  
2 Délégués scientifiques,  
7 Chargés de mission

##### Les grands instruments et plateformes en responsabilité

Écotrons et sites instrumentés, Zones Ateliers, Observatoires Hommes-Milieu

##### Les impacts internationaux

UMI : 1, LIA : 2, GDRE : 3, GDRI : 4  
PICS : 12

##### Les relations privilégiées avec l'industrie

Entre le 1<sup>er</sup>/07/07 et le 1<sup>er</sup>/07/08 :  
-13 brevets ont été pris (laboratoires rattachés à titre secondaire à EDD) ;  
-28 contrats industriels ont été conclus, pour 639 k€, majoritairement avec des PME ;  
-1 société a été issue d'un laboratoire rattaché à titre secondaire à EDD

##### Les sources de financement

300 contrats (ANR, industrie, Europe, Région,...)  
dont 28 avec l'industrie  
pour un total de 16 M€ (dont 1 M€ avec l'industrie)

##### La structure de concertation avec les autres organismes

Organisation de discussions bilatérales avec l'INRA, le CEA, l'IRD et le MNHN. Participations aux CIO dont le CIO- environnement. Discussions avec la FRB.



<b>INSTITUT DE PHYSIQUE INP</b>	
<i>Lois fondamentales, matière et rayonnement</i>	
<p><b>Les missions et objectifs de l'institut</b>                      Assurer le développement et la coordination au niveau national des recherches dans le domaine de la physique du rayonnement et de la matière et des lois fondamentales de la nature. Imaginer et créer des matériaux aux propriétés remarquables, développer des instruments plus performants. Favoriser les interactions avec les autres communautés scientifiques et les applications de ces recherches à d'autres domaines scientifiques et technologiques.                      Gestion et organisation de plateformes technologiques au niveau national</p>	
<p><b>Les contours scientifiques de l'institut</b>                      Lois fondamentales de la physique                      Physique théorique et ses interfaces                      Physique de la matière condensée : structure, dynamique, propriétés électroniques                      Optique et lasers                      Nanosciences</p>	
<p><b>Description du périmètre</b>                      Les sections 02, 04, 05, 06 en principal et la 11 en secondaire                      96 unités à titre principal (tous types, hors GDR)                      1200 chercheurs CNRS                      1600 enseignants-chercheurs et 200 autres chercheurs                      1500 personnels techniques dans les unités (1000 ITA + 500 IATOS)</p>	<p><b>Organisation interne de l'institut</b>  <b>4 DSA sur les contours :</b>  <b>Physique théorique</b> (laboratoires de la section 02 et mission transverse intra-INP et inter-instituts)  <b>Milieux dilués – optique et lasers</b> (laboratoires de la section 04)  <b>Physique de la matière condensée et Nanosciences</b> (laboratoires des sections 05, 06, et partie de la 11)  <b>TGIR et plateformes</b> (pilotage scientifique de SOLEIL, ESRF, LLB, ILL, LNCMI, EMFL), Centrales de proximité nanos, réseau METSA</p>
<p><b>Les grands instruments et plateformes en responsabilité</b>                      Synchrotrons : SOLEIL, ESRF                      Neutrons : LLB, ILL                      Champs magnétiques intenses : LNCMI, EMFL                      Lasers intenses : LULI, ILE (ELI)                      Centrales de proximité nanos                      Réseau de microscopie électronique et sonde atomique METSA</p>	<p><b>Les impacts internationaux</b></p> <p>11 LEA/LIA</p> <p>10 GDRE/GDRI</p> <p>51 PICS</p>
<p>Les relations privilégiées avec l'industrie                      2 unités mixtes de recherche CNRS/Saint-Gobain et CNRS/Thalès                      42 Déclarations d'invention conduisant à :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 34 dépôts de brevets,</li> <li>• 1 extension PCT,</li> <li>• 1 licence</li> </ul>	<p><b>Les sources de financement</b></p> <p>485 contrats (ANR, industrie, Europe, Région,...)                      dont 100 avec l'industrie                      pour un total de 40 M€ (dont 3 M€ avec l'industrie)</p>
<p><b>La structure de concertation avec les autres organismes</b>                      Réunions périodiques avec le CEA/DSM portant sur l'ensemble des laboratoires partagés.                      Rencontres régulières par site avec les universités et autres instituts du CNRS concernés</p>	

