

Direction stratégique de la recherche

Carte des thématiques de recherches des unités dont l'Université est partenaire

Gilles Fourtanier : président de l'Université Toulouse III
secpres@adm.ups-tlse.fr

Luis Fariñas Del Cerro : responsable de la DSR
dsrecherche@adm.ups-tlse.fr

Jean-Pierre Launay : coordinateur du pôle Sciences de la Matière
jean-pierre.launay@cemes.fr

Christian Laurent : coordinateur du pôle Mathématiques et Sciences et Technologies de l'Information et de l'Ingénierie
christian.laurent@laplace.univ-tlse.fr

Sylvie Roques : coordinatrice du pôle Univers, Planète, Espace, Environnement
sylvie.roques@ast.obs-mip.fr

Michèle Ferrer : coordinatrice du pôle Sciences du Vivant
michele.ferrer@ibcg.biotoul.fr

Bernard Thon : coordinateur de l'axe Communication, Information, Gestion et Didactique des Langues
bernard.thon@cict.fr

SOMMAIRE

INTRODUCTION	1
Pôle Sciences de la Matière	3
1. THÉMATIQUES, COMPÉTENCES ET RÉSEAUX	3
1.1. Physique	3
1.2. Chimie	4
1.3. Nanophysique et nanosciences	6
1.3.1. Nanomatériaux et nanophysique	6
1.3.2. Nanosciences	6
2. PROSPECTIVE	7
2.1. Prospective par grands thèmes	7
2.2. Les Fédérations et plates-formes comme outils au service des équipements communs	8
2.3. Grandes actions prioritaires	8
2.3.1. Collaborations scientifiques pérennes et structurées	8
2.3.2. Évolution des plates-formes	9
2.3.3. L'immobilier	9
LISTE DES LABORATOIRES DU PÔLE SCIENCES DE LA MATIÈRE	11
Pôle Mathématiques et Sciences et technologies de l'Information et de l'Ingénierie	13
1. THÉMATIQUES, COMPÉTENCES ET RÉSEAUX	13
1.1. Mathématiques	13
1.2. Sciences et technologies de l'information	14
1.2.1. Informatique	14
1.2.2. Robotique, signal et automatique	15
1.3. Sciences pour l'ingénieur	15
1.3.1. Micro et nanotechnologies, électronique, photonique, électromagnétisme, énergie électrique	15
1.3.2. Ingénierie des matériaux et des structures - Mécanique des solides - Acoustique	16
1.3.3. Milieux fluides et réactifs : transports, transferts, procédés de transformation	17
2. PROSPECTIVE	18
2.1. Mathématiques	19
2.2. Sciences et technologies de l'information	19
2.2.1. Informatique	19
2.2.2. Robotique, signal et automatique	20
2.3. Sciences pour l'ingénieur	21
3. LES OUTILS DE LA TRANSVERSALITÉ	22
3.1. Le Réseau Thématique de Recherche Avancée STAE	22
3.2. La Fédération de Recherche en Mathématiques et Informatique (FREMIT)	22
3.3. La Fédération FERMaT : Fluides, Énergie, Réacteurs, Matériaux et Transferts	22
3.4. La Fédération SH&HD : Système Habitat et Habitant, pour un objectif de développement durable	23
3.5. La Fédération IODE : Ingénierie des Systèmes Distribués	23
3.6. Plate-forme MIBS : Mathématique, Informatique et Biologie Systémique	23
3.7. Plate-forme IM : Imagerie Médicale	24
LISTE DES LABORATOIRES DU PÔLE MST2I	25

Pôle Univers, Planète, Espace, Environnement	27
1. THÉMATIQUES, COMPÉTENCES ET RÉSEAUX	27
1.1. Introduction - contexte	27
1.2. Services d'observation	27
1.3. Sites d'observation de Bigorre : Lannemezan et Pic du Midi	28
1.4. Thématiques et compétences	28
1.4.1. Astres et planètes	29
1.4.2. Enveloppes fluides : océan et atmosphère	29
1.4.3. Surfaces continentales : eau, sol, végétation, écosystèmes	30
1.4.4. Terre interne	31
1.4.5. Environnement, santé et société	32
1.5. Faits marquants	33
2. ÉLÉMENTS DE PROSPECTIVE	34
2.1. Les grandes directions des prochaines années	35
2.2. Les axes scientifiques transverses	36
2.3. Les plateformes mutualisées	38
2.3.1. Plate-forme d'analyses géochimiques et minéralogiques	38
2.3.2. Plate-forme PIRENEA-ESPOIRS	38
2.3.3. Plate-forme de mécanique des fluides environnementale	39
3. OMP / UPEE : les missions spécifiques de l'OMP et les moyens associés	39
LISTE DES LABORATOIRES DU PÔLE UPEE	41
Pôle Sciences du Vivant	43
1. COMPÉTENCES ET THÈMES FÉDÉRATEURS	43
1.1. Compétences	43
1.2. Thèmes Fédérateurs	44
1.2.1. Biologie moléculaire et structurale	44
1.2.2. Biologie intégrative	44
1.2.3. Neurosciences et comportement	45
1.2.4. Microbiologie, immunologie, maladies infectieuses, maladies inflammatoires	45
1.2.5. Maladies cardiovasculaires et métabolisme	46
1.2.6. Cancer	46
1.2.7. Environnement et agrobioscience	47
2. LES GRANDS PROJETS ET LEURS ACTEURS	47
2.1. Fédération de Recherche en Biologie de Toulouse	47
2.1.1. Le site 118	47
2.1.2. Site 205 : IPBS	48
2.1.3. Futurs développements pour la Fédération de recherche en Biologie de Toulouse	48
2.2. Institut Fédératif des Sciences du Cerveau de Toulouse (IFR96)	48
2.3. Institut Fédératif de la Recherche Bio-Médicale de Toulouse (IFRBMT ou IFR 150)	49
2.3.1. Institut de Maladie Métabolique et Cardiovasculaire ou I2MC (180 permanents)	49
2.3.2. Immunologie, inflammation, infection et génétique : 3IG	50
2.3.3. UDEAR : Unité Différenciation Epidermique et Autoimmunité Rhumatoïde	50
2.3.4. Centre de Recherche en Cancérologie	50
2.3.5. TOXALIM	51
2.3.6. STROMALAB	51
2.3.7. Recherche Clinique	51
2.4. Institut Fédératif d'Études et de Recherches Interdisciplinaires Santé Société : IFERISS	51
2.5. Environnement et Agrobiosciences	52
2.6. Plates-formes Technologiques	52
LISTE DES LABORATOIRES DU PÔLE SCIENCES DU VIVANT	55

Axe Communication, Information, Gestion et Didactique des Langues	61
1. La didactique des langues	61
2. Les sciences de l'information et de la communication	62
3. Gestion et Cognition	63
LISTE DES LABORATOIRES DE L'AXE CIGEDIL	65

INTRODUCTION

Pour définir et mettre en œuvre sa politique scientifique, l'Université Paul Sabatier s'appuie sur son conseil scientifique et sa Direction Stratégique de la Recherche (DSR) récemment créée et organisée autour de directeurs de laboratoires et de membres du Conseil scientifique. Son rôle principal est d'établir le plan stratégique de recherche de l'Université, en coordination avec les différents conseils scientifiques de composantes, et de faciliter un lien direct entre la présidence et les directeurs d'unités ou de fédérations, faisant de ceux-ci les acteurs premiers de la politique scientifique générale. Ainsi, une des premières missions de la DSR a été de préparer le volet recherche du prochain plan quadriennal ainsi que son plan stratégique.

La recherche à l'Université Paul Sabatier couvre un spectre très large de thématiques scientifiques. La spécificité toulousaine que constitue la présence bien équilibrée de toutes les disciplines ainsi que la relative proximité des sites de recherche de l'agglomération, facilite les rencontres sous le signe de l'interdisciplinarité, tout en préservant l'originalité de chaque discipline, ce qui a ainsi permis de rassembler et organiser les laboratoires en quatre grands pôles et un axe de recherche :

Pôle Sciences de la Matière (physique, chimie, matériaux) :

On rassemble ici les laboratoires de chimie et de physique, dont certains intègrent d'ailleurs de manière étroite ces deux disciplines, ainsi que le secteur de la science des matériaux, qui est généralement rattaché à la chimie, mais concerne aussi le génie des procédés et certains aspects physiques. Dans ce pôle, un thème transversal important est celui des nanosciences et nanomatériaux.

Pôle MST2I (Mathématiques, Sciences et Technologies de l'Information et de l'Ingénierie) :

Les disciplines de ce pôle entretiennent des relations étroites afin de conduire des recherches pluridisciplinaires, avec la volonté d'introduire de nouveaux concepts issus des mathématiques, de l'informatique et des sciences fondamentales. Ces recherches sont fortement motivées par des contraintes et des verrous conceptuels, méthodologiques ou technologiques et des enjeux sociétaux ; elles sont donc liées aux activités industrielles à travers de nombreuses collaborations et participent très fortement au transfert dans l'esprit des disciplines de l'ingénierie.

Pôle UPEE (Univers, Planète, Espace, Environnement) :

Les thématiques de recherche du pôle couvrent un champ très vaste allant de l'étude des origines et de l'évolution de l'univers et des planètes du système solaire, jusqu'à l'évolution de notre Terre au travers de son fonctionnement actuel, marqué par une pression anthropique croissante. Grâce à des compétences croisées en physique, chimie, astronomie, météorologie, écologie, géologie et biologie, ces études passent par des approches théoriques, des observations, des expériences et des développements instrumentaux, et par la modélisation numérique.

Pôle Sciences du Vivant (biologie fondamentale, santé, environnement et agrobioscience) :

De fortes compétences sont réunies pour étudier la complexité du vivant à tous les niveaux d'organisation : de la molécule à l'écosystème en passant par la cellule, l'organisme et les populations actuelles et anciennes. L'émergence d'un pôle sciences du vivant facilitera l'intégration des connaissances acquises sur ces différents niveaux d'organisation. Au-delà des enjeux cognitifs, ce pôle créera des conditions favorables pour que les biologistes toulousains, fortement engagés dans des programmes de valorisation en santé, agrobioscience et environnement, atteignent leurs objectifs.

Axe CIGEDIL (Communication, Information, Gestion et Didactique des Langues) :

Les activités de cet axe sont organisées autour de la didactique des langues pour spécialistes d'autres disciplines, l'analyse des processus d'information et de communication à l'œuvre dans des mondes divers (scientifique, industrie, grand public) et l'étude des organisations comme productrices et consommatrices de connaissances. La structuration de cet axe doit ainsi favoriser l'étude de ces domaines et leur influence sur les débats sociaux.

L'ensemble des activités des unités de recherche s'appuie bien sûr fortement sur les structures régionales, nationales et internationales que sont notamment les réseaux thématiques de recherche avancée, les pôles de compétitivité, l'ANR, les Instituts Carnot, les projets européens et les laboratoires internationaux.

Au sein de chaque pôle, le projet présenté peut se décomposer en deux parties :

- une première partie présente une carte des thématiques des laboratoires. Au-delà de la structuration claire des activités, elle permet de mieux communiquer les savoir-faire, aussi bien vers le monde institutionnel que vers le monde socio-économique. Cette carte peut être considérée comme un premier pas d'auto-évaluation des compétences en recherche.
- une deuxième partie correspond aux projets majeurs de chacun des pôles, tout en prenant en considération l'ensemble des actions inter-pôles qui s'attaquent aux grands défis scientifiques.

S'agissant des interactions entre les pôles, de nombreuses collaborations et compétences croisées peuvent être identifiées. Sans que la liste soit exhaustive, on pourra citer :

- des collaborations entre mathématiciens, informaticiens et biologistes ainsi que physiciens et chimistes, autour de l'étude des membranes cellulaires ou en imagerie cellulaire ;
- des collaborations entre les sciences de l'environnement et les sciences de la santé ou l'agrobioscience ;
- des études sur l'habitat et l'habitant, dans un objectif de développement durable ;
- de nombreuses plates-formes opérant avec plusieurs disciplines, comme par exemple celles dédiées à la bio-informatique, à la micro-caractérisation, ou permettant l'accès aux banques de données biologiques, au calcul et au stockage de données.

Cet ensemble de projets et de plates-formes va permettre à l'Université de se confronter aux grands défis scientifiques de demain qui, étant donné leur complexité, demandent souvent le développement d'activités complémentaires autour de la modélisation, le stockage, le traitement et la visualisation de grandes masses de données. Ces grandes activités sont transverses à l'ensemble des disciplines de base qui restent naturellement le socle de la réussite de l'interdisciplinarité.

Pôle Sciences de la Matière

Avec 560 permanents, les Sciences de la Matière regroupent l'essentiel de la physique et de la chimie, ces deux disciplines étant particulièrement imbriquées dans deux entités, le CEMES et la Fédération de physique et de chimie fondamentales (IRSAMC). A ces disciplines, on peut ajouter les *matériaux*, qui empruntent beaucoup à la chimie du solide, mais aussi à la physique et à l'ingénierie pour les procédés. La chimie, de son côté, est structurée dans la Fédération de Chimie Moléculaire. L'ensemble ainsi constitué épouse le contour de l'École Doctorale Sciences de la Matière (EDSDM).

1. THÉMATIQUES, COMPÉTENCES ET RÉSEAUX

La présentation qui suit est basée sur la progression classique physique-chimie (celle-ci incluant les matériaux), avec en outre un paragraphe traitant plus spécialement de la nanophysique et des nanosciences, domaines nécessitant l'alliance étroite entre la physique et la chimie.

1.1. Physique

La physique est organisée en deux grosses entités, le CEMES et l'IRSAMC (Institut de Recherche sur les Systèmes Atomiques et Moléculaires Complexes). La Fédération IRSAMC regroupe deux laboratoires de physique, le LCAR et le LPT, mais aussi un laboratoire à l'interface physique-chimie, le LCPQ, et un laboratoire impliqué dans la nanophysique et les nanosciences, le LPCNO. Cet ensemble mutualise de nombreux moyens (maintenance informatique, bibliothèque, etc.) et assure la concertation pour les arbitrages scientifiques. Il existe en outre le LNCMP, qui constitue à présent une partie d'une Unité Propre répartie entre Grenoble et Toulouse, et des équipes de Physique au CIRIMAT, au LCC et au LAAS. Cet ensemble représente environ 260 permanents.

La **physique théorique** se consacre à un très large éventail de domaines de la physique, à l'exception de la physique des particules et du nucléaire. Elle aborde un ensemble de thèmes tels que le magnétisme et plus généralement les systèmes électroniques fortement corrélés (magnétisme frustré, supraconductivité, matériaux de basse dimensionnalité, transitions de phase quantiques, etc.), des phénomènes quantiques complexes tels que l'information et le chaos quantique (physique de l'ordinateur quantique, décohérence, etc.), les systèmes de fermions finis (agrégats, interaction laser-matière, etc.), et un vaste champ de systèmes statistiques désordonnés ou hors d'équilibre (séparation de phase, turbulence, biophysique, applications physiques des processus stochastiques, etc.).

En **physique des milieux dilués**, il s'agit d'étudier les propriétés de la matière (ou du vide lui-même) à l'échelle atomique à travers les processus induits dans les atomes, ions, molécules ou agrégats par des collisions ou par interaction avec des faisceaux laser. Les méthodes expérimentales complexes mettent en jeu des techniques optiques, collisionnelles et spectroscopiques variées (spectroscopie de photons, électrons, ions, spectrométrie de masse, polarimétrie, etc.). Ces études nécessitent en général la mise au point de techniques expérimentales originales et s'accompagnent de développements en instrumentation avancée (spectroscopie femtoseconde, interférométrie atomique). Bien que de nature essentiellement fondamentale, certains thèmes sont parfois orientés en vue d'applications potentielles en biologie (collisions ions-bases de l'ADN), en physique atmosphérique (nucléation d'agrégats d'eau), ou au projet ITER (production efficace d'ions H_2^+).

En **physique de la matière condensée** (hors nanosciences, qui sont traitées plus loin), la préoccupation majeure est d'étudier des propriétés magnétiques, optiques, ou couplées, et aussi les propriétés mécaniques. Un exemple important est l'étude de l'interaction entre des systèmes de spins et leur environnement, dans la perspective de l'électronique de Spin. Une spécificité importante de la communauté toulousaine est la présence d'installations de champs magnétiques pulsés, atteignant jusqu'à 60 T. Une grande variété d'objets peut ainsi être soumise à ces conditions extrêmes : nanoparticules, nanotubes, oxydes, couches minces. A noter que le LNCMP sera fusionné avec le Laboratoire des Champs Magnétiques Intenses de Grenoble, pour constituer un Très Grand Équipement

du CNRS, et qu'un projet d'élargissement en laboratoire européen multi-site des champs magnétiques intenses est en cours. On notera également les études sur les **mécanismes de déformation des matériaux *in situ***, c'est-à-dire dans un microscope électronique, grâce à des porte-objets adaptés. Ces travaux portent sur les matériaux de structure pour l'aéronautique et sur les matériaux pour l'électronique. Ces études fines de déformation bénéficient du renouveau de la microscopie électronique haute résolution, avec le développement de techniques originales d'holographie électronique.

1.2. Chimie

La chimie, qui regroupe 400 permanents, peut se décliner en chimie moléculaire, chimie du solide et matériaux, chimie quantique, et génie chimique, si l'on utilise comme critère le positionnement des laboratoires. La présentation ci-après ne fera cependant apparaître que six thèmes transversaux, issus d'un travail effectué en 2004 sous l'égide de la Région.

Rappelons simplement que la chimie moléculaire est structurée autour de la Fédération de Chimie Moléculaire qui regroupe une unité propre (LCC), quatre unités mixtes (SPCMIB, LHFA, IMRCP, Laboratoire Pharmacochimie), et une petite partie du CEMES. L'ensemble représente plus de 300 permanents. Chaque laboratoire conserve son individualité, mais la fédération gère notamment des actions communes et transversales comme les plates-formes scientifiques et techniques telles que RMN, spectrométrie de masse, diffraction X, etc. Dans les actions structurantes, on peut citer le programme européen Nanotool, action Marie Curie *Early Stage Training* rassemblant des équipes du LCC et des IMRCP autour de la chimie des nano-objets, avec accueil d'une quinzaine de doctorants, stagiaires ou post-doctorants. La chimie du solide et matériaux est pratiquée dans trois laboratoires : le CIRIMAT (labellisé Institut Carnot) et une partie du CEMES et du LCC. La chimie quantique est essentiellement présente à l'IRSAMC, avec d'une part le LCPQ, situé à l'interface chimie-physique, et qui est spécialisé en théorie quantique, et d'autre part l'équipe *Modélisation* du LPCNO. Enfin le Génie Chimique est le thème dominant du LGC. L'activité du laboratoire comporte un volet chimie et complète donc cette dernière discipline. A noter que ce laboratoire figure aussi dans le pôle MST2I.

Chimie et santé

Il s'agit de mettre au point de manière rationnelle des substances pouvant avoir une propriété biologique à visée thérapeutique (candidat médicament) ou à visée analytique (sondes pour bio-analyse, imagerie). L'aspect thérapeutique comporte la conception, la synthèse et l'étude des propriétés physico-chimiques de composés en relation avec leur activité biologique (index thérapeutique, mécanisme d'action, métabolisme). L'élaboration de relations structure-activité implique de fortes compétences en méthodologie organique (synthèse multi-étapes, aménagement fonctionnel, synthèse asymétrique, purification) et de fortes interactions avec la biologie (modèles de criblage) et la bio-informatique. Ce secteur comporte également l'identification de substances naturelles issues de la biodiversité et la formulation pour le ciblage du principe actif ainsi que l'élaboration de matériaux de remplacement tissulaire. L'aspect analytique comprend le développement de technologies (biocapteurs, nano-analytique, microfluidique) et de molécules « étiquetées » par conjugaison avec une entité détectable (fluorophore, électrophore, radioélément, isotope lourd) et/ou une entité bioactive (pharmacophore) permettant l'analyse d'échanges physiologiques, cellulaires ou tissulaires et des applications diagnostiques potentielles (bio-analyse, microscopie, imagerie médicale).

Chimie fine et catalyse

Il s'agit d'une tendance forte de la chimie moderne : produire des molécules à haute valeur ajoutée, par des procédés efficaces, économisant les atomes, avec un souci de la sélectivité, donc de la propreté, de manière à limiter les rejets. Les molécules produites ont une très grande variété de destinations : matériaux et précurseurs de matériaux (par exemple des matériaux commutables ou des matériaux à propriétés physiques couplées), molécules très particulières à grandes potentialités d'applications comme les dendrimères ou les édifices supramoléculaires basés sur des porphyrines. On doit mentionner également des études fondamentales sur de nouveaux concepts, comme les molécules carbomères, ou l'étude de nouveaux modes de liaison chimique et de nouveaux types d'interaction métal-ligand.

Dans le cadre d'une évolution vers une chimie propre et sûre, reposant sur le développement durable, plusieurs équipes s'intéressent au développement de nouveaux procédés et de nouvelles méthodes d'activation et à la mise en œuvre de solvants peu nocifs. Enfin, sur le plan de la catalyse, le site toulousain a une forte spécialisation dans le domaine de la catalyse homogène, et des outils très performants ont été développés : catalyse de coordination, catalyse acido-basique, cela à partir des molécules originales développées dans les équipes.

Chimie du solide, matériaux, polymères, matière molle

On considère ici les matériaux *en général*, domaine rattaché à la chimie au niveau du CNRS. Les matériaux métalliques, céramiques ou composites sont obtenus par réactions solide-solide ou par chimie douce. Ceux-ci trouvent de nombreuses applications dans les secteurs de l'aéronautique, de l'espace, de l'électronique, de la santé et contribuent aussi au développement de nouveaux procédés propres pour l'élaboration des métaux. Mais il existe aussi des matériaux ou précurseurs de matériaux basés sur la chimie organique, la chimie organométallique et de coordination : matériaux moléculaires, polymères, matière molle en général (micelles, émulsions, etc.). Une activité importante se développe autour de la catalyse de polymérisation, les biopolymères, la vectorisation de principes actifs, les silicones, les polymères fonctionnels à architectures macromoléculaires complexes, les dendrimères, etc.

Le domaine des polymères, longtemps peu développé à Toulouse, est en croissance rapide, grâce à des recrutements récents et la mise en place d'une plate-forme technologique pour la caractérisation de matériaux polymères (TECHNOPOLYM). Cette plate-forme rassemble et coordonne plus de quinze techniques différentes de caractérisation réparties dans quatre laboratoires.

La sophistication croissante des applications qui exigent des caractéristiques parfois contradictoires a donné naissance au concept de *multimatériaux*, constitués par l'assemblage de plusieurs matériaux, chacun apportant ses propres fonctions. Enfin, les matériaux, mêmes massifs, sont de plus en plus structurés avec précision à l'échelle du nanomètre, ce qui conduit au concept de *nanomatériaux*, et il existe un continuum entre matériaux proprement dits et nanomatériaux. Les laboratoires du domaine étudient également des poudres, polymères, nanomatériaux, nanocomposites, de composition chimique extrêmement variée, pour une large gamme d'applications (aéronautique, énergie, catalyse, électronique). Les méthodes d'élaboration sont très diverses, avec en particulier une technique rare, le *frittage flash*, installé dans une plate-forme nationale. Les nanomatériaux à base de nanotubes de carbone, qui présentent des potentialités d'applications considérables, sont élaborés et étudiés dans plusieurs laboratoires regroupés en réseau. La physique des matériaux sous contrainte est aussi une originalité et un point fort du pôle toulousain.

Les phénomènes se déroulant à la surface des matériaux sont également étudiés : couches fonctionnelles, revêtements de protection, réactivité des surfaces et interfaces. Des dispositifs de *changement d'échelle* permettent enfin l'obtention de quantités suffisantes de matériaux pour la réalisation de prototypes et le test de leurs propriétés en conditions réelles d'utilisation. Ces outils facilitent les transferts de technologie vers le secteur industriel et accélèrent la mise sur le marché des matériaux innovants.

Chimie, énergie et ressources renouvelables, environnement

Le concept de développement durable implique de grandes modifications dans nos habitudes, notamment dans l'utilisation des énergies des ressources renouvelables et la maîtrise des impacts sur l'environnement. La chimie a toute sa place dans cette évolution, avec des actions vers la valorisation de la matière végétale, les procédés propres (ce qui implique le génie chimique et la science des matériaux), le traitement et le suivi des effluents et déchets. Ces thèmes sont repris dans le pôle MST2I, où se retrouvent l'essentiel des recherches en ingénierie.

Génie des procédés et nanochimie

Le génie des procédés vise à optimiser la fabrication de substances connues et intervient dans de nombreuses étapes de réaction, mélange et séparation, mise en forme (par exemple de solides divisés). Il peut faire appel à des méthodes particulières comme l'électrochimie. Il intervient tout particulièrement dans le domaine des matériaux et nanomatériaux. L'exemple des nanotubes de carbone est révélateur, puisque les besoins potentiels sont estimés à plusieurs dizaines de milliers de tonnes par an, alors que la plupart des procédés de laboratoire fournissent quelques grammes.

A la frontière du génie des procédés, se trouvent les méthodes d'élaboration de substances dans des états très divisés, de telle sorte que leurs propriétés physiques et chimiques sont tellement altérées que l'on peut presque les considérer comme des espèces chimiques différentes. On peut alors parler de nanochimie. Le site toulousain est réputé pour ses travaux sur les nanoparticules obtenues par chimie douce, avec des applications en matière de propriétés physiques et de catalyse.

Physicochimie prédictive et modélisation

On aborde ici des méthodes théoriques, basées sur la chimie quantique. Cette activité a un rôle unificateur en chimie-physique, et en chimie d'une façon générale. Un point important est l'aide à la compréhension des phénomènes. De ce fait, l'activité ne consiste pas seulement à effectuer des calculs quantiques, mais aussi à créer de nouvelles méthodologies ou encore des modèles simples permettant de faire le lien entre calculs rigoureux et raisonnements qualitatifs, pouvant servir de guides aux expérimentateurs. Les objets d'étude sont d'une grande variété : composés d'éléments *d* et *f*, agrégats, systèmes étendus, molécules variées pour la biologie, la chimie inorganique ou la spectroscopie, et les nano-objets.

La modélisation est une activité un peu différente : il s'agit d'atteindre des informations numériques précises, qui seront utiles par exemple, pour des systèmes difficiles à étudier expérimentalement. La mise au point et la diffusion de codes de calculs efficaces est une retombée importante.

1.3. Nanophysique et nanosciences

Le concept *nano* apparaît déjà dans les nanomatériaux massifs, c'est-à-dire les matériaux dont la structure est contrôlée et maîtrisée à l'échelle du nanomètre (voir ci-après), mais qui sont mis en œuvre à l'échelle macroscopique. Cependant, l'objectif général de réduction en taille des dispositifs a conduit à un développement de recherches portant d'une part sur la physique des nanomatériaux, d'autre part sur les nanosciences. Cette activité bénéficie d'un fort soutien européen, les laboratoires toulousains coordonnant plusieurs gros projets, dont un des rares projets *ERC jeune chercheur*.

1.3.1. Nanomatériaux et nanophysique

Ici, il s'agit d'étudier les propriétés d'échantillons de matière structurés à l'échelle du nanomètre, en mettant l'accent sur les propriétés spécifiques (électriques, magnétiques, optiques) dues à la nature *nano*, et/ou en recherchant la mise en forme sous forme de dispositifs ultra-miniaturisés. On peut en particulier mettre au point des dispositifs où le transport s'effectue à travers des nanoparticules qui peuvent stocker des charges, avec comme application de nouvelles mémoires flash. Les cristaux liquides conduisent aussi à une structuration particulière de la matière, avec des propriétés de réflectivité originales. Du côté du magnétisme, on s'intéresse aux couches minces épitaxiées avec précision ou des couches nanocomposites, conduisant à des dispositifs pour l'électronique de Spin. Enfin, il existe une grande variété de composés à base de carbones nanostructurés (nanotubes, nanotubes remplis, fullerènes, cônes, etc.) présentant également des propriétés originales et qui peuvent être utilisés pour des dispositifs tels que des *nano-squids*.