**INSTITUT NATIONAL DE PHYSIQUE NUCLEAIRE  
ET PHYSIQUE DES PARTICULES  
IN2P3**

*Les deux infinis : où l'infiniment grand rencontre l'infiniment petit*

**Les missions et objectifs de l'institut**

L'IN2P3 coordonne les programmes de physique nucléaire et des hautes énergies (PNHE) pour le compte du CNRS et des Universités (par décret). Il travaille en étroite concertation avec le CEA. Dans ce dispositif, l'IN2P3 a donc pour vocation de mobiliser et d'organiser le monde académique (CNRS et Universités) tandis que le CEA, avec lequel il se concerta, a une vocation plus technologique reconnue (même si l'IN2P3 pour ses missions jouit d'un fort potentiel d'instrumentation). L'IN2P3 a vocation à être un opérateur national, interlocuteur national à l'international, mettant à disposition de la communauté internationale des équipements qu'il a développés avec ses laboratoires dans le cadre de collaborations internationales.

**Les contours scientifiques de l'institut**

Les domaines traités : Physique nucléaire et des hautes Energies, PNHE (opérateur)  
Dont les domaines prioritaires : les deux infinis, énergie nucléaire de fission, grilles de calcul (calcul intensif, bases de données, masse de données, distribuées), signal bruit alerte et détection dans l'environnement, accélérateurs, instrumentation, spatial, lutte contre le cancer par des accélérateurs et par l'imagerie nucléaire  
Et les domaines dont l'institut se sent responsable : les deux infinis, les Très Grands Equipements, l'énergie nucléaire, les accélérateurs, la grille nationale de calcul

**Description du périmètre**

Les sections : 03 en principal, 02 en secondaire  
24 unités à titre principal (tous types, hors GDR)  
  
500 chercheurs CNRS  
350 enseignants-chercheurs et 25 autres chercheurs  
1550 personnels techniques dans les unités (1350 ITA + 200 IATOS)

**Organisation interne de l'institut**

nombre de « DSA » ou de responsable de domaine  
1 DSA en charge du suivi des labos  
4 DAS en charge du suivi des projets (particules, nucléaire, astroparticules, accélérateurs et interdisciplinaires)  
1 DATechnique  
1 DAAministratif

**Les grands instruments et plateformes en responsabilité**

GANIL, CERN, CCIN2P3, Laboratoire Souterrain de Modane, HESS, VIRGO et bientôt KM3NET/EMSO et CTA  
Réseau de mesure de la radioactivité, signal bruit alerte et détection dans l'environnement, matériaux sous irradiation

**Les impacts internationaux**

Interlocuteur français à l'international pour PNHE en partenariat avec le CEA  
UMI, LIAs, GDRI avec Asie, Europe de l'Est, Pourtour méditerranéen.  
Accueil de physiciens US et japonais pour le LHC. Coordinateur des ERANET Physique Nucléaire, Astroparticules

**Les relations privilégiées avec l'industrie**

Club des industriels autour de la Physique Nucléaire et des Hautes Energies

**Les sources de financement**

118 contrats (ANR, industrie, Europe, Région,...) dont 25 avec l'industrie pour un total de 15 M€ (dont 2 M€ avec l'industrie)

**La structure de concertation avec les autres organismes**

Comités de Coordination Thématique avec le CEA (TGE, PNHE, Energie Nucléaire) qui pourrait devenir une Alliance Thématique Inter Organisme

## INSTITUT NATIONAL DES SCIENCES DE L'UNIVERS INSU

### *Observer et modéliser pour comprendre l'Univers et le « Système Terre »*

L'INSU a pour mission d'élaborer, de développer et de coordonner les recherches d'ampleur nationale et internationale en Astronomie et Sciences du « Système Terre ». En liaison avec les autres instituts du CNRS, et les autres organismes concernés, il élabore et met en oeuvre des programmes spécifiques de recherches et d'équipements, et opère des moyens lourds d'investigation et d'observation (véhicules, télescopes, plateformes de mesures et d'analyse...).

- Les recherches couvrent tous les domaines de l'astronomie et de l'astrophysique (AA) avec une priorité sur « l'Origine » et « l'Histoire » de l'Univers et de ses objets, des grandes structures aux systèmes planétaires.
- Il s'agit aussi de comprendre les couplages multi-échelles entre Terre interne (ST), océan et atmosphère (OA) et surfaces continentales (SIC) qui sont les clés du fonctionnement du « Système Terre » et de son évolution à long, moyen et court terme, anthropisation incluse.
- L'INSU participe à l'évaluation des conséquences régionalisées de ce fonctionnement sur les sociétés humaines, notamment la prévision et la prévention des risques naturels ainsi que la gestion des ressources, renouvelables ou non.

#### Description du périmètre

Sections 17 à 19 du comité national, en principal ; 20 en secondaire

103 unités à titre principal (tous types, hors GDR)

1000 chercheurs CNRS

1250 enseignants-chercheurs et 650 autres chercheurs

2700 personnels techniques dans les unités (1500 ITA + 1200 IATOS)

Doté d'une délégation de pouvoir aux fins de gestion de l'Institut et de représentation du CNRS dans tous les actes ressortissant à ses missions, le Directeur de l'INSU est assisté d'un Directeur adjoint administratif, de 4 Directeurs adjoints scientifiques (AA, OA, ST, SIC) et d'un Directeur adjoint technique. Il s'appuie sur une Division Technique chargée de la mise en oeuvre des moyens nationaux.

#### Grands instruments (inter-)nationaux :

- **Moyens et services d'observation** : télescopes (IRAM, ESO, télescopes nationaux,...), bouées instrumentées, stations terrestres, ...
- **Véhicules** : Navires côtiers, avion de recherche, satellites artificiels
- **Plateformes** : géophysiques, géodésiques, géochimiques, analytiques, de forage...
- **Moyens logiciels** : bases de données, modèles communautaires & pôles thématiques spatiaux, Observatoires Virtuels

#### Impacts internationaux :

- **Outils internationaux** : Agences (ESO, ESA), Sociétés civiles (IRAM, THEMIS, Programmes (IODP, ICDP, GIEC,...).
- **Outils UE** : 18 projets du 6<sup>ème</sup> PCRD, 11 du 7<sup>ème</sup> : 4 en environnement, 3 en Astronomie, 4 GMES), participation à 8 projets ESFRI
- **Outils CNRS** : 34 PICS, 6 GDRE, 1 GDRI, 4 LIA, 2 LEA, 8 « Opérations structurantes »

#### Relations avec l'industrie :

- R&D instruments sol & spatiaux : optique, électronique, mécanique.
- R&D logiciels : traitement de données, bases de données, modèles prévisionnels.
- Prospection des ressources naturelles.

#### Sources de financement :

426 contrats (ANR, industrie, Europe, Région,...) dont 58 avec l'industrie

pour un total de 39 M€ (3 M€ avec l'industrie)

**Budget de l'INSU** : ~ 500 M€ de salaires et ~ 100 M€ hors salaires, dont

- Subventions d'Etat ~ 50 %
- Projets instrumentaux & R&D ~ 25 %
- Ressources propres autres ~ 25 %

#### Structures de concertation avec les autres organismes :

- **Au niveau international** : Astronet, EurOcéan, IODP, Programmes de l'ONU et de l'ICSU (GIEC, ESSP,...).
- **Au niveau national** : « Comités Inter organismes » (CIO-Environnement, CDO pour l'océanographie, CIO-Spatial,...), Conseils Scientifiques et d'Administration.
- **Au niveau régional** : Observatoires des Sciences de l'Univers, Conseils universitaires, Unités Mixtes de Recherches et de Services.