1.3.2. Nanosciences

Dans le cas des nanosciences, on se focalise davantage sur le nano-objet individuel. Ce domaine emprunte fortement à la physique, mais également à la chimie qui peut fournir des objets nanométriques sur mesure adaptés à une fonction particulière. Ainsi, il existe maintenant une grande variété de molécules adaptées à des fonctions électroniques (composants moléculaires, molécules à calculer), mécaniques (nanomachines), ou présentant des effets de transduction, toutes ces fonctions étant obtenues à l'échelle de la molécule unique. En appui à ces thèmes, il faut se préoccuper du nano-adressage (comment interagir avec une molécule unique et toujours la même) et du contrôle quantique des nano-objets, afin d'exploiter pleinement leurs propriétés.

2. PROSPECTIVE

2.1. Prospective par grands thèmes

La prospective est tout naturellement détaillée dans les projets des laboratoires constituant le pôle. Cependant au niveau supérieur, on observe des tendances générales, qui se manifestent surtout par des collaborations organisées entre laboratoires, utilisant divers outils (GDR, PPF, plates-formes, voire collaborations informelles). En se basant sur ces indicateurs, on voit ainsi apparaître quelques grands thèmes, dont la dynamique est incontestable.

La relation entre chimie, physique et santé

Comme indiqué dans la carte des thématiques, un des débouchés naturels de la chimie se trouve dans le domaine de la santé. Mais les particularités toulousaines sont le poids important du secteur Sciences de la Vie, la présence du secteur médical dans la même université que les sciences, et le récent développement volontariste autour du Cancéropôle, de l'ITAV, etc. Il existe donc une interaction forte se traduisant notamment par la participation de laboratoires de chimie du pôle à plusieurs plates-formes impliquant le secteur Santé (voir ci-dessous). En ce qui concerne la physique, une équipe du LCAR collabore avec l'Institut Claudius Regaud sur les mécanismes de radiosensibilisation.

Les Nanosciences et Nanotechnologies, la Nanophysique et la Nanochimie

Ce domaine est particulièrement foisonnant et tire sa richesse de la possibilité de transcender les frontières entre disciplines traditionnelles. Plusieurs laboratoires du pôle y sont impliqués à des degrés divers et ont développé depuis plusieurs années de nombreuses collaborations. Récemment, l'apparition du programme Nanolnnov a montré le dynamisme de ce thème et laisse présager de grandes potentialités d'applications. Cependant, ce programme n'est pas encore complètement structuré et son financement est encore à définir. Il est souhaitable qu'il s'appuie sur une expertise scientifique rigoureuse, valorisant les compétences et les performances existantes, inscrites dans le savoir-faire reconnu des laboratoires toulousains.

Les lasers et l'optique

Des convergences sont apparues récemment dans le domaine des lasers à impulsions ultra-courtes, qui se « démocratisent » et plusieurs laboratoires du pôle en sont à présent équipés : principalement le LCAR, qui utilise et développe les techniques ultracourtes, mais également le LPCNO et le CEMES et bientôt le LAAS. Sur le campus, le LMTG et l'IPBS utilisent aussi les propriétés de ces lasers, et l'ONERA-DOTA s'est récemment doté d'une chaîne laser amplifiée. L'intérêt pour ce type d'équipement déborde d'ailleurs la région toulousaine, puisqu'un PPF LUGSO (Lasers Ultra-courtes Grand Sud Ouest) a été créé en association avec Bordeaux, Montpellier et Limoges. Il y a ainsi apparition d'une véritable communauté spécialisée dans ce type d'expériences et développement d'actions communes et d'échanges. Enfin, deux autres équipes du LCAR travaillent au développement de l'optique et de l'interférométrie atomiques.

L'interface physique-chimie

Cette interface n'est pas strictement formalisée, mais existe et est pratiquée quotidiennement entre plusieurs laboratoires du pôle (CEMES, LPCNO, LCPQ, LCAR, LCC) et même à l'intérieur de la plupart. En outre, la majorité des sujets liés au *nano* conduisent les chercheurs à passer insensiblement et tout naturellement de la Physique à la Chimie et réciproquement.

L'interface entre Physique et Biologie

Cet axe s'intéresse à la Biophysique des membranes cellulaires. Le thème implique une partie théorique (LPT, présent pôle) et une partie expérimentale (IPBS, Pôle Science du Vivant).

Le partenariat avec le monde socio-économique

Les laboratoires du pôle développent de nombreuses relations contractuelles avec le secteur industriel et cette tendance lourde va se poursuivre. Ceci est particulièrement vrai dans le domaine des matériaux et explique notamment que le CIRIMAT ait obtenu le label d'Institut Carnot.

2.2. Les Fédérations et plates-formes comme outils au service des équipements communs

Deux Fédérations sont entièrement incluses dans le périmètre du pôle : la Fédération de Chimie Moléculaire et l'IRSAMC. Mais les laboratoires du pôle participent également à d'autres Fédérations, comme FERMAT, une fédération faisant le pont avec l'ingénierie.

Ces fédérations jouent un rôle structurant en matière de gros équipements et ont permis des achats mutualisés bénéfiques pour tous les laboratoires. C'est particulièrement vrai pour la Fédération de Chimie Moléculaire qui gère une importante plate-forme technique constituée d'une quinzaine de services, les plus importants étant la RMN, la spectrométrie de masse et la cristallographie. Les laboratoires interagissent entre eux au niveau de la définition des besoins techniques en appareillages, chacun restant maître de sa thématique scientifique, et les collaborations s'établissent spontanément. Dans le cas de l'IRSAMC, l'action de la fédération est plus tournée vers l'animation scientifique et la coordination des politiques des laboratoires.

Plusieurs plates-formes techniques impliquent fortement le secteur Science de la Vie ou en sont issues. Les laboratoires du pôle peuvent y participer, notamment dans les cas ci-dessous :

- **Plate-forme intégrée de criblage de Toulouse (PICT)**, reposant sur trois plateaux techniques : criblage à haut débit, criblage guidé par les structures tridimensionnelles (RMN et cristallographie) et synthèse chimique (le pôle y participe par le laboratoire SPCMIB).
- **Plate-forme métabolomique Génopôle Toulouse Midi-Pyrénées**, répartie sur 4 sites : Laboratoire Biotechnologies-Bioprocédés de l'INSA, IFR 150, Laboratoire SPCMIB, groupe de RMN Biomédicale.
- **Plate-forme GALA (Galénique Avancée)** portée par l'école des Mines d'Albi-Carmaux et impliquant le CIRIMAT et les laboratoires SPCMIB et IMRCP.
- **Projet Mathématiques, Informatique et Biologie Systémique (MIBS)**, porté par l'Institut de Mathématiques de Toulouse et le Centre de Biologie du Développement. Cette action intéresse le pôle sur les thématiques de la physique théorique, la chimie et les nanosciences.

2.3. Grandes actions prioritaires

2.3.1. Collaborations scientifiques pérennes et structurées

La collaboration, démarrée avec le PPF *Nano-objets pour l'Electronique, le Magnétisme et l'Optique* (NEMO), se poursuit entre le LPCNO, le LCC, le CEMES, le LAAS et le LNCMI. L'objectif de cette action concerne la préparation de nano-objets par une approche chimique ou physique, l'étude de leur structure à très petite taille et de leurs propriétés physiques, la compréhension de leurs propriétés chimiques et physiques, et enfin leur intégration dans des nouveaux types de circuits. Ces objets ont en effet des potentialités considérables pour réaliser des nano-mémoires magnétiques ou optiques, des nano-circuits magnéto-résistifs, des nano-dispositifs capacitifs, etc. Les méthodes d'élaboration peuvent en outre être transférées aux procédés de la microélectronique pour réaliser des composants classiques mais plus performants et/ou moins chers. Ce deuxième objectif intéresse directement des industriels comme Freescale, ST-Microelectronics, MiCS, Thales et potentiellement Siemens dans l'avenir.

Le PPF LUGSO, consacré à l'étude de phénomènes ultracourts, regroupe des laboratoires de Toulouse, Bordeaux, Limoges et Montpellier. Il favorise les collaborations dans le Grand Sud Ouest sur la dynamique ultrarapide de nanostructures ou de microcavités à puits quantiques, la génération d'harmoniques dans les molécules, le contrôle cohérent dans les semi-conducteurs, l'optique guidée pour des applications biologiques.

Les relations entre le LPT et IMT seront renforcées par la relation naturelle qui existe entre Physique Théorique et Mathématiques. Après l'organisation d'un séminaire commun en juin 2009, des convergences se dessinent sur des sujets tels que les dimères classiques et quantiques, et la participation à MIBS mentionnée plus haut.

Enfin, un thème fédérateur qui pourrait être amené à se développer est celui des fortes corrélations électroniques intervenant dans le magnétisme et la supraconductivité. Il rassemblerait des équipes de physique des solides, de chimie, et de physiciens et chimistes théoriciens.

2.3.2. Évolution des plates-formes

Les plates-formes existant déjà dans le pôle sont appelées à certains développements qui sont précisés ci-dessous :

- **Technopolym.** De nombreux utilisateurs universitaires et PME/PMI sont maintenant recensés, ce qui montre que cette initiative dans la caractérisation des matériaux polymères répondait à un réel besoin. Le développement est tributaire d'un soutien technique pour lequel l'UPS s'est engagée dans le cadre d'un de ses appels d'offres.
- **Frittage flash.** Rappelons que cette technique, rare en France, est implantée dans une plate-forme nationale gérée par le CIRIMAT et le CEMES. Les domaines d'application s'étendent et se diversifient, d'une part vers l'aéronautique, en relation avec le pôle de compétitivité Aéronautique, Espace et Systèmes Embarqués (AESE), d'autre part vers le stockage et la conversion d'énergie, en relation avec le développement durable. Mais il existe aussi un aspect recherche fondamentale sur la technique de *frittage flash* elle-même, sa modélisation, l'intervention éventuelle d'un plasma (collaboration avec le LAPLACE).
- **Plates-formes de la Fédération de Chimie.** Celles-ci vont se développer fortement suite à l'obtention d'une importante aide du FEDER qui va aider à étendre et moderniser le parc instrumental.
- **Service de Microscopie Électronique Temscan.** Il sera intégré dans une plate-forme de microcaractérisation portée par le RTRA Science et Technologie pour l'Aéronautique et l'Espace qui sera installée à Montaudran.
- **FERMAT.** Dans le cadre de cette fédération, un équipement de tomographie X devrait être installé en 2010, et concernera les matériaux et procédés, et la biologie.

2.3.3. L'immobilier

Les récentes décisions ministérielles sur le financement du Plan Campus pour Toulouse vont à présent permettre à ce projet de passer dans une phase opérationnelle. Il faudra certainement faire des choix, mais certaines opérations paraissent à la fois pertinentes et urgentes :

- Restructuration/extension du bâtiment de physique 3R1. Ce bâtiment est actuellement mal adapté aux divers types d'activités qui s'y déroulent, puisqu'on y trouve à la fois des expériences de physique pointues (lasers), des activités théoriques, et une partie administrative. Une réflexion est engagée pour la rénovation et la rationalisation de ce bâtiment, avec une extension, de manière à disposer de salles d'expériences bien adaptées aux expériences de physique de basse énergie et de très haute sensibilité.
- Mise aux normes du bâtiment 2R1 (Chimie) et du MHT (Module de Haute Technologie), dans le cadre d'une réorganisation/extension qui permettra notamment au LGC de disposer d'une construction nouvelle à proximité. En ce qui concerne le 2R1, le problème porte essentiellement sur les hottes (plusieurs centaines), qui ont atteint un état préoccupant de vétusté, alors qu'inversement les normes de sécurité sont de plus en plus draconiennes.

LISTE DES LABORATOIRES DU PÔLE SCIENCES DE LA MATIERE

Laboratoire de Physique Théorique - LPT Unité Mixte CNRS/UPS	Directeur : Clément Sire
21 permanents dont 11 enseignants-chercheurs, 9 chercheurs et 1 IATOS 15 doctorants et post-doctorants	
<ul style="list-style-type: none">• Physique de la matière condensée/mésoscopique et information quantique• Systèmes hors d'équilibre, en particulier en biophysique/« matière molle », agrégats	
Laboratoire des Collisions Atomiques et Réactivité - LCAR Unité Mixte CNRS/UPS	Directeur : Jacques Vigué
42 permanents dont 13 enseignants-chercheurs, 15 chercheurs et 14 ITA-IATOS 14 doctorants et post-doctorants	
<ul style="list-style-type: none">• Physique atomique, moléculaire et des agrégats• Optique laser et optique atomique	
Laboratoire de Chimie et Physique Quantiques - LCPQ Unité Mixte CNRS/UPS	Directeur : Fernand Spiegelman
28 permanents dont 13 enseignants-chercheurs, 10 chercheurs et 5 ITA-IATOS 7 doctorants et post-doctorants	
<ul style="list-style-type: none">• Méthodes et outils de la chimie quantique• Systèmes étendus et magnétisme, composés des éléments d et f, agrégats	
Laboratoire de Physique et Chimie des Nano-Objets - LPCNO Unité Mixte CNRS/UPS/INSA	Directeur : Xavier Marie
26,5 permanents dont 21 enseignants-chercheurs, 3 chercheurs et 2,5 ITA-IATOS 23 doctorants et post-doctorants	
<ul style="list-style-type: none">• Synthèse de nanoparticules par voie chimique, caractérisation et modélisation• Propriétés optiques et magnétiques de nano-objets, spintronique	
Laboratoire National des Champs Magnétiques Intenses - LNCMI Unité Propre CNRS sur deux sites (Grenoble et Toulouse)	Directeur : Geert Rikken
89 permanents dont 9 enseignants-chercheurs, 17 chercheurs et 63 ITA-IATOS 20 doctorants et post-doctorants	
<ul style="list-style-type: none">• Fermions fortement corrélés, nanosciences, magnéto-spectroscopie	
Laboratoire de Chimie de Coordination - LCC Unité Propre CNRS	Directeur : Bruno Chaudret
127 permanents dont 33 enseignants-chercheurs, 44 chercheurs et 50 ITA-IATOS 68 doctorants et post-doctorants	
<ul style="list-style-type: none">• Chimie fine, chimie de coordination et catalyse• Chimie bio-inorganique, métaux en biologie• Matériaux moléculaires pour la physique, nanomatériaux	

Laboratoire de Synthèse et PhysicoChimie des Molécules d'Intérêt Biologique - SPCMB

Unité Mixte CNRS/UPS

Directeur : Michel Baltas

45 permanents dont 20 enseignants-chercheurs, 13 chercheurs et 12 ITA-IATOS
12 doctorants et post-doctorants

- Chimie et santé, chimie verte, chimie organique, physicochimie prédictive,
- Produits naturels, synthèse asymétrique nucléotides modifiés,
- Sondes pour l'imagerie, RMN biomédicale, modélisation.

Laboratoire d'Hétérochimie Fondamentale et Appliquée - LHFA

Unité Mixte CNRS/UPS

Directeur : Antoine Baceiredo

29 permanents dont 12 enseignants-chercheurs, 11 chercheurs et 6 ITA-IATOS
30 doctorants et post-doctorants

- Chimie Fine et catalyse
- Chimie du solide, matériaux, polymères, matière molle

Laboratoire des Interactions Moléculaires et Réactivité Chimique et Photochimique - IMRCP

Unité Mixte CNRS/UPS

Directeur : Monique Mauzac

38 permanents dont 13 enseignants-chercheurs, 16 chercheurs et 9 ITA-IATOS
23 doctorants et post-doctorants

- Chimie et santé
- Chimie du solide, matériaux, polymères, matière molle
- Chimie, énergie et ressources renouvelables, environnement

Laboratoire de Pharmacochimie des Substances Naturelles et Pharmacophores Redox - LPSNPR

Unité Mixte IRD/UPS

Directeur : Françoise Nepveu

20 permanents dont 8 enseignants-chercheurs, 7 chercheurs et 5 ITA-IATOS
10 doctorants et 3 post-doctorants

- Substances naturelles bioactives, biodiversité terrestre et maritime
- Chimie et physico-chimie des molécules redox

Centre Interuniversitaire de Recherche et d'Ingénierie des Matériaux - CIRIMAT

Unité Mixte CNRS/UPS/INP

Directeur : Francis Maury

123 permanents dont 52 enseignants-chercheurs, 18 chercheurs et 53 ITA-IATOS
73 doctorants et post-doctorants

- Nanocomposites, nanotubes de carbone, oxydes à valence mixte, biomatériaux
- Revêtements et traitements de surface
- Propriétés et structures dans les polymères

Centre d'Élaboration de Matériaux et d'Études Structurales - CEMES

Unité Propre CNRS

Directeur : Jean-Pierre Launay

109 permanents dont 30 enseignants-chercheurs, 39 chercheurs et 40 ITA-IATOS
47 doctorants et post-doctorants

- Matériaux cristallins sous contrainte
- Nanomatériaux pour l'électronique, l'optique, le magnétisme, nanotubes de carbone
- Nanosciences, électronique moléculaire, nanomachines

Pôle MST2I

Mathématiques et Sciences et Technologies de l'Information et de l'Ingénierie

Fort d'un potentiel de 1300 chercheurs, enseignants-chercheurs et personnels ingénieurs, techniciens et administratifs, le pôle Mathématiques et Sciences et Technologies de l'Information et de l'Ingénierie (MST2I) s'appuie sur le potentiel scientifique de neuf laboratoires de recherche, dans un paysage fortement structuré autour de six grosses unités, mixtes pour la plupart, associant les universités toulousaines (UT1, UT2, UT3, INPT), l'INSA et le CNRS. A elles seules, ces grandes structures (Institut de Mathématiques de Toulouse - IMT, Institut de Mécanique des Fluides de Toulouse - IMFT, Institut de Recherche en Informatique de Toulouse - IRIT, Laboratoire d'Analyse et d'Architecture des Systèmes - LAAS, Laboratoire Plasma et Conversion d'Énergie - LAPLACE, Laboratoire de Génie Chimique - LGC) regroupent 90 % du potentiel de recherche du pôle. La description thématique qui est faite ici met l'accent, au delà du périmètre des laboratoires, sur les principaux acteurs et les structures transversales qui fédèrent cet ensemble d'activités, ou sur les plates-formes en support d'une activité particulière.

1. THÉMATIQUES, COMPÉTENCES ET RÉSEAUX

Les activités de recherches développées se caractérisent par une grande pluridisciplinarité, associant la volonté d'étudier les phénomènes de base et d'introduire de nouveaux concepts issus des mathématiques, de l'informatique et des sciences fondamentales. Elles sont évidemment fortement motivées par des contraintes et des verrous conceptuels, méthodologiques ou technologiques, et des enjeux sociétaux. Elles sont par ailleurs liées aux activités industrielles à travers de nombreuses collaborations et participent très fortement au transfert dans l'esprit des disciplines de l'ingénierie.

Parmi les grands réseaux régionaux structurant une grande part de cette communauté, on citera le Réseau Thématique de Recherche Avancée Sciences et Technologies pour l'Aéronautique et l'Espace, le pôle de compétitivité à vocation mondiale *Aerospace Valley* et la fédération de Recherche FERMAT (Fluides, Énergie, Réacteurs Matériaux et Transferts).

1.1. Mathématiques

L'Institut de mathématiques de Toulouse a un spectre très large, allant des activités les plus fondamentales (algèbre, analyse, géométrie) aux plus appliquées (modélisation, calcul scientifique, statistique) en passant par les probabilités ou les équations aux dérivées partielles. Fort d'un potentiel de 200 permanents et 130 doctorants, l'IMT constitue le second pôle Mathématique en France. Cette diversité scientifique favorise les interactions internes, mais aussi externes, car les mathématiques ont naturellement vocation à établir des interfaces avec de nombreux autres domaines scientifiques : informatique, physique, biologie, économie, sciences pour l'ingénieur, etc.

En **mathématiques fondamentales** les recherches sont orientées principalement vers l'arithmétique et ses applications, l'analyse réelle et complexe, les systèmes dynamiques et les feuilletages, la géométrie au sens large (géométrie algébrique, complexe, différentielle, non commutative, géométrie des groupes) et la topologie. L'IMT a su créer sur ces domaines un corpus de compétences reconnu internationalement. L'algorithmique et la cryptographie constituent également des thèmes transversaux, menés avec les équipes de l'IRIT, notamment à travers la fédération de recherche en mathématiques et informatique de Toulouse (FREMIT). Ces aspects théoriques se retrouvent aussi fortement au sein des équipes plus orientées vers les mathématiques appliquées, dans une interface forte entre analyse, géométrie, probabilités et équations aux dérivées partielles.

Les directions majeures de la recherche internationale en **mathématiques appliquées** sont aussi fortement présentes. Les domaines de compétence se découpent en deux grands axes, aux imbrications fortes. Un premier axe couvre la théorie des équations aux dérivées partielles, le calcul scientifique, l'analyse numérique, la visualisation, la modélisation, les problèmes inverses, la commande des systèmes, le couplage modèle-données, l'algorithmique et l'optimisation, en relation

avec d'autres unités (parmi lesquelles IMFT, INRA, IRIT, LAAS, LAPLACE). L deuxième axe est celui des domaines de l'aléatoire, depuis les plus théoriques comme les applications de la théorie des probabilités à l'algèbre, l'analyse et la géométrie, la statistique asymptotique, la statistique fonctionnelle et paramétrique, jusqu'aux plus appliqués comme l'épidémiologie, la biométrie, l'économétrie, les mathématiques financières (en relation avec UT1), le traitement du signal et de l'image, l'exploration, l'analyse et la modélisation des données. Enfin, les relations avec la biologie se situent à la fois sur l'aspect déterministe des équations aux dérivées partielles et sur la partie aléatoire de la modélisation probabiliste et du traitement statistique.

Par ailleurs, les mathématiques appliquées sont particulièrement bien ancrées dans le milieu socio-économique régional et national. Elles développent des collaborations avec plusieurs groupes industriels de haute technologie et des établissements publics de haut niveau. Parmi celles-ci, citons l'imagerie médicale, la mécanique des structures, la modélisation et le contrôle de fluides complexes ou d'interactions fluide-structure, le transport de particules chargées dans les plasmas en relation avec l'aéronautique et le spatial, l'*optimum design*, l'électromagnétisme et les nano-structures semi-conductrices, l'industrie pharmaceutique, l'assimilation de données, les prévisions climatiques, les plans d'expériences pour des moteurs, le trafic routier, les mathématiques financières (avec UT1), les algorithmiques d'apprentissage, l'optimisation stochastique, les bio-puces et la bio-statistique.

1.2. Sciences et technologies de l'information

Les activités de recherche en informatique, signal et automatique sont développées principalement au sein de l'IRIT (290 permanents) et du LAAS (170 permanents).

1.2.1. Informatique

Les thématiques en informatique couvrent l'ensemble des domaines de cette discipline, allant des aspects les plus traditionnels, comme les systèmes et réseaux, aux plus novateurs comme les interactions homme/machine ou la formalisation du raisonnement. Des interactions sont développées largement avec les mathématiques, les sciences pour l'ingénieur ou la biologie.

Les activités de recherche en **architecture** portent sur la structure interne du processeur et une forte expertise existe sur les architectures parallèles. Par ailleurs, les **réseaux** posent, dans leur gestion et administration, des problèmes spécifiques de définition et d'évaluation de nouveaux services et protocoles. En ce qui concerne les **systèmes**, la prise en compte des aspects distribués, temps réel et parallélisme massif, fait l'objet d'un travail sur les concepts de base qui seront offerts pour la programmation des applications sur les nouvelles architectures. Dans le domaine de l'aide au **développement de logiciel**, les recherches visent à réduire les coûts et les délais de validation de logiciels critiques certifiés. Enfin, la **sécurité** est devenue un aspect transversal dans la mesure où sa prise en compte intervient désormais à tous les niveaux : architecture, réseau, système et logiciel.

S'agissant de l'image numérique, la compétence des équipes concerne la **synthèse d'images** : modélisation géométrique (objets et scènes 3D complexes) et des méthodes de rendu, et l'analyse d'images : traitement d'images et vision par ordinateur portant sur la conception de capteurs, reconstruction 3D d'objets et de scènes, suivi d'objets et reconstruction d'images multimodales. S'agissant de la **recherche d'information**, les compétences portent d'une part sur l'exploitation des spécificités du contenu multimédia pour l'organisation de grandes bases de données hétérogènes, d'autre part sur la maîtrise de l'accès à l'information dans des environnements complexes résultant de la distribution et de l'hétérogénéité des sources de données, des collections de données et des contextes de recherche. Des travaux sont aussi développés sur l'**évaluation quantitative des propriétés des systèmes informatiques**, avec des outils de modélisation stochastique et de métrologie en environnement réel ou simulé, en fonctionnement nominal ou perturbé, et sont complétés par l'analyse et la caractérisation des comportements obtenus. Les compétences portent aussi sur la définition de politiques et de modèles, ainsi que sur le développement de nouvelles technologies pour la sécurité informatique et la protection de la vie privée.

Dans le domaine des **systèmes interactifs et coopératifs**, les compétences en place concernent l'interaction, l'autonomie, le dialogue et la coopération, mais aussi la modélisation des connaissances et des processus mis en jeu dans les relations entre agents. Ils sont abordés au sein de l'interaction homme-machine (systèmes embarqués, systèmes de santé, systèmes Web et utilisations dégradées), de l'ingénierie des connaissances, des systèmes interactifs et des systèmes multi-agents. Les travaux sur les systèmes coopératifs se focalisent sur l'articulation entre langue et connaissance

dans les processus de décision, de modélisation des connaissances et d'accès à l'information via des modèles, ainsi que sur la dynamique des représentations, cognitives et conceptuelles, mises en jeu dans la conception ou l'utilisation de ces systèmes. L'interaction entre agents autonomes se focalise sur l'auto-adaptation de ces systèmes au moyen de mécanismes d'auto-organisation.

La formalisation et le traitement automatisé du **raisonnement** et de la **décision** constituent une compétence forte. Les méthodes développées s'appuient sur des outils variés : logiques, démonstration automatique, modèles mathématiques de l'incertitude et de la décision, satisfaction de contraintes. Elles balayent un large éventail de problématiques : représentation des connaissances et des préférences, interaction et négociation entre agents, argumentation, planification et résolution automatisée de problèmes, apprentissage automatisé, traitement automatique du langage, sécurité informatique, perception de la causalité, évaluation de la confiance et de la réputation.

L'**algorithmique et le calcul haute-performance** se développent dans un contexte de besoins toujours croissants en simulation/modélisation numériques et de forte évolution des calculateurs (architectures péta-flopiques à base de multi-cœurs). Il existe une compétence reconnue en contrôle optimal, optimisation globale, algèbre linéaire creuse, calcul sur la grille et fouille de données. Par ailleurs, lorsque les problèmes à traiter ne suivent ni loi générale ni modèle (assistance au contrôle aérien, traitement de données biologiques par exemple) la connaissance, extraite de données non structurées, ouvre la voie à des problèmes nouveaux où optimisation et algèbre linéaire se révèlent indispensables (collaborations IMT, IRIT, IMFT, LAPLACE, etc.).

1.2.2. Robotique, signal et automatique

Dans les champs de la robotique, automatique et traitement du signal, les thèmes majeurs abordent les machines intelligentes, la commande, la supervision ou la modélisation du signal et de l'image. En **robotique**, le champ de recherche porte sur des fonctions de perception, de décision, de mouvement, de communication et d'interaction entre le robot et son environnement (autres robots, hommes, systèmes d'intelligence ambiante). Les travaux s'articulent autour de quatre grands axes : robotique terrestre et aérienne, robotique cognitive et interactive, mouvement anthropomorphique, algorithmique du mouvement moléculaire. Ils s'ouvrent vers les recherches sur le vivant en neurosciences, sciences cognitives, biochimie, et sont focalisés autour du robot comme objet de recherche, aux capacités sensori-motrices et cognitives intégrées, agissant dans un environnement réel non maîtrisé. Les thématiques principales sont : la perception et la modélisation de l'environnement, la navigation et la localisation, la planification et le contrôle de mouvement humain, artificiel (robots humanoïdes, à roues, aériens) et virtuel, la planification et le contrôle de la manipulation, la décision autonome, la planification temporelle et l'apprentissage, les architectures de contrôle pour robots autonomes, l'interaction multimodale et décisionnelle homme-robot et la coopération multi-robots.

Dans le domaine du **traitement du signal**, les compétences portent principalement sur la modélisation et le traitement statistique, en particulier dans les domaines clés de la détection d'événements dans un signal, les théories du filtrage et de l'identification, la compression et la classification automatique ainsi que la restauration de signaux dégradés. Les systèmes dynamiques incertains sont quant à eux traités suivant les points de vue de l'automatique continue, de l'automatique discrète et de la productique. Les objectifs de recherche se résument en l'observation, la conduite et l'optimisation de tels systèmes, abordés à différents niveaux d'abstraction et suivant différentes architectures. Les recherches portent sur l'estimation, la surveillance, le diagnostic, le suivi d'état, la commande, la planification, l'ordonnancement, l'optimisation combinatoire et non convexe, le routage et, en dénominateur commun, la modélisation (liens étroits existent avec l'IMT).

1.3. Sciences pour l'ingénieur

1.3.1. Micro et nanotechnologies, électronique, photonique, électromagnétisme, énergie électrique

Les principaux acteurs sont le LAAS (120 permanents) et le LAPLACE (90 permanents). Une partie des activités s'appuie sur la plate-forme de Recherche Technologique de Base (RTB), abritée par le LAAS, maillon du réseau des grandes centrales technologiques. Les moyens techniques permettent de faire croître, déposer, structurer des matériaux pour la mise en forme de composants et de micro/nano systèmes pour les TIC, les systèmes embarqués et autonomes, la biologie, la santé et l'environnement. Enfin, la plate-forme d'intégration hybride 3D des dispositifs de puissance (3DPHI), abritée par le LAPLACE, a vocation à explorer de nouvelles voies pour l'intégration hétérogène en électronique de puissance.

Les spécificités sur l'énergie électrique concernent l'étude des processus et des matériaux, isolants et semi-conducteurs (organiques ou inorganiques), la physique et la technologie des composants et circuits intégrés de puissance et leur intégration fonctionnelle, les systèmes et les procédés de stockage, de conversion et de traitement. Ces différents aspects recouvrent quatre grands domaines : tout d'abord la recherche de nouveaux matériaux (diélectriques, isolants, magnétiques, ferroélectriques) ou la mise au point de matériaux à propriétés améliorées, leur mise en œuvre dans des composants ou systèmes, la caractérisation des fonctions électriques et thermiques recherchées ainsi que leur modélisation, l'étude des mécanismes de dégradation sous contraintes fonctionnelles. Le deuxième domaine touche à l'amélioration des performances et les fonctions des composants électroniques de puissance par la prise en compte des interactions électriques et électromagnétiques et les couplages électro-thermo-mécaniques, l'intégration de la commande et de la protection vis-à-vis des surcharges, des décharges électrostatiques, etc. De nouveaux matériaux (magnétiques, ferroélectriques) et les technologies d'assemblage associées sont également considérés pour la réalisation d'éléments passifs (inductances et capacités) dans une perspective d'intégration 3D des cellules de commutation. Un troisième axe porte sur la commande et le diagnostic des systèmes électriques en vue de doter les dispositifs d'une fonctionnalité et de la maintenir malgré les modifications du contexte, la recherche de composants nouveaux ou renouvelés pour le stockage d'énergie (générateurs photovoltaïques et éoliens, groupes électrogènes à cogénération, composants électrochimiques accumulateurs et piles à combustibles de technologies très variées), la recherche de procédés innovants pour la conversion électromécanique de l'énergie et les systèmes d'actionnement. Enfin, les études de nouvelles architectures de conversion et leur intégration pour les secteurs des transports, des énergies renouvelables, et les systèmes nomades.

Dans les champs de l'information et la communication, on s'intéresse à la physique et à la technologie des composants actifs et passifs, photonique et hyperfréquence, aux mécanismes d'émission, de détection et de propagation des ondes ainsi qu'aux problématiques d'intégration de ces composants dans les microsystèmes (MEMS RF, MOEMS) et dans les systèmes distribués comme les réseaux de capteurs. Les aspects couverts concernent tout d'abord la conception de composants et microsystèmes devant s'intégrer dans un système pour assurer une fonction globale, en étroite liaison avec la réalisation technologique de dispositifs de tests et de prototypes de laboratoire pour la validation. Un deuxième volet aborde l'étude des processus physiques dans les structures, modélisation des composants, limites de performances, avec la prise en compte de mécanismes couplés (transport électronique, propagation électromagnétique, effets thermiques, mécaniques, etc.) et des interactions avec l'environnement. Et enfin, les processus technologiques sont étudiés, avec la physico-chimie associée à ces procédés aux échelles micro et nanométriques, mais aussi les propriétés élémentaires (électroniques, mécaniques, optiques, thermiques, etc.) des matériaux et des interfaces, ainsi que les problèmes liés à l'intégration, en incluant des exigences de faisabilité, reproductibilité et fiabilité.

Les travaux touchant à la biologie, la santé et l'environnement portent sur les micro systèmes de détection (température, pression, gaz, etc.) et les micro et nano systèmes pour la biologie et la santé (nano adressage, bio puces, micro fluïdique). On se propose ici de développer des technologies spécifiques (lithographie douce, auto assemblage, fonctionnalisation de surface) ou des filières technologiques, et de réaliser des systèmes micro/nano fluïdiques et des micro-nano-systèmes de détection multifonctionnels.

1.3.2. Ingénierie des matériaux et des structures - Mécanique des solides - Acoustique

Les acteurs sont ici le LMDC (40 permanents) et le LGMT (45 permanents) qui opèrent sur deux domaines : la science des matériaux du génie civil et la conception des systèmes et structures mécaniques. En marge de cette classification thématique, nécessairement réductrice, les recherches de PHASE (10 permanents) s'articulent autour du thème des interactions thermique et acoustique entre Physique Humain et Environnement, avec de forts aspects matériaux.

Vis-à-vis de ces trois domaines d'activités, les recherches couvrent tout d'abord les sciences des matériaux du génie civil, avec comme objectifs principaux la compréhension, l'analyse et la modélisation du comportement et de l'évolution des matériaux et des ouvrages dans leur environnement. La conception, la caractérisation, la durabilité et la pathologie des matériaux de construction sont spécifiquement considérées, ainsi que leur comportement mécanique dans les structures. On s'intéresse aussi à la conservation du patrimoine bâti. Un deuxième aspect touche la

science des **systèmes et des structures mécaniques**, de la conception à la modélisation de leur comportement, et à l'étude des procédés qui permettent de les élaborer. Les études s'intéressent aussi bien aux structures métalliques qu'aux structures en matériaux composites. Les domaines de la micromécanique et de la microfluidique sont également abordés. Enfin, on étudie les **interactions thermique et acoustique** entre Physique, Humain et Environnement, ce qui fait intervenir l'analyse et le contrôle des ambiances thermiques, l'étude du paysage sonore et de la représentation acoustique, les matériaux organisés pour la thermique (milieux hétérogènes et macroporeux) et l'acoustique (incluant l'étude de l'émission et de la propagation acoustique) ainsi que l'étude des interactions habitat-équipement.

1.3.3. Milieux fluides et réactifs : transports, transferts, procédés de transformation

Trois unités sont principalement concernées : l'IMFT (100 permanents), le LAPLACE (60 permanents) et le LGC (160 permanents). Elles représentent les forces toulousaines dans les domaines des plasmas, de la mécanique des fluides et du génie chimique. Une partie importante des activités est regroupée autour de la fédération de recherche FERMAT (Fluide, Énergie, Réacteurs, Matériaux et Transfert) qui associe aussi le LAAS et d'autres laboratoires du pôle Science de la Matière. FERMAT conduit une politique de soutien à des projets scientifiques et organise des moyens techniques lourds sous forme de plates-formes.

La composante **plasma** traite de l'énergétique et de la réactivité des plasmas hors équilibre et des plasmas thermiques. Les grandes thématiques sont : le dépôt d'énergie électronique dans les plasmas ; la création et le transport des ions et des radicaux ; plasmas et micro-ondes ; l'hydrodynamique des plasmas et le contrôle d'écoulement ; l'interaction plasma-matériaux (traitement des surfaces, dépôt de couches) et la synthèse de matériaux ; les propriétés intrinsèques des plasmas ; la cinétique chimique en plasma et avec les surfaces ; le rayonnement ; les transferts d'énergie entre les arcs et les matériaux ; l'alimentation des décharges et le couplage électromagnétique. Ces recherches sont menées par la modélisation numérique multiphysique et les diagnostics souvent optiques et couvrent des domaines d'application extrêmement variés : aéronautique et espace ; biologie et médecine ; dépollution et procédés propres ; matériaux pour l'électronique et l'électrotechnique ; électrotechnique ; métallurgie ; éclairage ; plasmas de fusion. Les collaborations sont fortes avec les laboratoires toulousains dans les domaines de l'électrotechnique et des matériaux, et plus ponctuelles avec d'autres laboratoires régionaux (IMT, CEMES, LGC, IMFT).

La composante **mécanique des fluides** développe des recherches couvrant de nombreux champs de la mécanique des fluides ainsi que de l'énergétique par le biais des transferts associés. Les grandes thématiques étudiées sont : les instabilités hydrodynamiques, la dynamique des tourbillons, le contrôle des écoulements, les interactions fluide-structure, la turbulence, les écoulements gaz-particules, la combustion turbulente, les écoulements diphasiques, la dynamique des interfaces fluides, les phénomènes de changement de phase, le mélange, les écoulements en milieux poreux, la biomécanique circulatoire, la microfluidique diphasique et la microhydrodynamique. Cet ensemble de thématiques trouve l'essentiel de ses applications dans les domaines de l'énergie et des transports (45 %), des procédés (30 %) et de la santé (5 %). Nombre de ces recherches sont menées en partenariat avec d'autres laboratoires du pôle (IMT, LAPLACE et LGC notamment). Une composante importante de l'activité (20 % environ) se focalise sur les applications de la mécanique des fluides à l'environnement : écoulements géophysiques et environnementaux, interactions écoulement-milieu vivant, hydrologie souterraine, hydrologie des surfaces continentales, éco-hydraulique. Ces thématiques environnementales sont développées en interaction forte avec les acteurs du pôle UPEE, notamment dans le cadre du réseau Terre Vivante et Espace (collaborations avec le CESBIO, ECOLAB et le LMTG notamment). Sur le plan méthodologique, l'activité est équilibrée entre développement d'approches théoriques, de techniques de simulation numérique et d'expériences de laboratoire. Les aspects méthodologiques donnent lieu à des collaborations avec plusieurs acteurs du pôle (IMT, IRIT et LAAS notamment).

Dans le domaine du **génie chimique**, les travaux visent d'une part à développer concepts et théories, comme par exemple l'intensification des procédés, les procédés « verts » ou encore les micro-procédés, et d'autre part à adapter et intégrer les récentes avancées de la biologie et de la microbiologie, de la physicochimie, de l'informatique et de la simulation, de la science des matériaux, de l'électrochimie et de la thermodynamique. Ceci permet de développer de nouveaux systèmes de

transformation de la matière ou de l'énergie. Dans tous les cas, les transferts couplés, les liens entre processus et procédés, les phénomènes aux interfaces sont au centre des recherches. La relation produit-procédé-fonction est explorée à plusieurs échelles, qui vont de la simulation moléculaire à celle de systèmes industriels.

Un équilibre est recherché entre travaux théoriques, travaux expérimentaux et modélisation. Le parc de pilotes, associé à l'analytique et à l'instrumentation qui font l'objet de recherches spécifiques, constitue à cet égard une particularité remarquable du domaine. Ces recherches font l'objet de collaborations suivies avec des laboratoires des pôles SM (LCC, CIRIMAT, IMRCP), STM2I (IMFT, IRIT, LAAS), MST2I (LAPLACE, IMFT) ou STU (LEGOS), soit à travers des collaborations bilatérales, soit par le truchement des réseaux structurants comme le RTRA STAE ou la Fédération Fermat. A travers d'importantes collaborations, ces travaux sont en prise avec les préoccupations des industries de procédés (chimie de spécialité, agro alimentaire), de l'énergie (pétrochimie, nucléaire), de l'environnement (traitement de l'eau et des déchets) ou encore de la santé (pharmacie, biomédical ou cosmétique). L'accent est mis sur cinq thèmes :

1.- les procédés mettant en œuvre des interfaces (membranes) ou des milieux divisés (broyage, cristallisation, écoulements diphasiques), dont en particulier des nanoparticules (silices, nanotubes de carbone) ;

2.- la conception, l'optimisation, la conduite de nouveaux procédés de fabrication de produits, de matériaux ou d'objets, la démarche scientifique privilégiant clairement l'échelle de production et associant étroitement le procédé et l'objet ; on pourra citer ici les réacteurs catalytiques multiphasiques, les réacteurs en lits fluidisés, les micro réacteurs, les mélangeurs. La sécurité des procédés est introduite comme l'un des critères de conception et de conduite ;

3.- l'élaboration des outils et des méthodes de l'électrochimie pour l'analyse (microélectrodes et capteurs), la synthèse (microréacteurs, matériaux d'électrodes, métaux et alliages,) et le traitement (de surface, d'effluents, etc.), en vue de leur application pour la mise au point et l'optimisation de procédés physico-chimiques et biologiques ;

4.- le développement de procédures systématiques pour la conception et l'exploitation de procédés et de systèmes de production, mettant généralement en jeu des stratégies numériques avancées. Les travaux prennent en compte un ensemble de critères, tels que minimisation des coûts, respect de l'environnement, sécurité absolue du procédé, etc. En intégrant des contraintes humaines et sociales, le périmètre traité s'élargit jusqu'au génie industriel ;

5.- les bioprocédés et systèmes microbiens qui reposent sur des compétences fortes dans les domaines de la physiologie et génétique des microorganismes, de la microbiologie industrielle, du génie des procédés, de la bio-électrochimie et de la toxicologie.

Les projets de recherche développés associent généralement plusieurs de ces compétences spécifiques et complémentaires. La vocation généraliste de ces travaux les conduit à aborder des problématiques multisectorielles, dont la chimie de spécialité, la pharmacie et la cosmétique, la pétrochimie, l'agro alimentaire, les industries liées à l'environnement ou encore à la production et la distribution de l'énergie.

2. PROSPECTIVE

Les grands axes prospectifs du pôle MST2I sont repris selon la structuration de la carte des thématiques. En complément à ces axes, plusieurs outils pour la transversalité thématique et l'émergence scientifique sont proposés. Il peut s'agir de fédérations de recherche qui ont fait leur preuve au cours du contrat quadriennal passé et dont les objectifs ont été renouvelés ou de nouvelles structures visant à mettre en synergie les compétences du pôle (et plus largement, les compétences du site) ou à faciliter l'émergence à la frontière de domaines scientifiques. Ces objectifs contribuent fortement à répondre au mieux aux besoins nationaux et européens identifiés, et qui correspondent à aux compétences scientifiques en place et renforcent les acquis technologiques.

De façon générale, les axes prospectifs participent fortement au pôle de compétitivité AESE (Aéronautique Espace et Systèmes Embarqués) et au Réseau Thématique de Recherche Avancée STAE (Sciences et Technologie pour l'Aéronautique et l'Espace). Ils s'inscrivent aussi dans la proximité du pôle Cancer-bio-santé. Beaucoup d'axes concernent le domaine des transports, des systèmes embarqués, de l'énergie, de la santé, de la biologie, etc.

2.1. Mathématiques

L'IMT développe une recherche de qualité au niveau international dans les thèmes porteurs des mathématiques fondamentales et appliquées. Les compétences ainsi développées lui permettent d'être un partenaire privilégié dans de nombreux projets en interaction avec d'autres domaines : l'aéronautique et le spatial, la santé, la sûreté et sécurité des systèmes, les masses de données, l'imagerie, la commande des systèmes, la climatologie, l'assimilation des données, la biologie. Citons quelques uns des projets, en interaction avec d'autres composantes de l'UPS, dans lesquels les mathématiques jouent un rôle moteur.

La **fédération FREMIT**, en partenariat avec l'IRIT, a été organisée autour de trois thèmes majeurs : l'imagerie médicale, la fouille de données, la cryptographie et la sécurité. A ces trois axes est venu s'ajouter un thème *Systèmes Complexes*. Ces thèmes ont ouvert de nouveaux horizons à la recherche mathématique dans des domaines aussi variés que l'arithmétique, la modélisation déterministe ou stochastique, la théorie des graphes et les équations aux dérivées partielles.

Une équipe de l'IMT, impliquée dans une Action d'Envergure Nationale (AEN) pilotée par l'INRIA autour d'ITER (*International Thermonuclear Experimental Research*), est à l'initiative du **projet MOSITER** (Modélisation de plasmas pour ITER, analyse et calculs multi-échelles, projet labellisé par le Conseil Scientifique de l'UPS) impliquant des informaticiens de l'IRIT et des physiciens du LAPLACE. Il s'agit d'une des actions phares de la Fédération FREMIT.

Au sein des disciplines rassemblées dans le pôle ST2I, les interactions avec les **sciences biologiques** sont en forte croissance. Les mathématiques et l'informatique sont fortement concernées par les questions de modélisation, de bio-statistiques liées au génome, de fouilles de données, de systèmes multi-agents complexes, d'imagerie biologique et médicale. La création de la plate-forme MIBS vise à créer un forum qui a pour but de dynamiser ces interactions par des échanges, des mises en réseau et la mise en partenariat des compétences et des savoir-faire. Elle permettra en outre d'assurer la visibilité de ces activités, et d'en affiner le périmètre afin de préparer, pour l'avenir, une ou des structures institutionnelles fortes de type fédération de recherche. Dans l'immédiat, elle a défini trois axes principaux : bio-statistique et bio-informatique liées au génome, imagerie biologique et médicale, systèmes complexes et modélisation (phénomènes d'auto organisation, dérivation de modèles macroscopiques à partir de modèles microscopiques), au sein desquels existent déjà de nombreuses collaborations avec les sciences biologiques.

Dans le **RTRA Sciences et Technologies pour l'Aéronautique et l'Espace**, l'IMT est partenaire dans les projets PLASMAX sur la modélisation de plasmas spatiaux, OSYCAF sur l'optimisation d'un système couplé fluide-structure représentant une aile flexible, ACCLIMAT sur l'adaptation au changement climatique de l'agglomération toulousaine. L'Institut a donc bénéficié des opportunités créées par ce réseau et continuera à investir le thème Aéronautique-Espace riche en interactions.

Des collaborations sont émergentes dans le domaine de la **Spintronique** entre l'IMT et une équipe de l'INSA (nanotechnologies). Enfin, on signalera des collaborations très actives entre l'IMT et l'IMFT sur le **contrôle d'écoulements** (ANR CORMORED, projet déposé FNRAE), avec le CERFACS en électromagnétisme, et avec l'ONERA-Toulouse sur les écoulements diphasiques.

2.2. Sciences et technologies de l'information

2.2.1. Informatique

Les thématiques de recherche sur l'**ingénierie des systèmes**, les **environnements de développements certifiés** et les **plates-formes d'exécution** portent aussi bien sur les aspects analyse (modélisations logique et stochastique pour la vérification, le test, la simulation, l'évaluation, la performance et le déterminisme d'exécution) que sur les aspects architecture (processeurs, logiciels exécutifs, intergiciels pour assurer la sûreté de fonctionnement et la robustesse en opération). Elles concernent les systèmes embarqués critiques et ouverts à logiciel prépondérant mais aussi, au-delà du fonctionnement nominal, l'accent est mis sur la prise en compte d'un large spectre de fautes tant accidentelles (perturbations physiques, erreurs de programmation, etc.) que malveillantes (intrusions par exemple). Ces travaux trouvent des applications à la fois au sein des infrastructures informationnelles critiques (distribution de l'énergie électrique) et dans les domaines du transport (avion, train, automobile) et de l'espace. Dans ce dernier cas, ils participent fortement au pôle de compétitivité AESE (Aéronautique Espace et Systèmes Embarqués) ainsi qu'aux réseaux nationaux de la recherche (ANR, RTRA, etc.).

La satisfaction des besoins individuels et sociétaux des utilisateurs passe par le développement **de nouveaux facteurs d'interaction et de coopération entre les utilisateurs et les nouvelles technologies** mises en œuvre au sein des systèmes informatiques. On peut citer le cas des systèmes sociotechniques émergents, où les humains interagissent avec des matériels et logiciels distribués dans leur environnement. Ces systèmes intègrent des dispositifs électroniques hétérogènes, souvent mobiles (PDA) ou intégrés (vêtements, etc.), possédant des capacités d'interaction, un comportement autonome et la faculté de s'adapter à une tâche courante et aux ressources numériques et physiques disponibles. Dans ce sens, les travaux portent sur des modèles, des méthodes et algorithmes, des protocoles et des techniques pour augmenter, individuellement et collectivement, les facultés des entités, par l'évaluation, le raisonnement et la prise de décision en ligne, l'apprentissage, l'auto-adaptation, l'auto-organisation et l'interaction proactive. Ils traitent notamment des contraintes d'hyper-interaction et d'ouverture dans les systèmes enfouis ayant des fonctionnalités émergentes. Un des principaux défis est d'assurer des propriétés qualité de service, la résilience, la sécurité et la protection de la vie privée dans le cadre de tels systèmes complexes présentant de forts besoins d'évolution et d'adaptation, et caractérisés par des moyens de communication contraints, combinant réseaux ad hoc et infrastructures fixes, avec ou sans fil. Cela nécessite le développement d'algorithmes et de mécanismes de tolérance aux fautes et de recouvrement des erreurs innovants adaptés à ce nouveau paradigme. Les principaux domaines d'applications de ces travaux sont les infrastructures critiques (gestion de l'énergie électrique), l'aéronautique et le transport (aide à la gestion et à la maintenance, fonctionnalités coopératives), l'assistance aux individus (services personnalisés) ainsi que la formation et l'éducation (travail coopératif, campus intelligent).

L'évolution de la société actuelle entraîne une prise de conscience générale sur les besoins liés à la **santé** et à la **qualité de vie** des personnes malades, handicapées ou vieillissantes, faisant émerger de nouvelles approches de la gestion de la thérapeutique, de la prévention, du diagnostic, de l'assistance apportée aux personnes fragilisées (déficiences perceptives, cognitives ou motrices) pour une meilleure autonomie. Dans ce contexte, les systèmes informatiques pour la santé ont pris une place prépondérante. Cette problématique est abordée selon quatre domaines de compétences : l'imagerie du vivant, la gestion de données biomédicales et infrastructure d'accès et de traitement, la modélisation et la simulation du vivant, et enfin le handicap et l'autonomie.

Les travaux concernant le **calcul distribué** et les **masses de données** ont trait aux différentes facettes du traitement de données massives et couvrent à la fois les infrastructures et les algorithmes. L'effort portera, d'une part sur l'élaboration de modèles pour la représentation, l'accès, l'analyse, la fouille et la manipulation de collections d'informations complexes, et d'autre part sur le traitement de données (indexation, simulation, assimilation) et les outils logiciels d'accès aux ressources.

2.2.2. Robotique, signal et automatique

Ce domaine porte sur les problématiques des **systèmes complexes en interaction avec leur environnement** sous des contraintes dynamiques et incertaines et avec des garanties de sécurité. Ceci concerne en particulier les formalismes de modélisation des systèmes capables de prendre en compte l'incertitude et la robustesse. Des modèles stochastiques, des modèles de l'incertitude polytopique et à norme bornée ainsi que les formalismes ensemblistes seront parmi les outils de choix. La diagnosticabilité des systèmes et les problèmes d'autoréparation seront aussi des problématiques centrales. D'autre part, les systèmes répartis et coopératifs en réseau - en particulier dans le contexte de l'intelligence ambiante - posent des problèmes d'évaluation de situation, de garantie, de qualité de service. Des méthodes d'optimisation pour élaborer des compromis entre optimalité et robustesse doivent être étudiées, permettant la reconfiguration et la recalibration de lois de commande multi-objectifs, de systèmes en général et de systèmes non-linéaires en particulier.

Les recherches en **robotique autonome** traiteront de la perception et de l'interprétation de l'environnement évolutif, de la localisation et de la reconstruction de l'espace, de la planification et du contrôle du mouvement (locomotion y compris bipède, manipulation), de la prise de décision en temps réel et de l'architecture cognitive des systèmes autonomes. De plus l'interaction multimodale de tels systèmes avec les humains induit des recherches sur la perception de l'homme, sur la formalisation de la prise de décision conjointe humain-robot et sur sa mise en œuvre. L'ensemble de ces recherches ont des liens interdisciplinaires avec les SHS, les neurosciences et la biochimie, et les Sciences de la Vie (concernant le mouvement moléculaire). D'autre part, l'insertion des robots dans des systèmes répartis comme les réseaux de capteurs, enrichit la problématique de l'intelligence ambiante, axe de recherche central pour la prochaine période.

2.3. Sciences pour l'ingénieur

Les micro et nanotechnologies permettent d'évoluer vers des systèmes intégrés constituant un axe de développement majeur en **électronique**, **photonique**, **électromagnétisme** et **énergie électrique**, irriguant un vaste secteur applicatif. Ce thème concerne les systèmes disposant de capteurs, d'actionneurs, de fonctions assurant la communication, ainsi que des sources et des dispositifs de gestion de l'énergie associés. La fiabilité, le diagnostic et la gestion optimale de l'énergie dans les ensembles intégrés, souvent hétérogènes, nécessitent un effort soutenu touchant aux matériaux et leur assemblage, aux architectures des systèmes et à leur commande.

Les micro- et nano-systèmes pour les communications sans fil ou les nanostructures pour l'intégration photonique constituent des axes forts. Ils trouvent des applications prometteuses dans le domaine de la biologie et de la chimie, en tant que détecteurs ou par le contrôle des fluides à petite échelle qu'ils permettent (nano-fluidique). D'autres axes tels que les nano-bio-machines, les nano-bio-technologies et l'auto-assemblage ou assemblage bio-inspiré seront également développés.

Les perspectives en **ingénierie des matériaux et des structures** se situent dans les domaines de la construction mécanique (secteurs aéronautiques et spatiaux) et du génie civil avec des enjeux industriels significatifs. Les grands axes concernent la caractérisation de nouveaux matériaux et la compréhension des mécanismes physiques sous-jacents (matériaux composites), l'étude de la durabilité et du vieillissement avec prise en compte des aspects probabilistes, la modélisation et les expérimentations numériques avec le développement de méthodes multi-échelles et leur déploiement grâce au calcul intensif, et enfin le suivi de l'état de santé des structures (structures mécaniques ou du patrimoine bâti : capteurs miniatures enfouis par exemple).

Les **milieux fluides et réactifs** sont des systèmes complexes mettant en œuvre des mécanismes physiques, chimiques, électriques et biologiques, couplés à différentes échelles. La simulation numérique multi-échelles de propriétés et de mécanismes d'interaction de différentes natures est donc un fil conducteur des recherches.

Dans le domaine des **plasmas** et des procédés plasmas, les enjeux concernent aussi bien la description et la modélisation des phénomènes de base que le développement et le contrôle des procédés (aéronautique, traitement des matériaux, dépôt de couches minces, bio-médical, éclairage, ITER, etc.). La modélisation des plasmas thermiques et hors d'équilibre fait usage de codes 2D et 3D commerciaux, mais les phénomènes impliqués sont d'une complexité telle que la définition même des modèles physiques sous-jacents est un problème en soi, tout comme la détermination des données de base nécessaires. Dans le futur, on peut aussi anticiper un effort croissant dans les domaines du contrôle des écoulements, de l'interaction plasma/microonde et des sciences du vivant.