Plan détaillé

<b><u>ANNEXE 1 : INSTRUMENTS D'INTERVENTION DE L'AGENCE DE MOYENS .....</u></b>	<b><u>46</u></b>
<b><u>ANNEXE 2 : FEUILLE DE ROUTE SCIENTIFIQUE.....</u></b>	<b><u>47</u></b>
<b><u>1 LES TROIS ENJEUX SCIENTIFIQUES .....</u></b>	<b><u>49</u></b>
<b>1.1 ENJEU « FAIRE AVANCER LE FRONT DE LA CONNAISSANCE ».....</b>	<b>49</b>
1.1.1 DOMAINE PRIORITAIRE : LES MATHEMATIQUES ET SCIENCES DU NUMERIQUE .....	49
1.1.2 DOMAINE PRIORITAIRE : DE L'INFINIMENT GRAND A L'INFINIMENT PETIT .....	51
1.1.3 DOMAINE PRIORITAIRE : MATIERE ET ONDES .....	54
1.1.4 DOMAINE PRIORITAIRE : DEVELOPPEMENT ET COMPLEXITE DES ETRES VIVANTS .....	59
1.1.5 DOMAINE PRIORITAIRE : LA CONNAISSANCE DE L'HOMME ET DES SOCIETES .....	62
<b>1.2 ENJEU « RELEVER LES GRANDS DEFIS PLANETAIRES ».....</b>	<b>67</b>
1.2.1 DOMAINE PRIORITAIRE : ENVIRONNEMENT ET CLIMAT .....	67
1.2.2 DOMAINE PRIORITAIRE : DEVELOPPEMENT DURABLE, RESSOURCES, BIODIVERSITE .....	68
1.2.3 DOMAINE PRIORITAIRE : ENERGIE .....	71
1.2.4 DOMAINE PRIORITAIRE : MEDICAMENT, THERAPIES, HANDICAP.....	75
1.2.5 DOMAINE PRIORITAIRE : GRANDES MUTATIONS SOCIALES, NOUVELLES VULNERABILITES, SECURITE .....	78
<b>1.3 ENJEU « FAIRE EMERGER LES NOUVELLES TECHNOLOGIES DE POINTE » .....</b>	<b>82</b>
1.3.1 DOMAINE PRIORITAIRE : NANOSCIENCES ET NANOTECHNOLOGIES .....	82
1.3.2 DOMAINE PRIORITAIRE : INFORMATION – COMMUNICATION .....	85
1.3.3 DOMAINE PRIORITAIRE : MOLECULES – MATERIAUX – PROCEDES ET STRUCTURES .....	89
1.3.4 DOMAINE PRIORITAIRE : DEVELOPPER UNE INSTRUMENTATION DE POINTE .....	92
<b><u>2 LES INSTRUMENTS POUR LA RECHERCHE .....</u></b>	<b><u>94</u></b>
<b>2.1 ENJEU « MUTUALISER LES INSTRUMENTS POUR LA RECHERCHE ».....</b>	<b>94</b>
2.1.1 DOMAINE PRIORITAIRE : METHODES ET OUTILS .....	94
2.1.2 DOMAINE PRIORITAIRE : TRES GRANDES INFRASTRUCTURES DE RECHERCHE (TGIR).....	100
<b><u>ANNEXE 3 : FEUILLE DE ROUTE RESSOURCES HUMAINES .....</u></b>	<b><u>110</u></b>
<b>ENJEU « ATTIRER LES TALENTS ET LES METTRE EN SITUATION DE S'EXPRIMER ».....</b>	<b>110</b>
DOMAINE PRIORITAIRE – ANTICIPER LES EVOLUTIONS DES METIERS DE LA RECHERCHE.....	110
DOMAINE PRIORITAIRE – ASSURER L'ATTRACTIVITE DES CARRIERES AU CNRS.....	111
DOMAINE PRIORITAIRE – ASSURER UNE GESTION ET UN DIALOGUE DE QUALITE.....	112
<b><u>ANNEXE 4 : FEUILLE DE ROUTE MODERNISATION DE LA GESTION .....</u></b>	<b><u>114</u></b>
<b>ENJEU « MODERNISER LA GESTION ».....</b>	<b>114</b>
DOMAINE PRIORITAIRE : LA MODERNISATION DE LA GESTION AU SERVICE D'UNE RECHERCHE D'EXCELLENCE .....	114
DOMAINE PRIORITAIRE : TRAITER L'INFORMATION.....	116
<b><u>ANNEXE 5 : RECAPITULATIF DES INDICATEURS .....</u></b>	<b><u>117</u></b>
<b><u>ANNEXE 6 : LES FICHES INSTITUTS .....</u></b>	<b><u>120</u></b>