Les travaux en **génie des procédés** visent d'une part à développer concepts et théories et d'autre part à adapter et intégrer les avancées de la biologie et de la micro-biologie, de la physico-chimie, de l'informatique et de la simulation, de la science des matériaux, de l'électro-chimie et de la thermodynamique. Les transferts couplés, les liens entre processus et procédés, les phénomènes aux interfaces constituent une spécificité, de même que la relation produit-procédé-fonction explorée de la simulation moléculaire jusqu'aux systèmes industriels. Les travaux se poursuivront en génie électrochimique, dans les domaines des hautes températures (sels, verres, métaux fondus), des applications à l'environnement (oxydation et électro-carboxylation, capteurs) et aux capteurs électrochimiques et bio électrochimiques, tout comme les recherches sur les procédés aux interfaces (procédés membranaires : ultrafiltration, nano-filtration, électrodialyse, contacteurs et bioréacteurs). Signalons enfin une activité récente d'ingénierie de la matière molle, en train de prendre corps.

Les grandes classes d'**écoulements** étudiées en mécanique des fluides se caractérisent soit par la présence de couplages complexes, liés à la composition du milieu fluide ou aux conditions aux limites, soit par l'importance des effets non-linéaires dans le comportement global des systèmes. Parmi ces axes de recherche, totalement transversaux, on citera en particulier : les écoulements dans les milieux poreux (systèmes industriels et milieux géologiques) ; le contrôle des écoulements et l'étude des interactions fluide-structures dans les écoulements turbulents ; les écoulements réactifs (applications à la motorisation et à la combustion des déchets) ; les écoulements diphasiques (applications au transport, à la conversion de l'énergie à certains phénomènes géologiques, au génie des procédés, à la biomécanique, etc.) ; les écoulements environnementaux (interactions avec le vivant) ; les instabilités hydrodynamiques, dont l'étude fait souvent appel à des techniques mathématiques élaborées.

3. LES OUTILS DE LA TRANSVERSALITÉ

3.1. Le Réseau Thématique de Recherche Avancée STAE - Sciences et Technologies pour l'Aéronautique et l'Espace

Largement inter-pôles, le RTRA STAE associe plusieurs communautés spécialistes des sciences pour l'ingénieur, des sciences de la planète et de l'univers, des sciences de l'information et de la communication, afin de mener des projets pluridisciplinaires de visibilité internationale. La quasi-totalité des laboratoires du pôle MST2I y sont activement impliqués. Les projets contribuent au développement des industries aéronautiques et spatiales de Midi-Pyrénées et à l'attractivité du territoire pour le secteur scientifique. Les projets soutenus (15 en mai 2009) s'inscrivent dans l'un des axes de recherche suivants : défis aéronautiques, observation et fonctionnement du système Terre, systèmes embarqués, capteurs et instrumentation, simulation et modélisation.

3.2. La Fédération de Recherche en Mathématiques et Informatique (FREMIT)

La fédération FREMIT correspond au prolongement du PPF du même nom. Cette fédération réunit des membres de l'Institut de Mathématiques de Toulouse et de l'Institut de Recherche en Informatique de Toulouse, et vise à relever le grand défi du traitement de la complexité dans des domaines scientifiques pour lesquels les interactions et la complémentarité des recherches en informatique et en mathématique offrent des retombées scientifiques d'importance. La recherche dans FREMIT se fédère autour de quatre thèmes :

- imagerie médicale : les thèmes abordés, en lien avec les problématiques médicales, sont ceux où de nombreux verrous scientifiques existent tels que la caractérisation tissulaire fiable, la reconstruction rapide et robuste en contexte multi-modalité, la modélisation et notamment la modélisation tissus-ondes, tissus-particules élémentaires ;
- mathématiques discrètes : ce thème s'intéresse en particulier à la théorie des graphes et au calcul formel ;
- fouilles de données : les verrous actuels de la fouille de grandes masses de données qui seront abordés concernent l'intégration de données, leur dimensionnalité, leurs hétérogénéités, leur temporalité et les contextes de collecte ou d'utilisation ;
- systèmes complexes et calcul haute performance : pour traiter la complexité, trois familles d'outils seront utilisées : l'assimilation de données qui est un cas particulier du couplage de modèles et de données, les systèmes multi-agents et les processus auto-organiseurs associés, le calcul haute performance avec en particulier la méthode multi-échelles.

FREMIT se dote également de groupes de réflexion permettant d'une part d'articuler la recherche avec l'offre de formation de l'université et d'autre part améliorer l'organisation des instituts de recherche participants via des mutualisations pertinentes.

3.3. La Fédération FERMaT : Fluides, Energie, Réacteurs, Matériaux et Transferts

Issue de deux structures fédératives, la fédération de recherche FERMaT (Fluides, Energie, Réacteurs, Matériaux et Transferts) a été créée en 2007 et fédère des activités de plusieurs laboratoires du pôle (IMFT, LAAS, LGC, LAPLACE) et des pôles SV (LISBP) et SM (CIRIMAT). Ses objectifs visent d'une part à soutenir et poursuivre le développement des projets mettant en œuvre les techniques expérimentales acquises, et d'autre part, à créer de nouvelles synergies à partir des potentiels existant dans chaque laboratoire. Sa nature interdisciplinaires couvre de larges domaines des Sciences pour l'Ingénieur (industrie de production, énergie, environnement, transport, santé). En particulier, l'intégration d'un nombre de critères élevés (maîtrise des rejets, de l'énergie, de la qualité et des propriétés d'usage, les notions de procédés durables et fiables, de matériaux et produits micro ou nano-structurés ou multifonctionnels) dans la mise en œuvre de nouveaux procédés et technologies implique la maîtrise et la compréhension des mécanismes de couplage multi-échelle (*du procédé à la molécule*) d'un ensemble de phénomènes de transferts réactifs en milieu complexe.

Les applications industrielles visées, très diversifiées, répondent naturellement à ce besoin d'interdisciplinarité et d'intégration d'approches. Il s'agit de procédés complexes d'élaboration où des mécanismes de nature différente sont fortement couplés et à différentes échelles, de micro-procédés ou de microsystèmes intégrés, de structures de couches minces ou de matériaux à propriétés d'usage

pour l'énergie. Dans tous les cas, l'approche multi-échelles a pour objectif de modéliser pour optimiser ou contrôler un procédé de fabrication ou de séparation, l'état de surface, la structure ou la fonctionnalisation d'un matériau. Enfin, le lancement de deux nouveaux thèmes sera étudié : développement d'outils de diagnostic originaux et thématique à la frontière bio-physique/bio-ingénierie.

3.4. La Fédération SH&HD : Système Habitat et Habitant, pour un objectif de développement durable

Projet largement inter-pôles, associant des aspects Sciences Humaines et Sociales, la récente fédération SH&HD met en réseau la quasi-totalité des laboratoires du pôle MST2I (ICA, IMFT, LAAS, LAPLACE, LGC, LMDC) ainsi que les CIRIMAT, PHASE et RAPSODE. Le projet se propose de créer un collectif afin de mener des recherches permettant la maîtrise du système *Habitat et habitant, dans un objectif de développement durable*. La stratégie scientifique se déploie en quatre axes comprenant :

- l'ingénierie système dont la mission est de formuler un projet synthétique complet de conception d'un habitat durable (méthodes et outils) et de proposer une stratégie de rapprochement entre les disciplines opératives de cette problématique ;
- l'habitant dans ses relations à l'environnement, sous l'angle de l'analyse des besoins et de la modélisation des modes de vie, ce qui fonde un axe original d'approche de la problématique générale ;
- les réseaux : fluides et informations, sur deux aspects essentiels que sont la génération et la gestion de l'énergie, et l'acquisition et la gestion de l'information. Cette compétence rassemblée devrait permettre d'inscrire ce projet dans des domaines applicatifs larges (gestion du confort, sécurité des personnes et des biens, santé, etc.) selon des critères prioritaires d'économie d'énergie et de respect de l'environnement ;
- les matériaux : matériaux de structures et matériaux spécialisés sont la clef de l'évolution vers un habitat économe et respectueux de l'environnement. L'idée est de développer des recherches pour imaginer des matériaux ou des procédés de fabrications nouveaux mais aussi d'accélérer le développement d'une innovation système, par exemple en développant les modèles matériaux qui seront repris dans la conception de l'ingénierie système.

3.5. La Fédération IODE : Ingénierie des Systèmes Distribués

L'objectif général de la structure fédérative IODE lancée au cours du précédent quadriennal était la structuration de la recherche en Génie Industriel dans les régions Aquitaine et Midi-Pyrénées (elle associe deux laboratoires du pôle - LAAS et LGC, et d'autres laboratoires de la région Aquitaine). Ceci reste bien sûr d'actualité et la fédération s'est donnée les objectifs suivants :

- poursuite et accroissement de la dynamique de collaboration scientifique entre les membres d'IODE : il importe maintenant d'intégrer plus efficacement des partenaires aux activités moins « maillées » avec le reste du réseau ;
- exploration des synergies possibles avec d'autres disciplines, et en particulier les sciences humaines et sociales ;
- collaboration accrue avec le Pôle *Aerospace Valley* et la DRIRE, qui nécessitent des structures d'animations relais entre les entreprises et les organismes financeurs de projets R&D.

Trois thèmes seront privilégiés : le pilotage des organisations distribuées, la conception en environnement distribué, et enfin une démarche « de l'Intégration vers l'Interopérabilité » des organisations distribuées.

3.6. Plate-forme MIBS : Mathématique, Informatique et Biologie Systémique

Projet largement inter-pôles, la vocation de la plate-forme MIBS est de développer un espace scientifique facilitant les contacts et l'émergence de collaborations entre les sciences biologiques (pôle SV) et plusieurs autres domaines scientifiques dont ceux du pôle MST2I (IMT et IRIT). Au sein des disciplines rassemblées dans le pôle MST2I, les interactions avec les sciences biologiques sont en forte croissance. Les sciences pour l'ingénieur et plus spécifiquement les micro et nano-technologies ont défini un axe de recherche identifié autour de *biologie santé et environnement*. Des déclinaisons *biologie et santé* sont également fortement présentes en génie chimique et en mécanique des fluides.

Les mathématiques et l'informatique sont fortement concernées par les questions de modélisation, de bio-statistiques liées au génome, de fouilles de données, de systèmes multi-agents complexes, d'imagerie biologique et médicale. Enfin, la robotique bio-inspirée fait une utilisation importante des notions cognitives associées à la perception et à la décision.

La création de la plate-forme MBS vise à créer un forum qui a pour but de dynamiser ces interactions par des échanges et des mises en réseau en partenariat des compétences et des savoir-faire. Elle permettra en outre d'assurer la visibilité de ces activités et d'en affiner le périmètre afin de préparer, pour l'avenir, une ou des structures institutionnelles fortes de type fédération de recherche. Dans l'immédiat, elle a défini trois axes principaux : bio-statistique et bio-informatique liées au génome, imagerie biologique et médicale, systèmes complexes et modélisation au sein desquels existent déjà de nombreuses collaborations avec les sciences biologiques. La structure institutionnelle du projet est encore à l'étude, mais elle doit rester souple et peu contraignante pour les acteurs tout en leur permettant d'affirmer leur implication.

3.7. Plate-forme IM : Imagerie Médicale

Les systèmes de santé européens et des pays industrialisés connaissent une pression croissante qui se matérialise par l'attente des citoyens de soins de haute qualité. Les changements démographiques, l'augmentation des maladies chroniques, les accidents médicaux, l'augmentation des coûts et la nécessité d'anticiper ou de détecter précocement les pathologies constituent autant de défis à relever dans les années à venir. Les technologies médicales, et en particulier l'imagerie biomédicale, sont au cœur de ces défis. L'imagerie est ainsi aujourd'hui une discipline incontournable pour l'exploration des tissus vivants avec des approches qui peuvent être morphologiques, fonctionnelles ou moléculaires, à travers différentes modalités telles que l'IRM, médecine nucléaire, scanner X, ultrasons, imagerie optique. Ainsi, par nature même, l'imagerie médicale est un domaine pluridisciplinaire qui associe à la fois la Physique, la Médecine, la Biologie voire la Biochimie, les Mathématiques appliquées, les Science et Technologies de l'Information et de la Communication et notamment l'Informatique, le Traitement du signal et de l'image.

Cette plate-forme a donc une vocation inter-pôle et associe l'IRIT et l'IMT (pôle MST2I), la fédération de biologie, l'IFR 96 et l'IFR 150 (pôle SV), le pôle imagerie du CHU, l'ICR, etc. Partant du constat que l'UPS dispose en son sein de toutes les compétences pour prendre part activement à cette recherche en imagerie et bénéficie d'un environnement très favorable, notamment du fait de la présence d'acteurs régionaux importants comme le pôle de compétitivité CBS (Cancer Bio Santé), le CHU, l'ICR (Institut Claudius Regaud), le présent projet aura pour but de fédérer les forces du site toulousain autour de nombreux thèmes l'imagerie médicale afin de : 1) mener des travaux d'envergure en coopération avec des partenaires nationaux, européens et internationaux et d'en augmenter l'impact à un niveau international, 2) d'aider les cliniciens à résoudre des problèmes cliniques par des approches méthodologiques robustes, 3) de mutualiser les moyens et faciliter la valorisation de leurs résultats, et enfin 4) de soutenir les efforts de formation et de développement de compétences.

LISTE DES LABORATOIRES DU PÔLE MST2I

Institut de Mathématiques de Toulouse - IMT
UMR5219 CNRS/UT1/UT2/UPS/INSA

Directeur : Michel Boileau

252 permanents dont 205 enseignants-chercheurs, 25 chercheurs et 22 ITA-IATOS
123 doctorants et post-doctorants

- Mathématiques fondamentales
- Mathématiques pour l'industrie et la physique
- Statistiques et probabilités

Institut de Mécanique des Fluides de Toulouse - IMFT
UMR 5502 CNRS/INPT/UPS

Directeur : Jacques Magnaudet

95 permanents dont 46 enseignants-chercheurs, 14 chercheurs et 35 ITA-IATOS
84 doctorants et post-doctorants

- Modèles physiques et simulation numérique pour la mécanique des fluides
- Énergie, procédés
- Environnement, santé.

Institut de Recherche en Informatique de Toulouse - IRT
UMR 5505 CNRS/UT1/UT2/UPS/INP

Directeur : Luis Farinas Del Cerro

289 permanents dont 213 enseignants-chercheurs, 30 chercheurs et 46 ITA-IATOS
288 doctorants et post-doctorants

- Ensemble des problématiques de recherche de l'informatique

Laboratoire d'Analyse et d'Architecture des Systèmes - LAAS
UPR CNRS

Directeur : Raja Chatila

296 permanents dont 111 enseignants-chercheurs, 92 chercheurs et 93 ITA-IATOS
322 doctorants et post-doctorants

- Micro et nano-systèmes, systèmes informatiques critiques
- Modélisation, optimisation et conduite des systèmes
- Robotique et intelligence artificielle.

Institut Clément Ader
EA 814 UPS/INSA

Directeur : Marc Sartor

53 permanents dont 45 enseignants-chercheurs et 8 ITA-IATOS
35 doctorants et post-doctorants

- Conception des systèmes et des structures mécaniques, modélisation de leur comportement
- Étude des procédés d'élaboration
- Structures métalliques et composites.

Laboratoire Matériaux et Durabilité des Constructions de Toulouse - LMDC
EA 3027 UPS/INSA

Directeur : Gilles Escadeillas

42 permanents dont 36 enseignants-chercheurs et 6 ITA-IATOS
40 doctorants et post-doctorants

- Durabilité des matériaux, développement durable
- Génie civil

Laboratoire de Génie Chimique - LGC
UMR 5503 CNRS/INPT/UPS

Directeur : Joël Bertrand

157 permanents dont 84 enseignants-chercheurs, 16 chercheurs et 57 ITA-IATOS
110 doctorants et post-doctorants

- Réactions chimiques, mélanges, séparations, interfaces et systèmes dispersés
- Procédés électrochimiques et élaboration de matériaux
- Modélisation et simulation de procédés
- Génie industriel.

Laboratoire Plasma et Conversion d'Energie - LAPLACE
UMR 5213 CNRS/INPT/UPS

Directeur : Christian Laurent

147 permanents dont 75 enseignants-chercheurs, 31 chercheurs et 41 ITA-IATOS
140 doctorants et post-doctorants

- Énergie électrique (matériaux et systèmes)
- Plasmas

Physique de l'Homme Appliquée à Son Environnement - PHASE
EA 3028 UPS

Directeur : Vincent Gibiat

12 permanents dont 10 enseignants-chercheurs, 2 ITA-IATOS
4 doctorants

- Interactions thermique et acoustique entre physique humain et environnement

Pôle UPEE

Univers, Planète, Espace, Environnement

Pour comprendre et prévoir le fonctionnement des systèmes naturels, il est nécessaire d'observer leur comportement sur le long terme. Ainsi, observe-t-on les astres depuis des millénaires, le champ magnétique terrestre et les phénomènes météorologiques depuis des siècles, la circulation océanique ou les constituants atmosphériques depuis des décennies. Aujourd'hui, les technologies spatiales et informatiques ont totalement renouvelé les stratégies d'observation et largement ouvert les champs d'application. Plus que jamais, l'observation est au cœur des démarches qui permettent d'appréhender le monde qui nous héberge.

1. THÉMATIQUES, COMPÉTENCES ET RÉSEAUX

1.1. Introduction - contexte

La recherche dans le domaine des sciences de l'univers à l'UPS s'effectue au sein des unités de l'**Observatoire des Sciences de l'Univers (OSU) OMP** (Toulouse, Tarbes, Lannemezan, Pic du Midi, Auch) à l'IMFT (équipe environnement et milieux naturels) et au CERTOP (équipe Communication, risques, santé, environnement). Plus largement, en Midi-Pyrénées, cette thématique relève du réseau de laboratoires Terre Vivante et Espace (TVE), groupant l'ensemble des forces de formation, recherche et applications de la région ayant pour objectif la compréhension, la surveillance et la prévision du fonctionnement des milieux naturels, soumis ou non à la pression anthropique.

Reconnus au niveau régional, national et international, les laboratoires UPEE de l'UPS montrent une vraie cohérence scientifique. Ils jouent le rôle d'une large fédération de recherche, bien au delà de l'UPS et même du PRES Université de Toulouse, puisqu'ils sont, outre le point central du réseau TVE, identifiés comme des laboratoires ressources du RTRA Science et Technologie pour l'Aéronautique et l'Espace (STAE) et très impliqués dans le Pôle de compétitivité Aéronautique, Espace et Systèmes Embarqués (AESE).

Ces unités fédèrent la quasi-totalité des laboratoires de l'UPS œuvrant dans le domaine des Sciences de l'univers. Ils sont soutenus par l'ensemble des tutelles concernées (UPS, CNRS, INP, CNES et IRD). L'OMP comprend huit laboratoires (UMR) qui couvrent l'ensemble des disciplines Astronomie-Astrophysique et Planétologie, Océan-Atmosphère, Sciences de la terre, Surfaces continentales, présentes à l'Institut National des Sciences de l'Univers (INSU) - agence de moyens du CNRS, et dans les départements Planète et Univers (PU) et en partie dans l'Institut d'Écologie et d'Environnement (InEE) du CNRS. Les formations au niveau Master et l'école doctorale Sciences de l'Univers, de l'Environnement et de l'Espace (SDU2E) recouvrent ce large spectre.

Cet ensemble regroupe environ 1000 personnes (1/3 de chercheurs et enseignants-chercheurs, 1/3 d'ITA, ITARF et IATOS, 1/3 de doctorants, post-doctorants et CDD). L'OMP comprend également au sein de l'un de ses laboratoires une équipe scientifique STIC fédérant les sciences du signal et de l'image, une équipe interdisciplinaire SHS sur des thématiques société-environnement, et l'Unité Mixte de Service de l'OMP regroupant plusieurs services techniques communs (notamment un bureau d'études mécaniques de haute technicité). L'OMP se charge également de l'Observatoire du Pic du Midi et du développement des recherches en astronomie et en physique de l'atmosphère présentes sur ce site d'altitude (2 800 m). Une Unité de Service et de Recherche (USR), le Télescope Bernard Lyot (TBL) situé au Pic du Midi, a pour mission de produire des données astronomiques nocturnes pour les professionnels français, européens et internationaux.

1.2. Services d'observation

L'INSU et les OSU, ont été créés d'une part pour élaborer, développer et coordonner les recherches d'ampleur nationale et internationales inhérentes aux Sciences de l'Univers, d'autre part pour organiser et pérenniser la politique d'observation, en coordination avec d'autres organismes

nationaux. L'INSU est ainsi l'interlocuteur des grandes agences dans la coordination internationale, notamment pour organiser l'accès aux très grands équipements nationaux et internationaux. L'Institut, par ailleurs, labellise et coordonne les services en charge des observations et de l'archivage des données (dits *services d'observation*) ainsi que des modèles numériques largement diffusés (dit *codes communautaires*). Pour réaliser ces tâches, les laboratoires de l'OMP bénéficient (comme tous les OSU) de personnels d'un corps spécifique d'astronomes et physiciens (CNAP), engagés statutairement dans des activités de recherche, d'enseignement et de diffusion des connaissances, et à qui sont confiées les missions d'organisation et de mise en œuvre des services d'observation et des codes numériques. Pour l'ensemble des activités concernant les sciences de la Planète et de l'Univers, l'OMP maintient et développe de 24 services labellisés par l'INSU : mise au point d'instruments liés aux suivis observationnels, développement de bases de données dédiées à leur pérennisation et à leur valorisation scientifique, amélioration des codes numériques en relation avec l'évolution des moyens de calcul. Ces services nationaux et internationaux sont pour certains à caractère contractuel avec l'État.

1.3. Sites d'observation de Bigorre : Lannemezan et Pic du Midi

Le Télescope national Bernard Lyot (2 mètres de diamètre), situé au sommet du Pic du Midi, remplit la mission de production de données astronomiques nocturnes pour les professionnels du monde entier. Il est spécialisé dans un domaine de recherche où l'astronomie française et toulousaine occupe le premier plan au niveau international : le rôle des champs magnétiques dans la naissance, la vie et la mort des étoiles et de leur cortège de planètes. Il possède une instrumentation de pointe en spectro-polarimétrie de très haute-résolution : l'instrument Narval. Financé par l'Europe, la région Midi-Pyrénées et les collectivités locales, il occupe seul, au niveau international, la niche de recherche pionnière du magnétisme stellaire de longue durée. Les programmes ciblés ont déjà permis des découvertes majeures depuis sa mise en service. Sa contribution dans le domaine polarimétrique du proche infrarouge en fait, en outre, un instrument indispensable au suivi d'objets en appui aux missions spatiales comme Corot ou Chandra, et dans la préparation de la future mission Gaia. Le TBL fait partie du réseau européen OPTICON, mettant une partie des nuits de télescope à la disposition des astronomes européens et internationaux.

Sur le plan expérimental de la physique atmosphérique, plusieurs activités importantes sont portées par le pôle UPEE : le Laboratoire d'Aérodynamique contribue d'une part aux réseaux de surveillance de la composition chimique de la troposphère et de la stratosphère, avec des équipements installés au Pic du Midi et au Centre de Recherches Atmosphériques (CRA) de Campistrous, près de Lannemezan ; d'autre part il conduit les mesures troposphériques du vent, des nuages et des précipitations par les radars et radiomètres du CRA. Les besoins de compréhension et de modélisation de l'atmosphère requièrent en effet de co-localiser au mieux des jeux de données complémentaires (par exemple : composition de l'atmosphère, télédétection active et passive, données de surface, etc.). Le site de Campistrous se distingue notamment par sa situation géographique dans un environnement peu habité, dégagé et peu pollué, à proximité d'une chaîne de montagnes. Son caractère isolé facilite la mise en œuvre permanente de systèmes de télédétection active. La climatologie locale permet en outre d'envisager l'étude des écoulements orographiques, du transfert transpyrénéen de polluants, des orages, de la grêle et de l'activité électrique. La complémentarité avec le site du Pic du Midi, distant de 30 km environ, est particulièrement pertinente pour les mesures atmosphériques.

1.4. Thématiques et compétences

Pour ce qui concerne les thématiques scientifiques, les laboratoires couvrent un champ très vaste allant de l'étude des origines et de l'évolution de l'Univers et des planètes du système solaire, jusqu'à l'évolution de notre planète au travers de son fonctionnement actuel. Grâce à des compétences croisées en physique, chimie, astronomie, météorologie, écologie, géologie et biologie, ces études sont abordées par des approches théoriques, par des observations, des expériences et des développements instrumentaux, et par la modélisation numérique.

Sur le plan technologique et observationnel, l'utilisation des techniques spatiales et la réalisation d'instruments embarqués sur des satellites, que ce soit pour observer l'univers ou notre planète, constituent une des spécificités fortes qui explique le lien étroit de l'OMP avec le CNES. Les progrès de l'observation sont avant tout conditionnés par la capacité des laboratoires à concevoir de l'instrumentation spatiale de haute technicité et à analyser les données qui en résultent (via la

physique de la mesure et le traitement d'image). Les équipes de l'OMP bénéficient également de l'accès à une plate-forme instrumentale en analyses géochimiques et minéralogiques leur permettant d'effectuer l'étude d'échantillons d'eaux, sédiments, roches, voire matériel extra-terrestre (météorites) au moyen d'outils parmi les plus performants (spectromètres de masse, ICP-MS multicollecteurs, microsonde électronique, microscopes électroniques à balayage, etc.). Les simulations numériques des processus, appuyées par des moyens de calcul intensif en informatique, et des expériences de laboratoire viennent compléter ces approches.

1.4.1. Astres et planètes

Le CESR, le LATT et une partie du DTP couvrent une thématique englobant six grands domaines de recherche couvrant l'étude du système solaire et de ses planètes jusqu'aux confins de l'Univers. Sur le plan *observationnel*, ces laboratoires développent une activité instrumentale de définition, conception et réalisation d'expériences spatiales embarquées ou d'instruments focaux pour les très grands télescopes au sol. Cette instrumentation s'inscrit principalement dans le cadre de missions françaises (CNES) et européennes (Agence Spatiale Européenne - ESA et Observatoire Européen Austral - ESO). Les activités de modélisation associent l'approche théorique et les calculs numériques intensifs. Elles visent à exploiter scientifiquement les données délivrées par les instruments. Ces activités d'observation et de modélisation s'accompagnent du développement et de la maintenance de bases de données ouvertes et de services d'observation. Les grands thèmes scientifiques touchent :

- Les études de la structure interne des planètes telluriques et des propriétés optiques des surfaces planétaires rocheuses (Lune/Mars), en s'appuyant sur les méthodes synoptiques des techniques spatiales ou télescopiques ;
- Fortement liée à cette activité, les laboratoires mènent de nombreux travaux sur la compréhension de la dynamique et de la chimie des atmosphères et des ionosphères planétaires, pour l'interprétation des processus physiques et chimiques dans les plasmas spatiaux et dans les environnements ionisés et neutres des planètes (Terre, Titan et Mars) ;
- L'étude de l'évolution physico-chimique du gaz et des grains de poussière qui constituent la matière interstellaire et intergalactique, activité qui s'est fortement développée au cours des dernières années ;
- Pour ce qui concerne l'univers à plus grande échelle, l'exploration et la compréhension des phénomènes les plus violents rassemble un grand nombre de thématiques : physique des objets compacts et impact sur leur environnement, explosion des astres, trous noirs, nucléosynthèse des nouveaux éléments, accélération des particules, antimatière, ou encore origine du rayonnement cosmique ;
- La compréhension des scénarios de formation et d'évolution des galaxies dans un contexte cosmologique, est également l'un des défis majeurs de l'astrophysique extragalactique (nombreuses techniques observationnelles et utilisation des *télescopes gravitationnels*). L'enjeu scientifique est large et concerne la physique de l'Univers primordial, la question des paramètres cosmologiques et de l'énergie noire, la contrainte des scénarios de formation des structures et de leur évolution ;
- Les applications de l'hydrodynamique aux étoiles, ainsi que l'étude des phénomènes de transport qui s'y déroulent, constituent un axe de recherche très original dans les études stellaires ou solaires. Dans ce contexte, l'étude de l'évolution des étoiles et des atmosphères stellaires, la nucléosynthèse, les phénomènes de transport et les problèmes causés par la nature fluide des objets astrophysiques, se concentrant sur trois effets généraux : la rotation, la turbulence et le champ magnétique.

1.4.2. Enveloppes fluides : océan et atmosphère

Les activités de recherche dans le secteur *océan et atmosphère* (conduites par le LEGOS et le LA, l'IMFT étant impliqué dans les processus de petite échelle et l'océanographie côtière) à l'OMP sont organisées autour de plusieurs grands axes scientifiques. Ces recherches permettent d'améliorer les modèles de circulation et de transport de matière, résultats qui se situent en amont de l'opérationnel et permettent un transfert vers des sociétés publiques ou privées (MERCATOR, CLS, Météo France,

NOVELTIS, etc.). Ces domaines d'étude sont appréhendés par l'observation et la modélisation. L'approche instrumentale s'appuie sur la mesure *in situ* et sur la télédétection depuis l'espace et l'apport des services d'observations. En voici les thématiques clés :

- Variabilité climatique et circulation océanique : mécanismes océaniques responsables de la variabilité du climat aux échelles intra-annuelles à décennales, formation et variabilité des masses d'eau dans l'océan, variations du niveau de la mer, liens entre le changement global induit par l'Homme et les changements des écosystèmes et des cycles biogéochimiques marins incluant impacts, réponses, et rétroactions. Quantification des flux érodés des continents vers la mer et ceux conduisant à la pénétration du CO₂ atmosphérique dans l'océan, ces flux étant très sensibles au changement global ;
- Détection et compréhension des mécanismes physiques et climatiques des systèmes glaciaires, les objectifs recouvrant l'amélioration de la modélisation des écoulements et l'étude de leurs bilans de masse pour déterminer leur rôle sur le niveau moyen des océans et le lien entre l'évolution des glaces antarctiques et la variabilité du climat austral ;
- Océanographie côtière et échanges entre les océans côtiers et du large : dynamiques de la circulation conditionnées par la topographie, les forçages et perturbations internes (rôle de la marée, échanges océan-atmosphère, ondes internes et ondes de tempêtes). Un intérêt particulier est porté aux zones d'*upwellings* côtiers, zones fragiles mais de fort intérêt économique : cet intérêt stimule des recherches sur le couplage basses fréquences-hautes fréquences et l'impact du changement climatique sur les circulations régionales. L'étude des flux entre la marge océanique (d'origine continentale) et l'océan s'inscrit aussi dans ce contexte car elle associe, à plus fine échelle, l'analyse des traceurs aux mesures biogéochimiques, à la physique et aux modèles dynamiques ;
- Processus dynamiques, thermodynamiques et microphysiques gouvernant l'évolution météorologique et le cycle de l'eau atmosphérique, de la petite échelle (convection nuageuse et couche limite planétaire) à celle des perturbations synoptiques ou induites par des effets orographiques, aux latitudes moyennes et tropicales ;
- Physico-chimie de la troposphère et de la basse stratosphère incluant la production naturelle et anthropique, le transport, les flux aux interfaces, l'évolution et l'impact d'espèces chimiques gazeuses et particulaires, les cycles de l'ozone, des oxydes d'azote, des composés organiques volatils, des aérosols carbonés ;
- Étude des processus physiques de petite échelle rencontrés dans l'océan et l'atmosphère (turbulence stratifiée, réflexion/réfraction et déferlement d'ondes de surfaces et internes, mécanismes d'absorption de gaz peu solubles à l'interface air-eau).

1.4.3. Surfaces continentales : eau, sol, végétation, écosystèmes

Cette thématique, ayant pour objectif de répondre aux grandes questions scientifiques qui se posent sur les surfaces continentales, couvre les échanges au sein et entre compartiments, le fonctionnement des communautés et des écosystèmes et leurs interrelations. Elle aborde les questions de gestion des ressources. Plusieurs laboratoires sont impliqués, notamment le CESBIO, l'IMFT, EcoLab et une partie du LMTG et du LEGOS. On y retrouve :

- La détermination des attributs structuraux et fonctionnels des états de surface et de leurs changements aux échelles allant de l'écosystème à la région et la contribution à la modélisation des bilans de carbone, d'eau et d'énergie (paramètres de surface) ;
- La dynamique des couverts végétaux et du cycle de l'eau (dont les glaces), basée sur l'observation géodésique, GPS et satellitale et le développement de modèles de fonctionnement des surfaces continentales intégrant les processus physiques et biologiques ;
- L'étude des processus hydrodynamiques : absorption de CO₂, interaction couche limite-algues, transferts en milieux géologiques hétérogènes ou fracturés : migration de polluants, acidification, hydrologie de surface : modélisation distribuée des crues rapides, développement de modèles couplés hydrologie-géochimie ;
- L'étude des émissions de gaz à effet de serre (barrages, marécages, etc.) ;

- L'étude des transferts d'eau et des éléments associés (matières en suspension, éléments majeurs et traces, carbone) à la surface des continents et à l'interface avec l'océan, ainsi que la modélisation des processus de transfert chimique et isotopique en milieu naturel ;
- L'étude des processus et bilans d'altération-érosion en contexte de changement climatique aux échelles locales (petits bassins expérimentaux) et régionales (bassin de grands fleuves) ;
- La modélisation des transferts de masse et d'énergie à l'interface, aboutissant à des bilans de carbone, de métaux, d'eau et d'énergie (système sol/plante/eau/atmosphère) ;
- La compréhension de l'écodynamique des éléments biogènes (C, N, P) et des polluants (métaux lourds, pesticides) à l'échelle des hydrosystèmes *sensu lato* (du sol au continuum fluvial) et de leurs interactions avec le vivant, de l'échelle de l'organisme à celle des communautés, dans les milieux naturels ou faiblement contaminés jusqu'aux milieux fortement anthropisés ;
- L'étude des relations entre la biodiversité et le fonctionnement des écosystèmes aquatiques et terrestres et de leurs interfaces ;
- L'impact des changements et stress environnementaux (notamment perturbations climatiques, usages des terres, déforestation, régulation des cours d'eau, eutrophisation des milieux aquatiques, pollutions, invasions biologiques) sur la diversité des communautés animales, végétales et microbiennes ;
- Les effets de l'érosion de la biodiversité sur les grands processus fonctionnels (flux de matière ou d'énergie) et sur les services rendus par les écosystèmes aux sociétés humaines ;
- La remédiation écologique de milieux fortement dégradés ;
- L'étude des facteurs contrôlant la dynamique de la biodiversité à différentes échelles spatiales (locales, régionales) et temporelles (saison, siècle) ;
- La gestion et la gouvernance des ressources en eau et des territoires (incluant la biodiversité), ainsi que la modélisation intégrée de l'impact des normes sociales et environnementales ;
- L'élaboration de nouvelles plateformes et de missions spatiales adaptées aux problématiques des surfaces continentales.

1.4.4. Terre interne

Le développement de cette thématique, assuré par les laboratoires LMTG et DTP, est motivé par l'étude de la structure, la composition, la dynamique, la formation et l'évolution de notre planète. La compréhension des mécanismes qui conditionnent les interactions et échanges entre les enveloppes internes de la terre et entre la *terre solide* et les enveloppes fluides, lorsque celles-ci influent sur les cycles géochimiques, est au cœur des questions étudiées. Les réponses apportées s'appuient fortement sur des outils de modélisation, sur la géophysique, la pétrologie, la géologie structurale ou encore la sédimentologie, ainsi que sur des campagnes d'observation de terrain. Ces activités peuvent être liées à des applications sociétales (ressources minérales, risques et aléas, etc.). Les grandes questions abordées concernent :

- La géodynamique et l'étude de la déformation et de l'évolution de la lithosphère continentale en domaine orogénique et de la lithosphère océanique en domaines d'expansion et de point chaud. Ces études s'appuient sur l'observation de structures naturelles et sur la modélisation numérique ;
- La sismologie incluant l'imagerie tomographique de la structure profonde de la Terre (manteau, noyau, graine, discontinuités profondes) et l'étude de la déformation active (sismotectonique, risque sismique, dont la surveillance sismique des Pyrénées) ;
- La pétrologie magmatique s'attachant à caractériser les processus de différenciation de haute température conditionnant ou ayant conditionné l'évolution géochimique de la Terre, des planètes solides et des petits corps rocheux du système solaire. Ce champ s'appuie sur l'étude de cas naturels et sur l'expérimentation en laboratoire ;
- La caractérisation des défauts cristallins, des mécanismes et des lois de transport à l'échelle atomique, la détermination expérimentale des lois de fluage des matériaux du manteau et de la croûte terrestre, des mécanismes et cinétiques de réaction dans les minéraux, des coefficients de partage entre phases solides ;

- L'imagerie hyper-spectrale permettant la détermination à distance (images satellitaires et expérimentations aéroportées) de la composition minéralogique de massifs rocheux en climat aride. Cette approche, couplée aux études de terrain classiques, permet d'appréhender dans sa globalité l'évolution pétrologique de certains secteurs clés de notre planète. Ces aspects servent en outre à valider la cartographie des planètes rocheuses pour lesquels les « vérités terrains » sont absentes ou encore très fragmentaires ;
- La géodésie spatiale et terrestre permettant l'étude de la répartition et des transferts de masses à l'intérieur de la terre et à sa surface ;
- L'étude des interactions eaux-roches au cours de la diagenèse et de l'hydrothermalisme et celle des conséquences de l'altération des roches et de la précipitation des minéraux dans les environnements continentaux et marins, de la croûte à la surface ;
- L'étude des processus hydrogéologiques et de modélisation des processus d'infiltration dans les bassins sédimentaires et en milieux poreux ;
- La reconstitution du climat terrestre pour plusieurs époques clé de l'histoire de la Terre, au cours desquelles l'environnement a subi des variations majeures dues à des événements magmatiques, biologiques, tectoniques ou plus généralement paléogéographiques ;
- La géologie des ressources non renouvelables via la métallogénie (exploration des ressources métalliques - genèse des gisements) et l'étude des bassins sédimentaires au front des chaînes de montagnes (exploration des hydrocarbures) en lien avec les implantations IRD notamment sur les continents Amérique du Sud, Afrique et Asie ;
- Les caractérisations cristallogéniques et cristallogéniques des géomatériaux utilisés dans les industries des matériaux composites en vue de l'amélioration de ces derniers ;
- La synthèse de géomatériaux (micro à nanomatériaux) afin d'éliminer certains défauts présent dans les géomatériaux naturels nuisant à la bonne tenue physique des matériaux composites dans lesquels ils sont insérés.

1.4.5. Environnement, santé et société

Plusieurs laboratoires du pôle (LMTG, LA, Cesbio, EcoLab, IMFT, CERTOP/ECORSE) sont engagés dans des activités de recherche interdisciplinaires sur des questions sociétales cruciales sur l'environnement, la santé et la société (le terme *environnement* devant être compris ici dans le sens *milieu naturel et anthropisé*). Dans ces domaines, ils développent une stratégie originale de coopération avec les laboratoires SHS de la région et à l'étranger. La présence de l'IRD à l'OMP permet par ailleurs un partenariat fort avec les pays d'Amérique du Sud, d'Afrique et l'Inde. Tous les domaines scientifiques (physique, chimie, économie, astronomie et sciences de la planète, sciences du spatial, sciences du signal, sociologie, ingénierie, biologie, médecine) sont concernés par ces enjeux, qui mobilisent très fortement de nombreux organismes (CNRS, CNES, Universités, INRA, CEMAGREF, INSERM, IRD, CEA, etc.).

L'impact de l'homme sur le fonctionnement de la planète tant sur le climat que sur les ressources et la pollution (eaux, sols, air) a déjà et aura des conséquences importantes sur les conditions de vie et sur la santé des hommes, et de manière plus générale sur celle de tous les êtres vivants ainsi que sur la biosphère. Les recherches dans ce domaine ont nécessité de mettre en place un continuum d'équipes de recherche organisées, multi- et transdisciplinaires. Trois axes importants sont développés en synergie avec d'autres acteurs du PRES :

- L'axe *Environnement et Santé*, dont l'ambition est de mener des recherches dans trois thématiques : l'impact de la pollution de l'air et des dépôts secs et humides associés sur les sols, les eaux et les écosystèmes ; l'impact des activités minières et industrielles passées, présentes et futures ; l'approche écotoxicologique ;
- L'étude de la *Vulnérabilité aux Aléas et Risques Environnementaux*. Quels que soient les scénarios de changements climatiques et globaux considérés pour les prochaines décennies, la réduction de la vulnérabilité sociale, écologique ou environnementale constitue un enjeu sociopolitique et scientifique majeur à l'échelle planétaire ;
- La *Modélisation intégrée Société-Environnement*, qui constitue un fort enjeu pour les sciences de l'environnement, car il permettra de développer des modèles intégrant les données physiques, chimiques, biologiques, mais aussi celles issues des sciences humaines et sociales.

1.5. Faits marquants

Les faits marquants présentés recouvrent le spectre des missions spécifiques d'un observatoire des Sciences de l'Univers, à savoir recherche scientifique mais aussi plateformes techniques, services d'observation nationaux et innovation technologique.

Paru dans *Science* : l'étonnant champ magnétique d'une naine rouge

Une équipe internationale d'astrophysiciens a réalisé la première carte magnétique d'une étoile de très faible masse (une naine rouge à 20 années-lumière, ν 374 Pegasi) à l'aide de l'instrument ESPaDOnS, conçu et réalisé à l'OMP et installé au foyer du télescope international Canada-France-Hawaii. Alors que les modèles existants prévoyaient que les mouvements chaotiques de matière dans cette étoile devaient former un champ magnétique complexe et peu organisé, la structure de ce champ est apparue aussi simple que celle d'un aimant. Ce résultat remet en cause nos connaissances sur l'**origine du champ magnétique** de notre propre Soleil. Si les scientifiques pensent que celui-ci pourrait être responsable du petit âge glaciaire subi par la terre du XVI^e au XVIII^e siècles, les mécanismes capables de produire ce champ sont toujours mal compris. Aujourd'hui, l'étude du champ magnétique des étoiles est devenu une nouvelle façon d'explorer et de décrypter le magnétisme solaire et ses éventuelles implications sur le **climat terrestre** ; cette approche s'apparente à celle du médecin qui examine plusieurs patients plutôt qu'un seul pour mieux percer les secrets d'une maladie. Ces résultats sont publiés dans la revue *Science* du 3 février 2006. Contact : LATT.

Spatial : l'humidité de la terre et la salinité de l'océan

La mission SMOS va être lancée en Novembre 2009. Elle a pu voir le jour grâce à la collaboration entre trois groupes toulousains : un industriel (Matra Marconi Space), les spécialistes de traitement du signal du LATT et le LERTS, qui ont proposé un concept instrumental révolutionnaire dans le domaine de l'observation de la terre. Ce nouveau concept va permettre de mesurer de façon directe, quantifiée et mondiale, et ce pour la première fois, deux variables fondamentales : l'humidité superficielle des terres et la salinité des océans. Le CESBIO a porté ce projet en élargissant la collaboration en France (CNRM, INRA, plusieurs laboratoires CNRS et universitaires) et à l'étranger (USA, Canada, EU, Inde, Chine, Japon, Australie, etc.). Les mesures SMOS vont être utilisées avant tout pour améliorer la **prévision météorologique** et la **prévision d'événements extrêmes** (comme les pluies importantes, les inondations, les sécheresses et les vagues de chaleur). Il est certain qu'à terme SMOS verra des applications dans l'évaluation et la prévision des risques (incendies, inondations) et, moyennant des traitements, des utilisations dans la gestion des **ressources en eau**. Les données de salinité auront également des implications certaines pour la compréhension du rôle de l'océan sur le climat, dans le domaine de pêche ou du suivi des exutoires de très grands bassins. Contact : Cesbio, LATT, Legos.

Spatial : de l'origine de l'univers à la formation des planètes

Le programme scientifique spatial européen a conduit en mai 2009 au lancement par Ariane des deux missions Herschel et Planck. En dressant les cartes de l'intensité du rayonnement fossile cosmologique avec une précision atteignant la limite ultime des fluctuations quantiques mesurables, Planck donnera une image de l'Univers au moment de la recombinaison de la matière baryonique et posera des contraintes nouvelles sur la physique des **tous premiers instants de l'univers**. Son instrumentation a posé au CESR un difficile challenge : maîtrise de détecteurs ultrasensibles, contrôle de la température au milliardième de degré, résistance au vide spatial et aux températures extrêmes. Quant à Herschel, le plus grand télescope spatial jamais lancé et dont le spectromètre à haute résolution a été réalisé sous responsabilité du CESR, il va dévoiler les **mondes jeunes** et enfouis de l'Univers en ouvrant complètement le domaine de l'infrarouge lointain et du submillimétrique à l'observation astrophysique. Aujourd'hui situé à plus d'un million de kilomètres de la Terre, il a porté son premier regard sur la galaxie Messier 51, et va désormais s'attaquer aux mystères de la naissance des étoiles et de l'évolution de la vie des galaxies. Contact : CESR.

Service d'observation : les mesures atmosphériques

MOZAIC (*Measurement of OZone and water vapour by Alrbus in-service airCraft*) est un Service d'Observation labellisé par l'INSU. Des instruments automatiques embarqués à bords d'avions de ligne mesurent le contenu atmosphérique en ozone, monoxyde de carbone, oxydes d'azote et vapeur d'eau afin de suivre la composition chimique et de caractériser l'influence des mécanismes naturels et des activités humaines. L'évolution vers un système d'observation globale a donné en 2005 le programme

européen IAGOS (*Integration of routine Aircraft measurements into a Global Observing System*) qui ouvre vers de nouvelles compagnies aériennes avec des instruments de mesure plus légers, plus compacts, plus variés. Reconnu en 2008 **Infrastructure de Recherche Européenne** et **Très Grande Infrastructure de Recherche** au niveau français en 2009, IAGOS établit une structure internationale avec un financement adapté, définit les conditions de déploiement pérenne de l'instrumentation et de transmission des mesures en temps réel, interagit avec les utilisateurs scientifiques et opérationnels, et se place dans le cadre du système mondial d'observations de l'Organisation Météorologique Mondiale. Contact : LA.

Pic du Midi : une station européenne

La station d'observation du Pic du Midi a démontré, une fois de plus, sa capacité de catalyser les efforts communs de la **région Midi-Pyrénées** et des élus locaux avec les forces techniques et scientifiques de l'OMP, à travers plusieurs projets phares développés ces dernières années. Le retour en force des géosciences s'affiche avec la mise en place de radiomètres mesurant les profils de température et d'humidité jusqu'à la stratosphère, les balises GPS mesurant la sismicité des Pyrénées à très long terme dans le cadre d'un **projet européen**, les caméras hypersensibles et rapides détectent les événements lumineux dits *sprites* dans l'ionosphère, le Télescope Bernard Lyot réalise des découvertes pionnières en magnétisme stellaire et la synergie est aujourd'hui internationalement reconnue entre les observations en grand-champ du soleil et celles à haute-résolution des sondes spatiales. Le projet PIRENE, **réserve de ciel sombre**, signé par l'ensemble des élus, préserve la qualité du ciel en réduisant la pollution lumineuse des communes limitrophes et ses répercussions environnementales. Contact : OMP & TBL.

Technologie et innovation : le nano-talc lubrifiant

L'équipe de recherche technologique ERT 1074 Géo-matériaux du LMTG (CIRIMAT associé), a levé un verrou technologique (**Brevet industriel 2009**) en réalisant des matériaux composites incluant des nano-particules synthétiques de talc (3 Brevets 2008), conférant à ces matériaux composites (revêtement de surface) un fort pouvoir lubrifiant à haute température. Il est ainsi possible de contrôler l'organisation en réseau et l'auto-assemblage de particules au voisinage d'une surface, et de contrôler leur orientation et ainsi l'élaboration de matériaux nano-structurés (poreux, composites, hybrides) multifonctionnels. Cet aspect *multifonctionnalité*, en couplant différentes propriétés comme tribologie/résistance mécanique, anti-corrosion/tribologie, conduction/résistance mécanique, performances électrochimiques/réactivité, interfère avec le monde des matériaux et de la chimie des procédés. Les efforts de cette équipe de recherche technologique ont été récompensés par 2 premiers **prix de l'innovation** à la région Midi-Pyrénées. Contact : LMTG.

Recherche finalisée avec l'industrie : écotoxicologie de nouveaux matériaux

Les nanotubes de carbone (NTC) sont de nouveaux matériaux industriels dont la production constitue un réel enjeu économique, mais dont les propriétés leur confèrent un statut de contaminant émergent. Le partenariat établi par l'une des équipes d'EcoLab avec une équipe du CIRIMAT (spécialisée dans la synthèse chimique des NTC) et la société ARKEMA-France (dont la production annuelle dépasse 10 tonnes de NTC) a conduit à la création en 2009 du **Laboratoire Commun NAUTILE** : NAnotubes et écoToxicologie. L'objectif de cet accord spécifique de collaboration CNRS recherche/industrie est d'évaluer le risque environnemental de ces matériaux très particuliers à l'aide de plusieurs modèles biologiques, notamment le modèle amphibien. Les premiers travaux publiés conduits à EcoLab démontrent toute la difficulté d'acquisition des résultats dans le contexte de milieux aquatiques contaminés par ces matériaux, ainsi que les limites actuelles liées au déficit de méthodes de caractérisation de ces nano-structures manufacturées. Contact : EcoLab.

2. ÉLÉMENTS DE PROSPECTIVE

Le projet présenté fait essentiellement ressortir les points nouveaux devant être réalisés ces prochaines années et les actions scientifiques transverses. Les contours scientifiques très cohérents du pôle UPEE faciliteront les relations déjà privilégiées avec les EPST et EPIC, à savoir : l'INSU/CNRS, le CNES, l'IRD, l'INPT et aussi le nouvel InEE/CNRS. Rappelons également qu'une évolution majeure, en relation avec les tutelles, est menée autour des laboratoires de Planétologie, d'Astrophysique et de Sciences de la Terre de l'OMP : deux grands laboratoires émergent de cette réflexion, avec la création d'un laboratoire des Géosciences et Environnement et d'un laboratoire d'Astrophysique et de Planétologie.

2.1. Les grandes directions des prochaines années

L'**Astronomie** se trouve confrontée à de nouveaux défis scientifiques avec, en particulier, l'exigence d'une meilleure connaissance de la matière qui compose l'univers, de la compréhension de la formation et de l'évolution des galaxies et de la maîtrise des conditions physiques extrêmes dans l'univers. Les défis pour la **Planétologie** se situent dans la poursuite des efforts sur l'étude des exoplanètes et l'exploration des planètes du système solaire.

Pour les **Sciences de la Planète**, trois grands défis sont posés : 1) comprendre et modéliser les mécanismes-clés (physiques, chimiques, biologiques et leur couplage) qui régissent les différents sous-systèmes terrestres (océan, atmosphère, cryosphère, ionosphère, hydrosphère, biosphère, Terre interne) ; 2) comprendre et modéliser le fonctionnement global de notre planète avec toutes les interactions entre les différents systèmes, prévoir les événements intenses ; 3) analyser le rôle de l'homme sur le fonctionnement de la planète en abordant les questions d'impact de l'activité humaine sur l'environnement (santé, ressources, etc.).

La réponse à ces grands enjeux a pour conséquence de renforcer les stratégies mises en place ces dernières années tant à l'INSU qu'à l'OMP. En effet, il faudra renforcer notre **capacité d'observation** de l'univers et de notre planète sur de courtes et longues échelles de temps. Cette nécessité d'observation passe par le renforcement du développement instrumental *in situ*, au sol, mais aussi dans l'espace. Enfin, un enjeu commun à l'ensemble des disciplines consistera à accroître les capacités en **modélisation** et en simulations numériques répondant aux besoins de disposer d'outils opérationnels pour prévoir, anticiper et, pour certaines thématiques, gérer risques, aléas et crises.

Pour mener l'ensemble des missions nationales et internationales spécifiques d'observation à long terme, conduites à l'OMP en relation avec l'INSU, il est important de s'assurer que les projets ainsi que les financements permettent leur réalisation. Les évolutions concernant les **Services d'Observation** (voir document spécifique en annexe) vont aussi dépendre en partie de la réflexion en cours au niveau national. En particulier, la communauté scientifique, pour répondre à la question majeure environnementale, doit mettre en place de nouveaux systèmes d'observation sur la biodiversité et le fonctionnement des écosystèmes.

Si la réflexion présentée dans les documents des laboratoires aborde la prospective à l'intérieur de chaque domaine scientifique, est présentée ici celle du pôle, visant à la mise en place de projets communs, à l'animation scientifique et à la mutualisation. Rappelons qu'une des missions de l'OMP en tant qu'Observatoire des Sciences de l'Univers, et par conséquent une des missions que se fixe le pôle UPEE, consiste à affermir des **actions structurantes au niveau régional et international**. Dans ce domaine, mentionnons quatre actions importantes pour le futur, concernant l'ensemble des laboratoires du pôle :

- affichage d'un partenariat renforcé avec le CNRM à Météo France et collaborations étroites avec la Maison des Sciences de l'Homme et de la Société de Toulouse (MSHS-T) et avec l'ISAE ;
- renforcement d'un axe stratégique autour de la thématique « environnement, santé, société » avec un fort affichage vers les milieux très fortement anthropisés (villes, pollutions, etc.) ;
- renforcement de la visibilité internationale qui passera par le développement de formations à l'étranger et par la création de nouveaux laboratoires mixtes internationaux.
- maintien d'un positionnement international très fort de l'OMP dans les domaines de compétence en instrumentation spatiale et au sol.

Une politique active sera menée pour la **mutualisation**, grâce à un important effort consenti sur le calcul scientifique et la gestion des bases de données. Notamment, la création à l'OMP d'un centre de données en relation avec Météo France pourra assurer la gestion de grandes campagnes de terrain au niveau international. Cette politique s'appuiera en outre sur la plate-forme CALMIP et celle à venir du RTRA. De même, l'instrumentation mutualisée lourde des laboratoires (ICPMS, spectrométrie de masse, etc.) sera renforcée. Une attention particulière sera portée aux **investissements**, tant du point de vue scientifique que pour les besoins en sécurité et pour les nouveaux bâtiments. Ceux-ci, tout comme les plateformes environnementales et spatiales (CPER) ainsi que le projet de réalisation d'un bâtiment d'enseignement dédié à l'environnement (Plan campus) renforceront la science et la formation dans le domaine de UPEE. Sur le plan de la **gouvernance**, les directions des différents laboratoires partenaires du pôle seront mutuellement associées aux différents conseils (par exemple, représentations croisées OMP-IMFT-CERTOP).

2.2. Les axes scientifiques transverses

Huit actions scientifiques transverses, structurantes pour les communautés pour ce qui est de la recherche et de ses outils ainsi que des ambitions à entrer dans des dispositifs internationaux, existent à l'intérieur du pôle UPEE. Elles présentent des attaches mutuelles fortes, sont amenées à être développées ou consolidées et ont vocation à être élargies à d'autres acteurs de l'Université, du PRES et de Météo France. Ces actions, résumées ci-dessous, sont présentées en détail dans le document quadriennal de prospective de l'OMP.

Géodésie spatiale

Le développement de la géodésie spatiale est le fruit d'une longue collaboration entre le CNES et les structures de recherche de l'OMP. Démarrée il y a plus de trente ans avec les premières missions spatiales d'observation de la Terre et de positionnement par satellite, cette collaboration se traduit par l'accueil permanent d'équipes d'ingénieurs du CNES et par de nombreuses activités de recherche et de formation communes. Cette thématique verra son champ d'application élargi progressivement vers l'océanographie, l'hydrologie, la glaciologie, la dynamique terrestre, la tectonique, la volcanologie, la géologie, et la géophysique interne et externe, renforçant les interactions existantes, structurées, informelles ou latentes, entre les différentes équipes susceptibles de construire des approches communes dans ces domaines d'applications variés. Cette démarche permettra de soutenir la pluridisciplinarité autour de la géodésie spatiale et de promouvoir la visibilité d'une recherche toulousaine spécifique et originale. Cet axe s'appuie sur un potentiel humain important avec plus de vingt chercheurs et ingénieurs.

Biodiversité et écosystèmes

L'humanité traverse actuellement deux crises majeures que sont l'érosion de la biodiversité et les changements globaux. La nécessité de coordonner les efforts de recherche dans ce domaine a conduit à la création d'un Observatoire de la Biodiversité et des Écosystèmes (OBE) regroupant les unités d'écologie du pôle toulousain (EcoLab-OMP, EDB et Station d'écologie expérimentale de Moulis), centré sur la composante vivante des écosystèmes et ancré dans l'InEE du CNRS. Ses missions concernent, d'une part la constitution de bases de données à partir d'observations ancillaires permettant d'accéder à une dimension historique de l'évolution de la biodiversité et du fonctionnement des écosystèmes sur une période fortement impactée par les changements climatiques et diverses perturbations anthropiques, d'autre part la mise en place de nouvelles observations permettant d'apprécier au mieux l'impact des forçages externes, ceci en donnant une attention particulière aux projets à fort ancrage régional. Le traitement de l'ensemble de ces données permettra le développement de modèles permettant de simuler différents scénarios d'évolution en réponse aux changements globaux et aux perturbations anthropiques. De nombreux projets scientifiques transversaux devraient voir le jour à travers OBE.

Environnement, santé, société

Parmi les questions sociétales, celle de l'environnement est devenue un enjeu majeur, en raison des problèmes à la fois de vulnérabilité des sociétés face aux risques et d'acceptabilité sociale de certaines activités. Sur le plan de la vulnérabilité, l'impact humain sur le fonctionnement de la planète (climat, ressources et pollution) aura et a déjà des conséquences importantes sur la biosphère et les conditions de vie et de santé de tous les êtres vivants. Du coup, les activités humaines sources de risques environnementaux soulèvent des interrogations sur leur acceptabilité, ce qui conduit à la transformation des processus de décision en lien avec les contestations citoyennes. Il convient donc d'analyser les enjeux et les formes de la mobilisation civique ainsi que la façon dont les pouvoirs publics et les acteurs économiques prennent en compte ces contestations, notamment à travers la concertation publique visant à surmonter les désaccords. Les recherches dans ces domaines nécessitent la mise en place d'un continuum d'équipes de recherche multidisciplinaires. Le campus de Toulouse, soutenu par des organismes nationaux, CNRS, IRD, INSERM et INRA, dispose du potentiel de recherche qui lui permet d'être ambitieux. Il possède des compétences sur l'observation des milieux naturels, la modélisation de l'évolution de notre planète, le traitement des pollutions, l'étude de l'impact des activités humaines. Le campus dispose également de compétences sur l'ensemble des dimensions (économiques, sociologiques, etc.) du problème environnement-santé, à différentes échelles spatiales et temporelles. La force de ces équipes du pôle sera aussi de s'appuyer sur des partenaires institutionnels fortement présents localement tels que Météo France, CNES, ONERA, Agence de l'eau Adour Garonne, mais aussi sur de nombreux industriels.

Cycle de l'eau continentale

La description précise du cycle de l'eau sur les terres émergées, à différentes échelles spatiales et temporelles, est une composante fondamentale de la prévision météorologique et climatique, la gestion des ressources en eau de la planète pour la consommation domestique et industrielle, l'irrigation, la production d'énergie hydroélectrique, la prévision des inondations et des sécheresses, la navigation fluviale, l'étude des processus d'érosion et de transport de matière dans les bassins versants. Cependant, la connaissance fine des variations spatiales et temporelles des flux et stocks d'eaux continentales, des échanges d'énergie et de masse entre la basse atmosphère et les sols, et des phénomènes hydrodynamiques à l'échelle des bassins versants, est encore limitée. Plusieurs projets de recherche ont déjà été menés entre les acteurs du pôle, dans un cadre national ou international, en combinant observation spatiale, observation *in situ* et modélisation. Plus que jamais, UPEE apparaît comme cadre idéal pour fédérer les recherches sur le cycle de l'eau, grâce au nombre important des groupes de recherche impliqués en interne, son approche multidisciplinaire et son association avec d'autres acteurs incontournables au niveau régional (CNRM). Un objectif ambitieux pour les prochaines années est de développer un pôle Hydrologie spatiale reconnu à l'échelle européenne.

Océan et couplages

L'étude des eaux côtières et littorales est aujourd'hui un enjeu majeur pour comprendre l'impact anthropique sur la ressource marine dans un contexte de changement climatique, et pour appréhender, sous la forme d'un continuum, les échanges entre le continent et les océans du large. Un groupe de travail et de réflexion est déjà structuré autour de méthodes et chantiers communs et a débouché notamment sur un ensemble cohérent d'outils dédiés à la modélisation côtière et aujourd'hui labellisé par l'INSU. Des évolutions sont engagées vers un élargissement des échelles traitées dans le domaine du cycle de la matière en provenance du continent, transférée et transformée sur le plateau continental et éventuellement exportée vers les grandes profondeurs. L'évolution des moyens de calcul rend possible de proposer de modéliser un large domaine cohérent à haute résolution via la création d'un grand chantier permettant de réunir les acteurs et les compétences du groupe. Ce chantier s'étend de l'Atlantique Est depuis le Golfe de Gascogne et prend en compte l'ensemble du bassin Méditerranéen occidental ainsi qu'une zone clé pour les échanges entre les bassins : la zone Gibraltar. Il s'appuie sur des grands programmes nationaux et internationaux dans lequel les collaborations seront multiples.

Analyse et traitement de données

Les méthodes d'observation jouent un rôle central dans l'étude des milieux naturels (océan, atmosphère, ciel ou terre) et s'assortissent de développements additionnels spécifiques, faisant appel à des compétences croisées en informatique, traitement du signal et des images, mathématiques appliquées et analyse numérique. La question du traitement de l'information se pose déjà bien souvent au moment même de la définition d'un instrument, de ses objectifs scientifiques, de ses performances attendues. On comprend ainsi pourquoi le développement de méthodes et d'outils d'analyse et de traitement de données est devenu l'un des enjeux des sciences de l'univers avec les grands équipements du futur, se situant bien au-delà d'une simple mise au point technologique. Dans l'ensemble des laboratoires du pôle, des chercheurs, ingénieurs et étudiants sont confrontés à de telles thématiques. Unis dans une démarche interdisciplinaire, ils pourront trouver dans cette action transverse un lieu d'échanges, de formation, d'enrichissement, et donc de création. Ils profiteront des compétences croisées de l'ensemble des participants en apportant les motivations des applications dans tous les domaines des sciences de l'univers. Dans le cadre d'un partenariat renforcé avec l'OMP, Météo France et l'ISAE souhaitent également participer à cette action transverse.

Géochimie des isotopes stables non-traditionnels

Les résultats apportés par la mesure des compositions isotopiques, permettant de dater et de comprendre les processus majeurs de la formation du système solaire et de l'évolution de la terre, ont été fondamentaux pour la connaissance de l'univers et de notre planète. Une révolution a eu lieu depuis environ 15 ans grâce aux progrès analytiques qui permettent à présent de mesurer les variations de composition isotopique de nombreux éléments chimiques. Les travaux déjà réalisés sur ce sujet à l'OMP ont permis de montrer que certains isotopes « non-traditionnels » offrent la possibilité d'étudier sous un angle nouveau des grandes questions scientifiques comme par exemple la formation du noyau des planètes telluriques, l'adsorption de métaux sur les membranes de micro-organismes, le cycle des polluants dans l'environnement, la différenciation des magmas silicatés, le

dégazage des volcans, la mesure de la composition isotopique du fer dissous dans les océans. Cette dynamique a conduit à développer une activité de recherches inter-laboratoires qui se poursuivra sur l'étude des fractionnements indépendants de la masse des isotopes du mercure, l'exploration de la géochimie isotopique du fer dans les océans et les eaux continentales et l'étude de l'effet de la formation du noyau de la Terre sur les signatures isotopiques du fer et du silicium à l'échelle planétaire. Une part importante du travail portera sur la modélisation des fractionnements observés par des méthodes de calcul *ab initio*.

Molécules et grains : du laboratoire à l'univers

Les interactions chimiques dans le milieu interstellaire entre les gaz et les grains de matière isolés jouent un rôle important pour comprendre la formation des étoiles et des planètes ainsi que les origines de la vie. Cependant, les modèles astrophysiques pour décrire ces processus manquent considérablement de données fondamentales. Celles fournies par les données spatiales ou au sol nécessitent impérativement de s'adjoindre des dispositifs expérimentaux de laboratoire pour en mener l'interprétation. L'action « molécules et grains » rassemble des astrophysiciens, des géochimistes, des minéralogistes, des physiciens et des chimistes. Elle met en jeu une palette très complémentaire de dispositifs expérimentaux, d'outils théoriques et d'expertise autour de l'étude des propriétés physico-chimiques de macromolécules, agrégats et nanograins. Les années à venir verront le renforcement et l'association de nouvelles équipes (cas du LAPLACE) autour de deux grands thèmes fédérateurs : production et caractérisation des nanoparticules et processus dynamiques impliquant des macromolécules et nanograins carbonés. Ces études fondamentales auront des retombées importantes pour les travaux sur le cycle de la matière cosmique ainsi que sur les analyses chimiques et isotopiques et les datations des minéraux. Ces travaux sont menés à l'OMP autour de la plate-forme nanograins (PIRENEA et ESPOIRS - voir annexe) et du service ICP-MS (en particulier le dispositif femtoseconde - *Laser Ablation Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometer*)

2.3. Les plateformes mutualisées

2.3.1. Plate-forme d'analyses géochimiques et minéralogiques

La mutualisation des équipements géochimiques démarrée il y a plus de 15 ans fonctionne parfaitement avec la mise en place de comité d'utilisation pour chacun des équipements et la coordination des demandes de financement annuelles. Dans tous les services et sur tous les équipements, on note une nette augmentation des demandes d'analyse. La proximité des appareils, leur fonctionnement en continu grâce à l'entretien, la maintenance préventive et l'assistance des personnels techniques rend leur utilisation plus simple et plus performante, même pour les chercheurs inexpérimentés. Cet effet va se poursuivre compte tenu des restructurations en cours qui vont rendre les équipements encore plus accessibles. De nouveaux équipements mi-lourds sont indispensables dans la période à venir. Ils compléteront l'utilisation très importante qui sera faite de la plate-forme PRES de micro-caractérisation portée par le RTRA.

- **ICP-MS (*Ion coupled Plasma Mass spectrometer*)** : l'ICP-MS haute résolution sera complémentaire par rapport au parc analytique actuel et permettra l'analyse de spéciation des métaux par couplage Chromatographie Gazeuse.
- **Microsonde/MEB (*Microscope électronique à balayage*)** : le remplacement de la microsonde est prévu dans le cadre de la création d'une plate-forme de caractérisation sur le campus de Montaudran par le RTRA-STAE où elle sera alors couplée dans le même service avec une nanosonde FEG (Financement RTRA, 1 million d'euros).
- **TIMS (*Spectromètre de masse Thermo-Ionisation*)** : le changement de type d'appareil pour acquérir un TRITON (Finnigan) est une priorité pour l'OMP. Il s'agit à la fois d'une jouvence et d'une amélioration substantielle des capacités analytiques.

2.3.2. Plate-forme PIRENEA-ESPOIRS

PIRENEA, "Piège à Ions pour la Recherche et l'étude de Nouvelles Espèces Astrochimiques", est une plate-forme destinée à étudier la physico-chimie interstellaire et cométaire en liaison avec les observations astronomiques. Elle permet par ailleurs d'aborder des études pluridisciplinaires relatives à la chimie et la physique. Il s'agit de reproduire en laboratoire une caractéristique fondamentale qui est l'absence de collisions sur des temps longs. La technique utilisée est celle d'une cellule ICR (*Ion*

Cyclotron Resonance) avec analyse par spectrométrie de masse. Les espèces sont piégées sous l'action conjuguée d'un champ magnétique et d'un champ électrique quadripolaire. L'expérience comprend ainsi un aimant supraconducteur (5 Tesla), une enceinte à ultravide avec des écrans cryogéniques, un laser d'ablation pour la production des ions et une électronique d'excitation et de détection. D'autres dispositifs sont (ou seront - projet ESPOIRS) couplés à la partie centrale afin de permettre des études de physico-chimie (photodissociation, réactivité chimique, etc.) et de spectroscopie : laser accordable, lampe spectrale et injecteur de gaz.

2.3.3. Plate-forme de mécanique des fluides environnementale

Citons enfin, même s'il ne s'agit pas à proprement parler d'un outil communautaire au même titre que les deux précédentes, la Plate-forme de Mécanique des Fluides environnementale de l'IMFT qui sera réalisée en 2010 dans le cadre du CPER. Elle comprendra trois laboratoires et sera destinée à l'étude des processus hydrodynamiques environnementaux de petite échelle et aux interactions entre écoulements et milieu vivant (biofilm, algues, coquillages, poissons, etc.). Elle recevra des installations expérimentales spécifiques pour l'étude fine des écoulements littoraux ou de rivière à l'aide de métrologies optiques avancées. Les recherches qui s'y dérouleront seront pour la plupart menées en partenariat avec des laboratoires du pôle UPEE, Météo France, l'ONERA et le CEMAGREF.

3. OMP / UPEE : les missions spécifiques de l'OMP et les moyens associés

Dans le domaine des sciences de la planète et de l'univers, le volet recherche est naturellement porté par le pôle UPEE. Celui lié aux nécessités d'observation s'affiche dans le cadre des missions spécifiques de l'Observatoire Midi-Pyrénées qui est un OSU.

Les Observatoires des sciences de l'Univers (OSU) ont été créés pour garantir la pérennité des tâches d'observation en établissant des structures regroupant des moyens humains, techniques et financiers (article 33 de la loi de 1984). Les OSU recouvrent les domaines de l'astronomie et de la planétologie, le Système Terre, les aléas et risques et l'impact de l'activité anthropique sur l'environnement. Dans ce cadre, l'INSU labellise et finance des services nationaux pérennes (Services d'observation, Sites instrumentés, Codes numériques mutualisés), chargés de recueillir des données, d'en contrôler la qualité et d'en assurer la diffusion auprès d'utilisateurs scientifiques, nationaux et internationaux. Il exerce également une responsabilité vis-à-vis du Conseil National des Astronomes et Physiciens (CNAP), qui recrute des personnels dont les tâches de service statutaires doivent s'exercer auprès des services nationaux labellisés.

En tant qu'OSU, l'Observatoire Midi-Pyrénées développe des instruments et des services d'observation pour les Sciences de la Planète et de l'Univers. Très actif dans ce domaine, l'OMP assure la responsabilité de 24 services et bénéficie des moyens financiers et humains particuliers pour les mener à bien. Ces services d'observation recouvrent l'ensemble des quatre grands domaines scientifiques de l'Institut, à savoir : Astronomie/Astrophysique, Océan/Atmosphère, Sciences de la Terre, Surfaces Continentales.

Si la stratégie de l'OMP a toujours été de conserver ses services d'observation à proximité des chercheurs, et donc dans les laboratoires, son rôle est prioritairement d'en assurer leur bon fonctionnement, via ses conseils et au travers de la dotation du ministère et du soutien en personnels CNAP (chercheurs) et ITARF (ingénieurs et techniciens).

Les personnels du CNAP affectés à l'OMP (40 agents) assurent les *tâches de service* définies dans ce cadre, et un certain nombre de leurs activités sont également incluses dans des services répartis sur plusieurs observatoires à rayonnement national ou international et pour lesquels l'OMP est un partenaire reconnu.

Il est important de rappeler que l'OMP est également responsable de la maintenance et du développement des plateformes instrumentées du Pic du Midi et de Lannemezan, également exploitées pour les formations de Master.

PLATE-FORME ASTRONOMIQUE DU PIC DU MIDI

Cinq coupoles observent le ciel régulièrement : 3 nocturnes et 2 solaires. Le Soleil est suivi par deux instruments : la lunette Jean Rösch et un coronographe. Chacun apporte une combinaison unique au niveau international (imagerie à grand champ de la granulation solaire (CALAS), suivi de l'activité de la couronne solaire (CLIMSO)). Les coupoles nocturnes regroupent un télescope de 60 cm et un télescope de 1 m spécialisés dans l'étude des petites planètes de notre système solaire (astéroïdes, comètes, objets trans-neptuniens), et dans le suivi des étoiles variables. Le télescope national de 2 m (Télescope Bernard Lyot : TBL) est le plus grand télescope astronomique sur le sol métropolitain. Observatoire de tout premier plan au niveau international grâce à son instrument Narval en place depuis 2007, il mesure les champs magnétiques des étoiles avec une précision inégalée jusqu'à présent.

PLATE-FORME ATMOSPHÉRIQUE CRA-PIC

L'OMP dispose de deux sites dédiés à l'expérimentation en physique de l'atmosphère, le Centre de Recherche Atmosphériques (CRA) situé près de Lannemezan (65) et le Pic-du-Midi. Grâce aux moyens humains disponibles, aux infrastructures et aux capacités d'accueil de ces deux sites, des observations de dynamique et de chimie atmosphériques y sont régulièrement conduites. Ces sites sont également utilisés pour l'accueil d'expériences et pour la formation d'étudiants.

- **Le centre de recherches atmosphériques** : les recherches s'articulent autour de trois thèmes scientifiques : le cycle de l'eau et l'électricité atmosphérique, le vent et la dynamique troposphérique, la physico-chimie de l'atmosphère. Le centre abrite des observations à long terme avec une station de Météo France, des radars profileurs de vent du réseau national, l'observation des "sprite" dans le cadre d'un réseau européen et le suivi de l'ozone dans le réseau NDACC. Le site permet enfin de mener des développements instrumentaux.
- **Le Pic du Midi** : il permet à la fois des observations au-dessous des couches les plus denses de l'atmosphère, donne une visibilité à très grande distance (plusieurs centaines de kilomètres), et révèle des processus typiques des régions montagneuses comme les vents de pente. Ce site est un des rares sites européens d'altitude. Il accueille le service *Pollution Atmosphérique à Échelle Synoptique*, effectue des mesures sur l'électricité et héberge une station opérationnelle de Météo France mesurant les variables de base de la météorologie.

L'OMP a l'ambition de poursuivre la politique de ces dernières années consistant à maintenir ou à créer des services d'observation de très fort impact scientifique et labellisés par l'INSU (citons par exemple nécessité de développer des systèmes d'observations sur le fonctionnement des écosystèmes). Cela passera nécessairement par des fléchages en personnels et des dotations financières spécifiques. Les points importants qui fonderont la politique pour les prochaines années sont les suivants :

- profiter des **sites uniques** et très complémentaires du Pic du Midi et de Lannemezan pour en faire une plate-forme intégrée au niveau européen ;
- soutenir l'intégration des systèmes d'observation dans des **dispositifs européens ou internationaux** ;
- assurer les moyens pour la **réalisation de projets majeurs** tels que le centre opérationnel pour les données Chemcam (NASA/CNES) ;
- profiter des occasions favorables avec le lancement de l'appel d'offres du CIOE sur de **nouveaux services d'observation** en soutenant le projet porté par ECOLAB ;
- participer activement aux discussions sur les **évolutions du fonctionnement** au niveau national pour les services en OASIC (Océan Atmosphère et Surface et Interface Continentale) et AA (Astronomie et Astrophysique) ;
- affermir la structure fédérative d'appui au **développement instrumental lourd spatial et sol** dans le cadre de dispositifs internationaux et des grandes Agences (ESA, ESO, etc.).

LISTE DES LABORATOIRES DU PÔLE UPEE

Institut de mécanique des fluides de Toulouse - IMFT
Équipes "environnement et milieux naturels"
Unité Mixte CNRS/INP/UPS

Directeur : Jacques Magnaudet

17 chercheurs et enseignants-chercheurs, 7 ITA-ITAOS

- Hydrologie de surface
- Ondes, turbulences et environnement
- Milieux poreux, biofilms

Laboratoire d'Aérodynamique - LA
Unité Mixte CNRS/UPS

Directeur : Franck Roux

38 chercheurs et enseignants-chercheurs, 29 ITA-ITAOS
16 doctorants et post-doctorants, 6 CDD

- Dynamique, physique et physico-chimie de l'atmosphère
- Océanographie côtière

Laboratoire d'études en géophysique et océanographie spatiales - LEGOS
Unité Mixte CNES/CNRS/IRD/UPS

Directeur : Yves Du Penhoat

42 chercheurs et enseignants-chercheurs (dont 6 CNES), 24 ITA-ITAOS (dont 4 CNES)
23 doctorants et post-doctorants, 6 CDD

- Océanographie physique et chimique
- Hydrologie de surface
- Glaciologie

Centre d'étude spatiale des rayonnements - CESR
Unité Mixte CNRS/UPS

Directeur : Jean-André Sauvaud

52 chercheurs et enseignants-chercheurs, 48 ITA-ITAOS
28 doctorants et post-doctorants, 25 CDD (dont 9 CNES)

- Astrophysique et science spatiale

Laboratoire dynamique terrestre et planétaire - DTP
Unité Mixte CNRS/UPS

Directeur : Georges Ceuleneer

21 chercheurs et enseignants-chercheurs (dont 1 CNES), 17 ITA-ITAOS (dont 7 CNES)
9 doctorants et post-doctorants

- Dynamique terrestre et planétaire

Laboratoire d'astrophysique Toulouse-Tarbes - LATT
Unité Mixte CNRS/UPS

Directrice : Sylvie Roques

34 chercheurs et enseignants-chercheurs, 23 ITA-ITAOS
30 doctorants et post-doctorants, 9 CDD

- Astrophysique et modélisation
- Signal-image

Télescope Bernard Lyot - Pic du Midi - TBL
Unité de service et de recherche CNRS/UPS

Directeur : Rémi Cabanac

1 chercheur et 15 ITA-ITAOS, 1 CDD

- Physique stellaire
- Gestion TBL, moyen national

Centre d'études spatiales de la biosphère - CESBIO
Unité Mixte CNRS/CNES/IRD/UPS

Directeur : Yann Kerr

31 chercheurs et enseignants-chercheurs, 26 ITA-ITAOS
9 doctorants et post-doctorants, 7 CDD

- Télédétection des surfaces continentale
- Couplages modèles-télédétection
- Missions spatiales

Laboratoire des mécanismes et transferts en géologie - LMTG
Unité Mixte CNRS/IRD/UPS

Directeur : François Martin

88 chercheurs et enseignants-chercheurs, 41 ITA-ITAOS
60 doctorants et post-doctorants, 15 CDD

- Sciences de la terre et de l'environnement

Laboratoire d'écologie fonctionnelle - ECOLAB
Unité Mixte CNRS/INPT/UPS

Directeur : Éric Chauvet

51 chercheurs et enseignants-chercheurs, 29 ITA-ITAOS
28 doctorants et post-doctorants, 13 CDD

- Écologie
- Hydrobiologie
- Biogéochimie

Centre d'études et de Recherches Travail Organisation Pouvoir - CERTOP
Équipe COmmunication Risques Santé Environnement - ECORSE
Unité Mixte CNRS/UT2/UPS

Directeur : Jens Thoemmes

10 chercheurs et enseignants-chercheurs
6 doctorants et post-doctorants

- Risques environnementaux et société

Observatoire Midi-Pyrénées - OMP
Unité Mixte de Service CNRS/UPS/CNES/IRD

Directeur : Bernard Dupré

72 ITA-ITAOS

- Appui à la recherche en sciences de l'univers

Pôle Sciences du Vivant

Les recherches en sciences du vivant ont pour but de décrypter l'ensemble des mécanismes de base de la vie, de comprendre les processus de développement des différents organismes, d'élucider les comportements et les interactions entre les différentes espèces et le milieu environnant. L'Université Paul Sabatier, par sa taille et son rayonnement, a été amenée à s'impliquer dans ces différents champs de recherche. Au cours des vingt dernières années, l'explosion des connaissances a permis, à partir de recherches fondamentales performantes inter-champs thématiques, de développer des recherches appliquées dans les domaines de la santé, des agro-industries et de l'environnement. Ces diversités applicatives sont reflétées par l'appartenance des laboratoires aux différents EPST. Le pôle de recherche des sciences du vivant fédère ainsi l'ensemble des compétences pour réaliser des recherches cognitives et appliquées d'excellence aux niveaux moléculaire, cellulaire, organisme, et population.

1. COMPÉTENCES ET THÈMES FÉDÉRATEURS

Le pôle est fortement structuré autour de réseaux d'excellence et de compétences complémentaires. Il rassemble plus de 1200 permanents (830 chercheurs, enseignants-chercheurs et 380 ITA et IATOS) dont les travaux couvrent l'ensemble des champs thématiques de la biologie. La structuration de ce pôle a été impulsée par la création, il y a plus de 10 ans, d'un réseau GENOTOUL (Génopole Toulouse Midi-Pyrénées), ayant pour but la mise en place de plates-formes de haute technologie performantes pour l'ensemble de la communauté scientifique. Toulouse a aussi été leader dans le domaine de la formation des doctorants en biologie, par la création de l'une des premières écoles doctorales *Biologie Santé Biotechnologie* dont l'organisation a par la suite été reproduite dans d'autres universités.

1.1. Compétences

Les compétences du pôle des sciences du vivant recouvrent l'ensemble des champs thématiques de la biologie, pouvant se décliner schématiquement de la façon suivante :

- **Molécules, machines moléculaires et nanotechnologies** : biologie structurale (RMN, cristallographie), biophysique, Assemblage et dégradation de complexes macromoléculaires, métabolisme des protéines, protéomique, métabolisme des lipides, dynamique des systèmes membranaires.
- **Organisation et expression des génomes** : architecture et dynamique des génomes. recombinaison, transposition. Maintenance des génomes. Réparation. Chromatine et épi génétique. Contrôle de l'expression génique.
- **Cellules : communications et interactions** : prolifération, différenciation et plasticité. Cellules souches. Architecture, compartiments. Signalisation. Interactions hôtes pathogènes/symbiotes. Connectivité cérébrale. Énergétique.
- **Biologie intégrative** : micro-environnement cellulaire et tissulaire. Biologie du développement des animaux, de l'homme et des plantes. Physiologie des grandes fonctions (animale et végétale). Régénération tissulaire. Neurosciences perceptivo-motrice et cognitives. Modélisation des molécules aux individus.
- **Systèmes complexes** : biologie des populations. Évolution et biodiversité. Modélisation des systèmes écologiques. Éthologie des individus et des groupes sociaux. Cognition distribuée. Auto-organisation. Modélisation des groupes d'individus.
- **Dysfonctionnements et remédiation** : dysfonctionnement des grandes fonctions. Physiopathologie. Handicap et aide au handicap. Pharmacologie et thérapeutique. Réhabilitation.

1.2. Thèmes Fédérateurs

La volonté de développer une recherche fondamentale d'excellence et de répondre aux demandes socio-économiques a conduit les équipes de recherche à s'organiser en réseaux autour de plusieurs thèmes fédérateurs à la base d'un rayonnement scientifique international, sur le plan de la recherche fondamentale comme dans les domaines d'application de la santé et des agro-sciences.

Tous les laboratoires du pôle sont impliqués à la fois dans une recherche fondamentale et finalisée. Mais les objectifs des EPST auxquels sont associées ces unités diffèrent. Certains définissent leurs axes de recherche pour apporter une réponse à une demande sociétale (par exemple les maladies pour les unités INSERM) ou pour développer les connaissances fondamentales dans les domaines de la biologie (par exemple le CNRS). C'est donc la position du curseur entre l'aspect fondamental et finalisé de la recherche qui varie d'une unité à l'autre en fonction de l'EPST auquel elle est associée.

1.2.1. Biologie moléculaire et structurale

Depuis plus de trente ans, une recherche compétitive au niveau international sur les rapports structure-fonction des macromolécules a été développée en synergie avec le CNRS, chez les eucaryotes (LBME, CBD, IPBS, LBCMCP) et chez les procaryotes (LMGM, IPBS). Les principaux points forts concernent la stabilité et la variabilité des génomes, les mécanismes régulant l'expression des gènes, la caractérisation fonctionnelle de petits ARNs non codants, la structure dynamique de la chromatine et des ribonucléo particules, la détermination de structures tridimensionnelles de protéines et de complexes protéines-ADN en relation avec leur fonction, la dynamique de l'assemblage des récepteurs membranaires, la caractérisation d'interactions cible protéique/ligands et le développement de nouveaux ligands (plate-forme PICT, avec l'IPBS, la chimie de l'ITAV et le criblage à haut débit CNRS-Pierre Fabre). En outre, sont étudiés les voies de signalisation cellulaires, les réseaux géniques, l'architecture cellulaire, la dynamique des complexes macromoléculaires. Les approches de biologie structurale occupent une place majeure via la RMN solide et liquide, la cristallographie (IPBS), la microscopie électronique (LBME) et la protéomique pour l'analyse de complexes de macromolécules (IPBS, IFR40, IFR 150). Ces recherches s'appuient aussi sur la plateforme de technologie de pointe en imagerie photonique et électronique, couvrant des échelles de temps de la nanoseconde à la journée et de taille de la molécule unique au petit animal, en passant par les niveaux cellulaires et tissulaires (IFR109 : CBD, LBME, LBCMCP, IPBS, IFR40). Il est à noter que ces unités sont responsables de trois plates-formes labellisées Genotoul (niveau régional) et IBiSa (niveau national), les plates-formes PICT, Toulouse RIO imaging (TRI) et Protéomique, qui regroupent et coordonnent l'ensemble des moyens mi-lourds de Toulouse dans leurs domaines respectifs.

1.2.2. Biologie intégrative

L'essor des connaissances en biologie résultant des différentes approches thématiques et méthodologiques utilisées pour la compréhension du vivant impose de mettre en commun et de synthétiser les résultats obtenus par des approches moléculaires citées plus haut et des approches dans des systèmes intégrés comme la cellule et l'animal entier. A partir des interactions scientifiques entre les laboratoires de biologie moléculaire, biologie structurale, biologie du développement et physiologie, un premier regroupement a été opéré afin de favoriser la pluridisciplinarité, les passerelles entre domaines et la rationalisation des moyens et savoirs. Les programmes de recherche centrés sur l'étude des bases moléculaires de la diversification fonctionnelle des génomes (IFR109) visent à comprendre les mécanismes fondamentaux du vivant dans des systèmes intégrés. Ils s'intéressent aux bases génétiques, moléculaires et cellulaires du développement animal normal et de son évolution physiologique ou pathologique (CBD, MPM), aux maladies neurodégénératives (IPBS, CBD), au cancer (IPBS, LBME, CBD, LBCMCP), aux maladies génétiques (LBME, MPM) et aux interactions hôtes pathogènes (LMGM, IPBS). Les modèles d'études sont remarquablement divers, depuis les organismes unicellulaires jusqu'à des modèles animaux invertébrés et vertébrés. Dans tous les cas, les thématiques de recherche fondamentales des laboratoires sont potentialisées par la synergie des outils et la complémentarité des questions scientifiques. Ainsi, les recherches se font, au-delà du domaine propre à une unité, dans un cadre de décloisonnement enrichissant. Dans le futur, le regroupement de six laboratoires (IPBS, LBME, LMGM, CBD, LBCMCP et le CRCA) se concrétisera institutionnellement par une Fédération de recherches en Biologie, dont l'un des objectifs majeurs est la construction du bâtiment de Biologie Intégrative (site 118, route de Narbonne), inscrite dans le plan campus.

1.2.3. Neurosciences et comportement

Le développement des recherches en Neurosciences sur Toulouse a concrétisé les opérations structurantes en Sciences Cognitives et Neurosciences Cliniques soutenues par les tutelles et l'ensemble des acteurs régionaux. A l'heure actuelle, un réseau d'excellence en neurosciences reconnu internationalement s'érige sur le site toulousain autour des trois laboratoires fondateurs de l'IFR96 Sciences du Cerveau (CerCo, INSERM U825, Octogone), de la fédération de neurologie de Toulouse, et de deux laboratoires (CRCA et PRISSMH). Le CerCo s'intéresse principalement aux problématiques de cognition et perception visuelle chez les primates et aux interactions entre vision et autres modalités sensorielles, l'unité INSERM U825 centre ses recherches sur l'imagerie cérébrale et les handicaps neurologiques chez l'homme. Octogone s'intéresse au comportement verbal chez l'homme à partir d'approches relevant de la linguistique, neurolinguistique et psycholinguistique, à la cognition sociale et à la psychopathologie et le CRCA étudie les problématiques de cognition individuelle, notamment apprentissage et mémoire, et cognition distribuée, dans divers modèles animaux. Enfin, le LAPMA centre ses recherches sur l'acquisition, l'auto-organisation et la transmission des habiletés perceptivo-motrices chez l'humain, et sur les troubles de la coordination manuelle ou de l'écriture.

Cet ensemble de laboratoires établit ainsi divers continuums allant des neurosciences fondamentales aux neurosciences cliniques, des systèmes naturels aux systèmes artificiels, et des modèles animaux aux patients. Le réseau résultant permet la mise en relation de thématiques liées à la perception, l'apprentissage, la mémoire, la motricité et le langage, dans lesquelles les équipes toulousaines ont une visibilité internationale incontestable.

L'aide au handicap et à tous les dysfonctionnements cérébraux est l'objectif sociétal de l'IFR96 dont le cœur est situé à Purpan. Cette opération s'est structurée grâce à deux CPER successifs. Ces objectifs bénéficieront ainsi pleinement de l'apport du pôle de neurosciences cliniques et du pôle céphalique des hôpitaux de Toulouse, prévus en immédiate proximité dans le bâtiment Pierre-Paul Riquet (ouverture 2012). Ils bénéficient également de l'apport plus fondamental d'unités de la Fédération de Biologie (CBD, IPBS, MPM) sur les thèmes du développement neural, de la neurogénèse et des pathologies dégénératives du système nerveux.

1.2.4. Microbiologie, immunologie, maladies infectieuses, maladies inflammatoires

L'émergence continue d'agents infectieux (viraux ou bactériens) nouveaux et/ou résistants aux thérapies existantes maintient un besoin constant de nouveaux moyens de lutte. Ceci passe par une meilleure compréhension de la biologie de ces micro-organismes, et de leurs interactions avec leurs hôtes. Localisés sur plusieurs sites toulousains, les laboratoires de recherche en microbiologie et immunologie de l'UPS constituent une communauté reconnue internationalement sur ces thématiques. Au niveau de la Fédération de Biologie sur le site de Rangueil, les équipes du département Mécanismes Moléculaires des Infections Mycobactériennes de l'IPBS et celles du LMGM regroupent plus de 60 chercheurs en biochimie, génétique et génomique des micro-organismes, ainsi que sur les connaissances fondamentales sur les mycobactéries et leurs interactions avec le système immunitaire de leurs hôtes. Au-delà de l'UPS, cette communauté de microbiologistes est déjà fédérée au sein d'un réseau de microbiologistes Toulousains, MicroBioToul, où ils sont associés aux chercheurs des sites d'Auzeville (IFR40), de l'INSA Toulouse, et de l'ENVT. MicroBioToul contribue également aux échanges entre les microbiologistes toulousains, ainsi qu'à l'animation scientifique.

L'évolution de nos sociétés voit également l'incidence de maladies inflammatoires chroniques (asthme, dermatite atopique, psoriasis, maladie de Crohn, etc.), en rapport ou pas avec des agents infectieux, croître de façon constante. Les maladies d'origine dysimmunitaire (diabète, polyarthrite rhumatoïde, sclérose en plaques, etc.) ont une incidence élevée et un impact social considérable. La compréhension et le traitement de ces affections représentent donc un défi majeur, auquel la communauté scientifique du site hospitalier de Purpan, en cohérence avec la présence sur le site des services de Médecine (Maladies Infectieuses, Pédiatrie, Médecine Interne, Rhumatologie, Neurologie) et des laboratoires hospitaliers concernés, a choisi de faire face. Le pôle Immunologie, Inflammation et Infection (3I), identifié comme une des thématiques fortes du nouvel IFR de Recherche BioMédicale de Toulouse (IFR150), réunit actuellement l'activité de douze équipes rattachées au Centre de Physiopathologie de Toulouse-Purpan CPTP, INSERM/UPS U563 ou à l'UDEAR, ou à l'UPS (EA3034, JE2510). La plus large part de ces équipes, ainsi qu'une nouvelle équipe de bactériologie, participeront à la création d'un Centre de Recherche Inserm/UPS, centré sur les thématiques du pôle 3I. D'autres, sous la bannière de l'UDEAR, développeront de manière synergique, une recherche

génétique, physiopathologique diagnostique et thérapeutique, principalement axée sur les maladies ostéo-articulaires et les maladies des épithéliums, en étroite collaboration avec le Centre Européen de Recherche sur la Peau et les Epithéliums de Revêtement (UPS/CHU/groupe Pierre Fabre) et Pierre Fabre Dermo-Cosmétique.

1.2.5. Maladies cardiovasculaires et métabolisme

Les maladies métaboliques et les maladies cardiovasculaires associées représentent la première cause de mortalité et de morbidité en France comme dans tous les pays industrialisés. L'évolution des modes de vie vers une plus grande sédentarité, les changements d'alimentation et l'allongement de la durée de vie, annoncent une véritable explosion de ces maladies au point de représenter un enjeu majeur économique et de santé publique. Depuis de nombreuses années, la recherche toulousaine est très bien positionnée dans ce domaine sur le plan national et international. L'originalité tient dans le continuum allant des recherches sur les facteurs de risque jusqu'aux complications pathologiques. Cette continuité se traduit par des projets portant sur l'étude des mécanismes moléculaires, la recherche pré-clinique sur des modèles animaux et la recherche clinique et épidémiologique. La plupart des équipes travaillant dans le domaine des maladies métabolique et cardiovasculaires sont regroupées au sein de l'Institut de Médecine Moléculaire de Rangueil I2MR regroupant plus de 290 personnes. Actuellement, l'I2MR est constitué de seize équipes de recherche, dont trois (*Métabolisme et Obésité, Remodelage cardiaque et rénal, Biologie vasculaire et athéromatose*) sont centrés sur l'axe de recherche *maladies métaboliques et cardiovasculaires* et une (*Cancers épithéliaux, angiogénèse et signalisation*) développe une thématique *cancer*. Le potentiel toulousain dans la recherche métabolique et cardiovasculaire est complété par deux équipes (*Lipoprotéines, transport lipidique et dyslipidémies, et Signalisation et phosphoinositides dans les cellules hématopoïétiques*) actuellement rattachées au Centre de Physiopathologie de Toulouse-Purpan CPTP et par l'équipe *Épidémiologie de l'athérosclérose et des maladies cardiovasculaires : facteurs de risque et prise en charge par la population* de l'Unité INSERM U558.

L'ensemble de ces équipes partage la même philosophie multidisciplinaire de la recherche qui va des approches les plus fondamentales jusqu'à la clinique. Cette approche *du laboratoire à la clinique au laboratoire* bénéficie de la localisation géographique des équipes de recherche sur les sites hospitalo-universitaires. Le souci de transfert et valorisation de la recherche est également démontré par les nombreuses collaborations avec l'industrie pharmaceutique (Sanofi-Aventis, Pierre Fabre, Servier, Glaxo-SmithKline Beecham, etc.) et la création de start up (Urosphere et Physiogenex).

1.2.6. Cancer

La recherche sur le cancer constitue l'un des thèmes forts et fédérateurs des Sciences du Vivant à l'UPS. Les équipes mixtes entre Université et CNRS (IPBS, LBME, LBCMCP, CBD) ou Inserm (CPTP, I2MR) développent depuis de nombreuses années une recherche en cancérologie fondamentale compétitive au plus haut niveau international. Elles ont une expertise reconnue dans plusieurs domaines : instabilité génétique et mécanismes de réparation de l'ADN, petits ARNs non-codants et régulation de l'expression génique, signalisation cellulaire de l'oncogénèse, points de contrôle du cycle cellulaire et prolifération, angiogénèse et microenvironnement tumoral.

Depuis 2007, les équipes impliquées dans la recherche sur le cancer participent activement au Réseau Thématique de Recherche et de Soins *Recherche et Innovation Thérapeutique en Cancérologie* (RTRS-2RITC) qui fédère l'ensemble des forces de recherches fondamentales et cliniques du CHU et de l'Institut Claudius Regaud et par là-même, structure l'espace de recherche toulousain en Cancérologie. Par ailleurs, elles sont fortement impliquées dans la création d'un centre de recherche qui sera localisé (horizon 2012) sur le site du Cancéropôle de Langlade. Ce nouveau centre de recherche aura vocation à attirer de nouvelles équipes internationales, travaillera en synergie avec les unités CNRS/UPS de la Fédération de Recherche en Biologie impliquées dans la recherche sur le cancer (IPBS, LBME, CBD, LBCMCP), et les services du CHU très fortement impliqués en cancérologie, au sein du RTRS-2RITC *Toulouse-Cancer* et de l'Association *Toulouse Cancer Campus* dont le directoire définit la stratégie de l'ensemble du partenariat public/privé et recherche/soin de Toulouse-Langlade.

Participant à la création d'un campus toulousain de cancérologie, impliqué dans la dynamique du cancéropôle Grand-Sud-Ouest et du pôle de compétitivité *Cancer-Bio-Santé*, ce réseau devrait largement contribuer à faire de Toulouse et de l'UPS l'un des fers de lance de la recherche française en cancérologie.

1.2.7. Environnement et agrobioscience

Plusieurs défis majeurs devront être relevés au 21^{ème} siècle : il faudra notamment être capable de nourrir une population mondiale d'environ 9 milliards d'habitants tout en préservant notre environnement, ses réserves d'eau et sa biodiversité. Les solutions scientifiques et techniques à de tels enjeux seront nécessairement pluridisciplinaires. Dans ce contexte, les communautés scientifiques toulousaines travaillant en biologie végétale et en écologie ont décidé de se rapprocher. Elles se sont regroupées dans un institut fédératif de recherche (IFR40). Les trois unités UPS de l'IFR40 (SCSV, EDB, ERT132) représentent près de la moitié (105) du total des personnels permanents de l'IFR. Elles sont reconnues internationalement pour leurs études sur l'évolution, la diversité biologique, les interactions plantes-microorganismes, la signalisation cellulaire et le développement des plantes.

Des négociations sont en cours pour formaliser un rapprochement entre le LIPM (UMR CNRS-INRA), un grand laboratoire de l'IFR40 étudiant les interactions entre les plantes et les micro-organismes symbiotiques ou pathogènes, et l'UPS. Le laboratoire ECOLAB, dédié à l'étude combinée du fonctionnement des communautés et des écosystèmes et de leurs interrelations, ne fait pour le moment pas partie de ces regroupements, mais ses compétences en écologie fonctionnelle devraient naturellement justifier des liens forts avec l'ensemble des laboratoires toulousains du domaine.

Ces différentes forces sont une partie d'un ensemble plus vaste, le *Pôle vert* (environ un millier de personnels permanents) qui regroupe une soixantaine de laboratoires répartis dans plusieurs établissements (essentiellement INP et INRA). Ce pôle est fortement structuré par l'école doctorale SEVAB, le GIS Toulouse AGRI campus et le pôle de compétitivité Agrimp Innovation.

2. LES GRANDS PROJETS ET LEURS ACTEURS

2.1. Fédération de Recherche en Biologie de Toulouse

La Fédération de Biologie comprend six UMR CNRS/UPS dont quatre issues de l'IFR 109 (CBD, LBME, LMGM, LBCMCP) et le CRCA et l'IPBS qui, à partir de leur localisation commune à Rangueil, ont choisi de se regrouper dans une Fédération de Recherche pour relever les enjeux en biologie, en tirant profit du décloisonnement interdisciplinaire. Elle regroupera près de 600 personnes et aura une forte visibilité sur le plan international. Elle contribuera aussi à accroître le transfert des résultats issus de la recherche fondamentale vers les applications dans les domaines des biotechnologies et de la santé : cancer, neurosciences, maladies infectieuses. Elle aura pour mission d'élaborer une politique scientifique commune permettant d'attirer de nouvelles équipes et de poursuivre avec les écoles doctorales BSB et CLESCO une offre de formation intégrant l'ensemble des thèmes de recherche. Une politique volontariste d'amplification de l'ouverture aux autres disciplines, déjà amorcée, permettra de faire bénéficier la recherche en biologie de toutes les avancées. Ces unités se répartissent sur deux sites géographiquement proches (site 118 au cœur du campus universitaire et site 205)

2.1.1. Le site 118

Ce site regroupe les quatre laboratoires qui constituent actuellement l'IFR 109 dont les travaux concernent l'exploration fonctionnelle des génomes, ainsi que le Centre de recherche sur la cognition animale (CRCA) qui est rattaché à l'IFR96. Ce regroupement compte 260 permanents. Les recherches réalisées dans ces unités vont de l'étude des grands mécanismes moléculaires à celle des systèmes biologiques complexes et des organismes. Elles s'intéressent en particulier à :

- L'étude des processus régissant l'organisation, l'évolution et l'expression des génomes des bactéries et des bactériophages (LMGM) ;
- L'étude du contrôle génétique et épigénétique de l'expression des gènes eucaryotes, (LBME) ;
- L'étude des bases génétiques, moléculaires et cellulaires du développement animal, de son évolution, des processus oncogéniques et des maladies neurodégénératives avec une démarche intégrative utilisant divers modèles animaux et cellulaires (CBD) ;
- L'étude des mécanismes du contrôle de la prolifération cellulaire et des points de contrôle du cycle cellulaire, et leur relation avec le cancer (LBCMCP) ;
- L'étude des processus cognitifs chez divers modèles animaux allant des invertébrés aux vertébrés (CRCA).

2.1.2. Site 205 : IPBS

L'IPBS (150 permanents) a pour mission de contribuer à la caractérisation des mécanismes fondamentaux contrôlant le fonctionnement des systèmes organisés par l'analyse de relations structure-fonctions de macromolécules à des fins pharmacologiques. L'un des objectifs majeurs de cet institut est d'identifier, caractériser et valider de nouvelles cibles pharmacologiques dans deux domaines thérapeutiques majeurs, le cancer et les maladies infectieuses (tuberculose). A partir de janvier 2011, l'Institut sera organisé en trois départements, avec un département central de *Biologie structurale, biophysique - Protéomique* qui travaillera en interaction étroite avec les deux autres départements (*Cancer* et *Infections mycobactériennes*).

2.1.3. Futurs développements pour la Fédération de recherche en Biologie de Toulouse

L'objectif prioritaire du projet porté par la Fédération de Biologie est la création dans un nouveau bâtiment jouxtant l'Institut de Biologie Cellulaire et de Génétique (IBCG, abritant LMG et LBME), d'un lieu unique associant recherche forte et transversale, enseignement et interfaces avec le monde socioéconomique. Ce **Centre de Biologie Intégrative** aura pour vocation, d'une part, d'accueillir des équipes de recherche concernées par l'étude intégrée des mécanismes moléculaires et cellulaires qui président au développement, à la reproduction, aux grandes fonctions physiologiques et cognitives des organismes animaux et à leur évolution, et d'autre part de créer un département transversal *Biologie des systèmes* qui constituera un lieu d'échange et de collaboration étroite entre biologistes, mathématiciens et physiciens spécialistes des systèmes complexes. La biologie des systèmes combine des approches expérimentales et théoriques dans lesquelles la modélisation mathématique et la simulation jouent un rôle central. Elle ouvre ainsi une nouvelle ère dans l'étude et la compréhension du fonctionnement des organismes vivants. Ceci doit aussi permettre d'encourager le rapprochement de l'étudiant de niveau Master avec la recherche et le monde socio-économique.

En lien étroit avec le département transversal Biologie des Systèmes, la création de la **plateforme MIBS** (Mathématique, Informatique et Biologie Systémique) vise à créer un forum dont le but sera de dynamiser les interactions interdisciplinaires par des échanges et des mises en réseau autour des axes bio-statistique et bio-informatique liées au génome, imagerie biologique et médicale, systèmes complexes et modélisation, mathématiques, informatique, physique, etc... La structure institutionnelle du projet n'est pas encore arrêtée, et elle devra rester souple pour les acteurs tout en leur permettant d'affirmer leur implication.

Le développement du *Toulouse Cancer Campus* constitue une chance unique de créer un site fort en Cancérologie. Les équipes de la Fédération (Département Biologie du Cancer de l'IPBS, du LBCMCP, LBME et CBD) qui mènent une recherche amont en cancérologie seront, au sein du **RTRS 2RITC Toulouse Cancer**, des partenaires majeurs dans l'opération *Cancéropôle*. La fédération contribuera également activement à ce réseau via ses plates-formes IBISa de Protéomique et Biologie Structurale/Criblage (PICT) (site 205) et d'imagerie (site 118).

2.2. Institut Fédératif des Sciences du Cerveau de Toulouse (IFR96)

L'IFR 96 (Sciences du Cerveau de Toulouse) fédère un noyau de laboratoires : une UMR INSERM-UPS et une UMR CNRS-UPS qui vont se regrouper sur le site de Purpan, le pôle de Neurosciences Cliniques du CHU de Toulouse, une EA UPS (LAPMA) située à Rangueil, et une EA de l'Université du Mirail (Octogone). Le CRCA est ancré à Rangueil dans la fédération de biologie, mais rejoint l'IFR Sciences du Cerveau de Toulouse à un niveau conceptuel et disciplinaire. Cet Institut regroupe ainsi 160 permanents rattachées à l'UPS, au CHU et à l'Université du Mirail et fonctionne en lien avec trois écoles doctorales : Comportement, Langage, Éducation, Socialisation, COgnition (CLESCO), Génie Électrique, Électronique et Télécommunications (GEET) et Biologie, Santé, Biotechnologies (BSB). L'une de ses ambitions est d'associer, de manière complémentaire, une recherche fondamentale chez l'Homme et l'animal à une recherche plus finalisée. Dans un tel contexte, diverses fonctions cérébrales (langage, motricité, vision) sont étudiées à travers de multiples méthodologies qui nécessitent tout à la fois des approches cliniques et thérapeutiques, des approches expérimentales, chez l'animal (rongeurs, singes marmousets et macaques), l'homme sain et le patient, et des approches *computationnelles*. L'originalité des recherches résulte de la collaboration étroite entre des disciplines diverses telles que les neurosciences cognitives, la neurophysiologie intégrative, la neuropsychologie, la linguistique, la neurologie clinique, la pharmacologie, la neuroanatomie,

l'hémodynamique cérébrale et la biologie du développement. L'éventail des approches techniques offertes sur le site de Purpan est plus directement adapté aux unités travaillant essentiellement sur l'Homme et le Primate. L'IFR a mené une opération structurante financée par deux CPER et concrétisée par l'ouverture prochaine du **Toulouse Neurocampus**. La première phase de ce projet a permis la réhabilitation du Pavillon Baudot de l'hôpital de Purpan pour y installer un plateau technique unique en Europe. Il est articulé autour d'une IRM 3T dédiée recherche chez l'homme et le primate, d'une animalerie primates aux normes européennes et de salles d'exploration cérébrale et autres expérimentations dédiées à l'homme et au singe vigile. Il permettra le regroupement sur site des deux principales unités fondatrices (U825 et CerCo) qui bénéficieront de la proximité des pôles de recherche clinique et du centre d'investigation clinique. Ce site mettra à disposition de chacune des autres formations de l'IFR une antenne scientifique (ouverture prévue pour 2010).

2.3. Institut Fédératif de la Recherche Bio-Médicale de Toulouse (IFRBMT ou IFR 150)

Le nouvel Institut Fédératif de la Recherche Bio-Médicale de Toulouse (IFRBMT) vient de voir le jour. Adossé aux deux centres de recherche mixtes Inserm/UPS que sont le CPTP à Purpan et l'I2MR à Rangueil, il rassemblera de nombreux partenaires (CNRS, INRA, CHU de Toulouse, EFS, Institut Claudius Régaud, etc.) et au total plus 750 personnes. Issu de la fusion des deux IFR 30 et 31, l'IFRBMT renforcera notamment la synergie entre équipes et à mutualiser les moyens dont disposaient déjà chaque laboratoire. L'INRA (IHAP INRA/ENVT et la future UMR INRA/INP TOXALIM) participe à cette fédération.

2.3.1. Institut de Maladie Métabolique et Cardiovasculaire ou I2MC (180 permanents)

Dans le cadre de la politique de site visant au regroupement de ses thématiques de recherche, I2MR intégrera les deux équipes (*Lipoprotéines, transport lipidique et dyslipidémies* et *Signalisation et phosphoinositides dans les cellules hématopoïétiques*) actuellement sur le site Purpan. Ces deux grosses équipes vont se réorganiser en fonction de la stratégie scientifique de l'I2MR. A cette occasion, une plateforme de lipidomique sera ouverte à l'ensemble de la communauté toulousaine. L'intégration d'autres équipes, spécialisées dans les domaines des cellules souches et du développement, est envisagée pour 2015. Le départ du Département Cancer et l'arrivée de ces deux nouvelles équipes permettra de bénéficier d'une homogénéité thématique de site centrée sur les maladies métaboliques et cardiovasculaires. De ce fait, l'I2MR représentera un institut unique en France regroupant des équipes travaillant sur les facteurs de risque et leur complications cardiovasculaires, notamment l'obésité, le diabète, les dyslipidémies, la thrombose, l'athérosclérose, l'angiogénèse, l'insuffisance rénale et cardiaque. L'autre originalité de l'I2MR est la possibilité de pouvoir transférer les résultats obtenus en recherche fondamentale à la clinique. En effet, la localisation sur le site de Rangueil des pôles cliniques *cardiovasculaire et métabolique* a permis d'établir des liens forts et des collaborations étroites entre fundamentalistes et cliniciens. Le développement de la recherche clinique a été également favorisé par une contribution très significative du CIC 9302 et de son antenne de biothérapie, qui a mis à disposition ses compétences et sa logistique pour plusieurs protocoles de recherche proposés par les équipes de Rangueil.

La stratégie de valorisation de la recherche effectuée par les équipes de l'I2MR a permis la création de deux start-up, Urosphere et Physiogenex. Pour le futur, il faudra renforcer cette stratégie et donner aux chercheurs et étudiants tous les moyens pour le développement d'entreprise en relation avec les activités de recherche. Toujours dans cette optique, il serait souhaitable de développer un partenariat avec l'École Supérieure de Commerce de Toulouse (ESC) afin de mettre en place une formation à la création d'entreprise pour les étudiants.

En conclusion, le projet d'évolution de l'I2MR est en continuité avec les axes de recherche qui ont permis la croissance et la reconnaissance des équipes du site Rangueil. La stratégie de regroupement thématique des équipes de recherche fondamentale et clinique seront sans doute un atout de taille pour augmenter la compétitivité et la visibilité de l'axe de recherche métabolique et cardiovasculaire toulousain.

2.3.2. Immunologie, inflammation, infection et génétique : 3IG

Le pôle immunologie, inflammation, infection et génétique (3IG), identifié comme une des thématiques phares de l'IFR30 puis du nouvel IFR de Recherche BioMédicale de Toulouse, regroupe sur le site hospitalo-universitaire de Purpan les principales forces toulousaines travaillant sur l'immunologie, les affections inflammatoires et infectieuses et la génétique humaine. Ce regroupement thématique est en parfaite cohérence avec les orientations médicales du site Purpan permettant le développement de partenariats solides et durables entre services cliniques et équipes de recherche. Cet axe thématique regroupe onze équipes mixtes Inserm/UPS du CPTP, une équipe CNRS, une équipe INRA/école vétérinaire et trois équipes universitaires. Au total, il réunit l'activité de plus de 200 personnes dont 60 chercheurs, universitaires ou hospitalo-universitaires.

Les principaux axes de recherche portent sur l'activation et la différenciation du lymphocyte T, l'immunologie de la gestation, l'immunopathologie expérimentale et humaine et les relations hôtes/pathogènes. Ils portent également sur la génétique humaine de traits complexes : défauts génétiques du métabolisme du fer, anomalies de la réfraction oculaire et anomalies de la croissance osseuse. Chacune de ces thématiques s'appuie sur un effort transversal de développement de méthodes de statistique génétique réalisant à la fois un outil et une thématique propre de recherche. La nature de ces thèmes de recherche, leur développement sur un site hospitalier et la forte participation d'hospitalo-universitaires au sein de ce pôle soulignent le souci de faire dialoguer la recherche fondamentale et la recherche clinique physiopathologique ou thérapeutique. Le pôle des 3IG offre ainsi un cadre unique au développement de recherche translationnelle. Cette activité est également rendue possible par la qualité des plates-formes technologiques du site (zootechnie, histopathologie expérimentale, cytométrie en flux, imagerie cellulaire), la complémentarité des compétences et la forte visibilité nationale et internationale des acteurs. L'ambition est de prolonger cet élan et de réaliser des opérations structurantes permettant l'attraction et l'intégration d'équipes d'immunologie, d'infectiologie et de génétique.

2.3.3. UDEAR : Unité Différenciation Epidermique et Autoimmunité Rhumatoïde

L'actuelle UDEAR, seconde composante de l'IFRBMT sur le site de Purpan, étudie la biologie de l'épiderme et diverses maladies dermatologiques, ainsi que la polyarthrite rhumatoïde. Elle est fortement impliquée dans le Centre Européen de Recherche sur La Peau et les Épithéliums de Revêtements (partenariat UPS/CHU de Toulouse/Groupe Pierre FABRE). Elle collabore étroitement avec l'Institut Fédératif de Biologie de Purpan et avec l'industrie du diagnostic biologique (biomériaux). Composée de 18 permanents, ses recherches sont génétiques et physio-pathologiques, mais aussi diagnostiques et thérapeutiques. Elle s'apprête à accueillir de nouveaux chercheurs et de nouvelles équipes, pour développer ses thèmes de recherche en cohérence avec l'installation sur le site de Purpan du Département de Rhumatologie.

2.3.4. Centre de Recherche en Cancérologie

Le centre de recherche sur le cancer de Toulouse (CRCT) représentera un important laboratoire de recherche multi-institutionnel dédié à la cancérologie, associant l'INSERM, le CNRS et l'UPS. Il couvrira un large spectre d'activités de recherche, s'étendant des aspects moléculaires les plus fondamentaux de la cellule tumorale jusqu'à la recherche translationnelle et l'innovation thérapeutique en cancérologie. A moyen terme (2015) il hébergera à peu près 350 chercheurs au sein de laboratoires incluant de nombreuses plates-formes technologiques et notamment une importante animalerie. Une trentaine d'équipes de recherches hautement compétitives, d'origine toulousaine, nationale et internationale, vont développer leurs travaux, répartis au sein de quatre pôles : oncologie moléculaire et génétique du cancer, biologie tumorale, hématologie & immunologie des tumeurs, et thérapeutiques expérimentales.

L'expertise scientifique des équipes présentes sera renforcée par l'accès facilité à des plates-formes technologiques locales (IFR150) et le voisinage immédiat de la Clinique Universitaire du Cancer (CUC). A son ouverture, prévue pour l'automne 2012, ce centre hébergera autour de vingt équipes de recherches, représentant environ 200 personnes. Le CRCT ambitionne ainsi de devenir un centre de recherche cancérologique de classe mondiale.

2.3.5. TOXALIM

TOXALIM représente la mise en commun des ressources en toxicologie alimentaire. Le potentiel humain correspond à environ une centaine de permanents. Cette demande de création correspond à la réunion de quatre unités INRA rattachées aux départements Alimentation Humaine (AlimH) et Santé Animale (SA) et de l'apport d'une équipe de génotoxicologues venant du CNRS (IPBS, UMR 5089). L'objectif de cette structuration consiste à développer une activité de recherche à visibilité européenne en toxicologie des contaminants chimiques retrouvés dans l'alimentation humaine ou animale. TOXALIM développera en conséquence une analyse de toxicité chronique induite par ces contaminants mobilisant des activités de recherche allant de la physiologie aux analyses métabolomique, transcriptomique et d'imagerie cellulaire. TOXALIM limite le champ des effets physiopathologiques induits par les toxiques aux perturbations endocriniennes et métaboliques et à la caractérisation des étapes précoces de la cancérogenèse. Ainsi TOXALIM a établiera des interactions avec les équipes de l'IZMR, de la fédération de biologie et du CRTC.

2.3.6. STROMALAB

L'objectif est de mettre en place un ensemble de dimension internationale allant de la recherche à la production de cellules souches mésenchymateuses de la moelle osseuse et des tissus adipeux pour la médecine régénératrice. Le projet a pour but de comprendre comment le stroma et plus particulièrement les cellules stromales/souches mésenchymateuses participent au maintien de l'intégrité tissulaire et aux processus de régénération. Le tissu adipeux sera étudié en comparaison de la moelle osseuse, prise comme tissu modèle. Le site regrouperait l'ensemble des acteurs de la filière allant de la recherche cognitive aux applications thérapeutiques. Celles-ci couvrent aussi bien les maladies dégénératives que le traitement des effets secondaires de traitements anticancéreux (ablation du sein, insuffisance cardiaque à l'adryamicine). Les partenaires seront l'université, le CNRS, l'INSERM et l'Établissement Français du Sang, connu pour son expertise dans l'ingénierie cellulaire et les produits dérivés du sang à usage thérapeutique. Constitué au départ de deux équipes, ce projet a pour vocation d'attirer des équipes extérieures pour accroître les compétences dans le domaine de la régénération. Il est d'ores et déjà unique au niveau européen, en interconnexion avec d'autres centres européens d'excellence au travers de plusieurs programmes européens (CASCADE, REBORNE, ADIPOA) ce qui lui assure une visibilité internationale immédiate.

2.3.7. Recherche Clinique

Une activité importante de Recherche Clinique est conduite au CHU de Toulouse, que ce soit au Centre d'Investigation Clinique ou au sein des différents services de spécialités. L'organisation en pôles du CHU a contribué à rassembler les activités de recherche par grande spécialité. Cette recherche est souvent adossée à des équipes INSERM (parfois CNRS) présentes sur les deux grands sites Hospitaliers de Rangueil-Larrey et de Purpan. Cependant, une fraction de cette recherche ne trouve pas toujours sa contrepartie préclinique au sein des laboratoires de recherche (comme la psychiatrie, les maladies des voies respiratoires, l'anesthésiologie-réanimation) et une réflexion est en cours au sein de la Direction de la Recherche Clinique afin d'optimiser le développement de ces disciplines.

2.4. Institut Fédératif d'Études et de Recherches Interdisciplinaires Santé Société : IFERISS

Les objectifs de l'IFERISS sont de renforcer l'activité de recherche et de formation interdisciplinaire sur les questions de santé et société, ainsi que d'établir des liens entre la recherche, les politiques de santé publique et les professionnels de santé. Trois axes forts sont abordés : 1) recherches sur les services de santé et particulièrement leurs interactions avec les usagers ; 2) recherches sur les liens entre santé et travail ; 3) recherches sur le rapport à la santé, au corps et les normes. La question des inégalités sociales de santé est sous-jacente et transversale à ces trois thèmes. La perspective est de développer un pôle toulousain de recherches interdisciplinaires sur les liens entre santé et société. Les formations de recherche de l'IFERISS ont également pour vocation de répondre aux besoins de connaissance, d'études et de recherche des collectivités territoriales. L'IFERISS est aujourd'hui constitué de quinze équipes de neuf laboratoires labellisés (INSERM, CNRS, EA des) trois universités toulousaines) d'épidémiologie et santé publique, de sociologie et anthropologie, de psychologie, d'ergonomie, droit, sciences politiques (80 permanents). L'IFERISS est une demande de création, mais fonctionne depuis deux ans avec des recherches financées et une animation scientifique régulière.

2.5. Environnement et Agrobiosciences

Plusieurs défis majeurs du siècle devront être relevés : il faudra notamment être capable de nourrir une population mondiale d'environ 9 milliards d'habitants tout en préservant notre environnement, ses réserves d'eau et sa biodiversité. Les solutions scientifiques et techniques à de tels enjeux seront nécessairement pluridisciplinaires. En particulier, ces défis environnementaux ne pourront être relevés qu'en améliorant en profondeur la connaissance du fonctionnement des systèmes écologiques à différentes échelles de temps et d'espace. Les unités de l'UPS dans ce domaine adoptent l'approche fondamentale qui seule peut permettre d'acquérir ces connaissances pluridisciplinaires.

Dans ce contexte, les principales forces travaillant sur ces thématiques d'agrobiosciences et de biodiversité sont regroupées dans l'IFR40 (220 permanents). A ces forces s'ajoute le laboratoire EcoLab (80 permanents) dont les compétences en écologie fonctionnelle et le positionnement au sein de l'Observatoire Midi-Pyrénées apportent une possibilité de passerelle avec le pôle UPEE dont il relève. Ces unités forment le projet de renforcer leur potentiel de recherche et technologie par l'apport de nouvelles infrastructures sur le site d'Auzeville (bâtiment, salles de culture, serre, hall technologique) qui à l'heure actuelle sont fortement limitantes/inhibantes à tout développement, notamment, en empêchant toute perspective d'accueil de nouvelles équipes de recherche ou tout projet ambitieux de transfert technologique. Le site d'Auzeville accueille d'autre part plusieurs plateaux techniques de la Génopole Toulouse Midi-Pyrénées (génomique, imagerie cellulaire, bioinformatique). Le projet affiche clairement l'importance des agrobiosciences végétales, de l'écologie scientifique et de l'étude de la biodiversité dans le contexte des grandes questions sociétales actuelles, touchant à la disparition des ressources liée à la crise actuelle de la biodiversité, aux besoins alimentaires, à l'impact des décisions sociétales en terme d'accélération des processus d'évolution (maladie nosocomiales ou émergentes, invasions). Il participe aussi plus largement à l'effort de structuration de la recherche et de la valorisation en Midi-Pyrénées où le potentiel de recherche en environnement et agrobioscience s'élève environ à un millier d'emplois permanents répartis dans une soixantaine de laboratoires relevant de plusieurs établissements (essentiellement INP et INRA). Cet ensemble est fortement structuré par l'école doctorale SEVAB, le GIS Toulouse AGRI campus et le pôle de compétitivité Agrimp Innovation.

Le développement de ces projets s'appuie sur la construction sur le site d'Auzeville d'un bâtiment inscrit dans le plan campus (tranche 2015-2020) permettant l'accueil de nouvelles équipes et le développement d'une opération *Imagerie cellulaire* qui prévoit notamment un hall technologique. Cette opération est soutenue par la plate-forme régionale TRI (IbiSa). L'objectif prévoit aussi la construction d'une serre, support pour l'enseignement et la recherche. Le second grand objectif est de mettre en place un *Observatoire de la Biodiversité et des Écosystèmes* (OBE) pour centraliser, pérenniser et valoriser les données de suivi de l'environnement au niveau régional et national dans un contexte de changement climatique et de perturbations anthropiques. À l'initiative de trois unités associées au CNRS (EcoLab, EDB et l'USR Moulis), cet OBE a pour vocation de centraliser toutes les actions de suivi de la biodiversité et des écosystèmes en région.

2.6. Plates-formes Technologiques

Afin de maintenir l'ensemble des structures présentées au plus haut niveau dans la compétition internationale, un des points forts des laboratoires du pôle consiste à avoir mis en place durant ces dernières années une politique très volontariste de développement complémentaire de plates-formes technologiques. Ce dispositif s'est inscrit dans une série d'interventions, visant à soutenir des opérations destinées à doter la communauté scientifique des outils les plus performants dans différents domaines. Ces plates-formes sont coordonnées au travers de la Génopole, et réunissent des personnels et des moyens de tous les établissements de recherche et d'enseignement supérieur. Huit plates-formes IbiSa sont ainsi accessibles à la communauté :

PLATE-FORME GENOMIQUE : Génotypage de marqueurs génétiques, séquençage de fragments PCR ou génomiques, analyse de l'expression des gènes en temps réel, gestion de collections de clones et leur utilisation.

PLATE-FORME BIOPUCES : mise à disposition du matériel et du savoir faire pour produire les puces, réaliser les expériences et analyser les données.

PLATE-FORME PROTEOMIQUE : il s'agit de promouvoir les approches protéomiques, procurer aux utilisateurs les outils les plus performants, faciliter les partenariats industriels au travers d'activités de R&D, proposer un service répondant aux normes de management Qualité ISO 9001.

PLATE-FORME ANEXPLO : exploration fonctionnelle de modèles animaux physiopathologiques et analyse phénotypique (marqueurs biologiques et histomorphologiques).

PLATE-FORME BIOINFORMATIQUE : infrastructure matérielle adaptée et performante pilotée par une équipe d'informaticiens et de bio-informaticiens. Accès aux principales banques de données et logiciels. Exploitation et valorisation des données.

PLATE-FORME IMAGERIE : équipements de pointe et compétences scientifiques et techniques pour tout projet scientifique utilisant les techniques d'imagerie cellulaire sous leurs diverses formes.

PLATE-FORME MÉTABOLOMIQUE ET FLUXOMIQUE : compétences et moyens dans le domaine de l'analyse globale du métabolisme. Concepts, outils et méthodes liés à l'analyse du métabolisme à l'échelle d'un système biologique (cellule, tissu, organisme).

PLATE-FORME INTEGREE DE CRIBLAGE DE TOULOUSE (PICT) : plate-forme multidisciplinaire pour l'identification, la conception, la synthèse et l'optimisation de ligands de cibles biomoléculaires. PICT s'appuie sur trois domaines de compétences : le criblage à haut débit, la biologie structurale et le criblage biophysique, et la synthèse chimique parallèle robotisée.

LISTE DES LABORATOIRES DU PÔLE SCIENCES DU VIVANT

<p>Institut de Pharmacologie et Biologie Structurale - IPBS : UMR 5089 UMR CNRS-UPS</p>	<p>Directeur : Jean-Philippe Girard</p>
<p>155 permanents dont 93 chercheurs et enseignants-chercheurs, 62 ITA-IATOS 88 doctorants et post-doctorants, 14 ITA en CDD</p> <ul style="list-style-type: none"> • Biologie du cancer • Biologie Structurale, biophysique - Protéomique • Mécanismes moléculaires des infections mycobactériennes 	
<p>Centre de Biologie du Développement - CBD : UMR 5547 UMR CNRS-UPS</p>	<p>Directeur : Marc Haenlin</p>
<p>76 permanents dont 51 chercheurs et enseignants-chercheurs, 25 ITA-IATOS 27 doctorants et post-doctorants, 3 ITA en CDD</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bases génétiques, moléculaires et cellulaires du développement animal • Processus oncogéniques et maladies neurodégénératives 	
<p>Laboratoire de Microbiologie et Génétique Moléculaire - LMGM : UMR 5099 UMR CNRS-UPS</p>	<p>Directeur : Claude Gutierrez</p>
<p>55 permanents dont 30 chercheurs et enseignants-chercheurs, 25 ITA-IATOS 25 doctorants et post-doctorants, 4 ITA en CDD</p> <ul style="list-style-type: none"> • Organisation, évolution et expression des génomes des bactéries et des bactériophages 	
<p>Laboratoire de Biologie Moléculaire Eucaryote - LBME : UMR 5099 UMR CNRS-UPS</p>	<p>Directrice : Michèle Ferrer</p>
<p>38 permanents dont 23 chercheurs et enseignants-chercheurs, 5 ITA-IATOS 20 doctorants et post-doctorants, 5 ITA en CDD</p> <ul style="list-style-type: none"> • Contrôle génétique et épigénétique de l'expression des gènes eucaryotes • RiboNucléoParticules nucléaires ou nucléolaires • Dynamique de la structure de la chromatine 	
<p>Laboratoire de Biologie Cellulaire et Moléculaire du Contrôle de la Prolifération LBCMCP - UMR 5088 UMR CNRS-UPS</p>	<p>Directeur : Bernard Ducommun</p>
<p>35 permanents dont 24 chercheurs et enseignants-chercheurs, 11 ITA-IATOS 17 doctorants et post-doctorants, 3 ITA en CDD</p> <ul style="list-style-type: none"> • Molécules, machines moléculaires et nanotechnologies • Organisation et expression des génomes • Cellules : Communications et interactions • Dysfonctionnements et remédiation 	
<p>Centre de Recherches sur la Cognition Animale - CRCA : UMR 5169 UMR CNRS-UPS</p>	<p>Directeur : Martin Giurfa</p>
<p>34 permanents dont 23 chercheurs et enseignants-chercheurs, 11 ITA-IATOS 28 doctorants et post-doctorants</p> <ul style="list-style-type: none"> • Processus cognitifs chez divers modèles animaux • Invertébrés aux vertébrés 	

Centre de Physiopathologie de Toulouse Purpan - UMRS 563 CPTP 3IG
INSERM-UPS

Directeur : Bertrand Perret

170 permanents dont 123 chercheurs et enseignants-chercheurs, 47 ITA-IATOS
137 doctorants et post-doctorants, 32 ITA en CDD

- Oncogénèse, signalisation et innovation thérapeutique
- Génétique : maladies humaines et modèles animaux
- Lipoprotéines et médiateurs lipidiques
- Immunologie et maladies infectieuses

Institut des Maladies Métaboliques et Cardiovasculaires de Toulouse IM2CT - UMRS 858
INSERM-UPS

Directeur : Angelo Parini

178 permanents dont 123 chercheurs et enseignants-chercheurs, 75 ITA-IATOS
97 doctorants et post-doctorants, 18 ITA en CDD

- Pathologies métaboliques et cardiovasculaire
- Cancers épithéliaux, angiogenèse et signalisation
- Thérapie cellulaire et génique

Centre de Recherche Cerveau et Cognition - CERCO UMR 5549
CNRS-UPS

Directrice : Michèle Fabre-Thorpe

32 permanents dont 20 chercheurs et enseignants-chercheurs, 1 PH, 11 ITA-IATOS
25 doctorants et post-doctorants

- Étude multidisciplinaire et comparée homme/singe du système visuel
- Bases neuronales de la perception et des grandes fonctions cognitives

Imagerie Cérébrale et handicap neurologiques - U825
INSERM-UPS

Directeur : Pierre Celsis

35 permanents dont 23 chercheurs et enseignants-chercheurs, 12 ITA-IATOS
16 doctorants et post-doctorants

- Neuro imagerie fonctionnelle et clinique du cerveau humain
- Handicaps neurologiques
- Stratégies thérapeutiques et plasticité cérébrale

Sciences du Sport et du Mouvement Humain - PRISSMH
UPS

Directeur : Pierre Zanone

27 permanents dont 26 enseignants-chercheurs et 1 IATOS
19 doctorants

- Neurosciences comportementales des adaptations perceptivo-motrices chez l'humain
- Sport, santé, socialisation, action publique, genre
- Sociétés, culture et institutions

Unité Différenciation Épidermique et Auto-immunité Rhumatoïde - UMR 5165
CNRS-UPS

directeur : Guy Serre

32 permanents dont 18 chercheurs et enseignants-chercheurs et 14 ITA-IATOS
9 doctorants et post-doctorants et 1 ITA en CDD

- Organisation et expression des génomes
- Cellules : Communications et interactions
- Biologie intégrative
- Dysfonctionnements et remédiation

Laboratoire des surfaces cellulaires et signalisation chez les végétaux - UMR 5546 + ERT 1045

CNRS-UPS

Directeur : Guillaume Bécard

64 permanents dont 38 chercheurs et enseignants-chercheurs, 26 ITA-IATOS
24 doctorants et post-doctorants, 8 ITA en CDD

- Molécules, machines moléculaires et nanotechnologies
- Organisation et expression des génomes
- Cellules : Communications et interactions
- Biologie intégrative

Laboratoire Évolution et diversité biologique - UMR 5174

CNRS-UPS

Directrice : Brigitte Crouau-Roy

42 permanents dont 31 chercheurs et enseignants chercheurs et 10 ITA-IATOS
41 doctorants et post-doctorants et 8 ITA en CDD

- Diversification évolutive et écologique des populations
- Écologie des traits d'histoire de vie & Écologie des populations
- Écologie aquatique & changements globaux
- Symbiose mycorhysienne et évolution des champignons

STROMALAB

UPS-CNRS-INSERM-EFS

Directeur : Louis Casteilla

20 permanents dont 11 chercheurs et enseignants-chercheurs et 9 ITA-IATOS
7 doctorants et post-doctorants et 8 ITA en CDD

- Cellules souches adultes mésenchymateuses
- Plasticité cellulaire et tissulaire (moelle osseuse et tissus adipeux)
- Stroma et Régénération, Thérapie cellulaire

Centre de Recherche en Cancérologie de Toulouse

Directeur : Jean-Jacques Fournié

126 permanents dont 90 chercheurs et enseignants-chercheurs et 36 ITA-IATOS
76 doctorants et post-doctorants et 10 ITA en CDD

- ADN, Molécules et cycle cellulaire
- Organisation et expression des génomes
- Cellules : Communications et interactions
- Immunologie et Hématologie
- Thérapeutiques expérimentales, Pharmacologie, Cancer, Radio-biologie

Métabolisme des stérols et innovations thérapeutiques en oncologie

UMRS INSERM

Directeur : Marc Poirot

4 permanents dont 3 chercheurs et 1 enseignant-chercheur-
5 doctorants et post-doctorants

- Molécules, machines moléculaires et nanotechnologies
- Cellules : Communications et interactions. Chimie médicinale, imagerie et métabolisme

Laboratoire d'Épidémiologie et Analyses en Santé Publique

UMRS INSERM

Directrice : Sandrine Andrieu

61 permanents dont 57 chercheurs et enseignants-chercheurs et 4 ITA-IATOS
25 doctorants et post-doctorants et 14 ITA en CDD

- Vieillesse et maladie d'Alzheimer
- Épidémiologie périnatale, handicaps de l'enfant, santé de l'adolescent
- Épidémiologie de l'athérosclérose et des maladies cardiovasculaires
- Génomique et santé publique : approche interdisciplinaire
- Maladies chroniques, pratiques de soins et facteurs socio-économiques
- Pharmacoépidémiologie : exposition et risque médicamenteux

<p>Laboratoire du Stress Traumatique UPS</p>	Directeur : Philippe Birmes
<p>6 permanents dont 4 chercheurs et enseignants-chercheurs et 2 ITA-IATOS 8 doctorants et post-doctorants et 5 ITA en CDD</p> <ul style="list-style-type: none"> • Facteurs de risque péritraumatiques • Réduction de la reconsolidation traumatique 	
<p>Laboratoire d' Immunogénétique Moléculaire UPS</p>	Directeur : Antoine Blancher
<p>7 permanents dont 3 enseignants-chercheurs et 4 ITA-IATOS 1 doctorant et 1 post-doctorant</p> <ul style="list-style-type: none"> • polymorphisme des gènes impliqués dans la susceptibilité aux maladies infectieuses (homme et primate) 	
<p>Groupe de Recherche en Fertilité humaine UPS</p>	Directeur : Louis Bujan
<p>9 permanents dont 5 chercheurs et enseignants-chercheurs et 4 PH, 4 ITA-IATOS 3 doctorants et 2 IATOS en CDD</p> <ul style="list-style-type: none"> • Étude des effets d'agents exogènes sur la fonction de reproduction 	
<p>Métabolisme des stérols et innovations thérapeutiques en oncologie UMRS INSERM-UPS</p>	Directeur : Marc Poirot
<p>4 permanents dont 3 chercheurs et 1 enseignants-chercheurs 5 doctorants et post-doctorants</p> <ul style="list-style-type: none"> • Machines moléculaires et nanotechnologies, imagerie et métabolisme 	
<p>Station d'Écologie Expérimentale du CNRS à Moulis - USR 2936 CNRS UPS</p>	Directeur : Jean Clobert
<p>9 permanents dont 5 chercheurs et enseignants-chercheurs et 4 ITA-IATOS 13 doctorants et post-doctorants et 3 ITA en CDD</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comportement, Biologie des populations • Écologie évolutive, Méta-écosystèmes 	
<p>Laboratoire de Biologie Appliquée à Agroalimentaire et à l'environnement IUT Auch-UPS</p>	Directeur : Bruno Gabriel
<p>14 permanents dont 9 chercheurs et enseignants-chercheurs et 5 ITA-IATOS 5 doctorants et post-doctorants</p> <ul style="list-style-type: none"> • Organisation structurale et fonctionnelle de systèmes microbiens complexes • Biodiversité, systèmes écologiques, exopolymères • Bactéries lactiques impliquées dans la fermentation des produits céréaliers • Structure et fonction des agrégats biologiques en traitement des eaux 	
<p>Physiopathologie orale et œstrogènes UPS</p>	Directeur : Michel Sixou
<p>13 permanents dont 11 enseignants chercheurs et 2 ITA-IATOS 6 doctorants et post-doctorants</p> <ul style="list-style-type: none"> • Odontologie - Parodontite - Œstrogènes • Maladies générales 	

TOXALIM (Toxicologie Alimentaire)

INRA/INP convention UPS

Directeur : Bernard Salles

111 permanents dont 23 chercheurs, 15 enseignants-chercheurs et 65 ITA-IATOS
19 doctorants, 5 post-doctorants

- Perturbateurs endocriniens
- Pharmaco-toxico-cinétique
- Régulation des fonctions de barrière
- Gnototoxicité, carcinogenèse et prévention des cancers

Laboratoire d'Anthropologie Moléculaire et Imagerie de Synthèse - AMIS - FRE 2960

CNRS-UPS

Directeur : Éric Crubezy

32 permanents dont 21 chercheurs et enseignants-chercheurs et 11 ITA-IATOS
14 doctorants et post-doctorants

- Peuplement et co-évolution homme milieu
- Imagerie et anthropobiologie

Groupe Agression Tissulaire Aiguë

UPS

Directeur : Olivier Fourcade

6 permanents dont 3 chercheurs et enseignants-chercheurs
4 doctorants et post-doctorants

- Pharmacocinétique contextuelle chez l'agressé en réanimation
- Agression cérébrale post-traumatique
- Prise en charge de la douleur et du retentissement systémique de l'agression traumatique

Axe CIGEDIL

Communication, information, gestion et didactique des langues

Élargissant le périmètre de ses quatre grands pôles scientifiques, l'Université Paul Sabatier détient aussi des compétences originales en sciences humaines et sociales, touchant notamment à la communication et l'information, la gestion, la didactique des langues et la culture. Cette particularité s'inscrit dans un contexte historique ayant favorisé l'étude de ces domaines et leur influence sur les débats sociaux. Son originalité a créé depuis plusieurs décennies une dynamique qui permet aujourd'hui de rassembler dans un axe spécifique (CIGEDIL) l'ensemble des acteurs contribuant à étudier les dispositifs de production et de diffusion des idées dans la vie publique et la vie scientifique.

Dans ce contexte, trois laboratoires de recherche de l'Université Paul Sabatier travaillent sur ces thématiques. Ceux-ci relèvent naturellement de disciplines s'inscrivant aussi dans les spécialités de deux autres universités toulousaines (UT1 : Université Capitole et UT2 : Université du Mirail) avec lesquelles ils entretiennent des relations étroites. Le Laboratoire Interuniversitaire de Recherche en Didactique des Langues (LAIRDIL), le Laboratoire d'Études et de Recherches Appliquées en Sciences Sociales (LERASS) et le Laboratoire Gestion et Cognition (LGC) rassemblent ainsi une centaine d'enseignants-chercheurs se concentrant sur quelques domaines clairement identifiés, très complémentaires de ceux développés dans les autres universités toulousaines, et qui recouvrent principalement :

- la didactique des langues pour les spécialistes d'autres disciplines ;
- l'analyse des processus d'information et de communication à l'œuvre dans des mondes divers (monde scientifique, monde de la culture, monde de l'industrie, grand public, etc.) ;
- l'étude des organisations comme productrices et consommatrices de connaissances.

Cet ensemble de recherches et de formations (de la licence au doctorat), étoffé et cohérent, s'appuie également sur des réseaux nationaux et internationaux qui participent à sa reconnaissance.

1. La didactique des langues

La recherche en didactique des langues pour spécialistes d'autres disciplines s'est développée assez récemment en France et il n'existe encore aucune formation spécifique sur ce domaine dans les universités littéraires. Les questions qui sont soulevées par cette discipline sont multiples, doivent bien sûr être étudiées à travers le prisme particulier de chaque spécialité applicative et imposent aussi de tenir compte des nouvelles techniques d'enseignement, notamment le multimédia.

Les thèmes traités à l'Université Paul Sabatier, et pris en charge par le laboratoire LAIRDIL, concernent les aspects liés à l'apprentissage (motivation et besoins, compréhension et expression orale, lecture et fiction à substrat professionnel, enseignement d'une matière intégrée à une langue étrangère). Une vingtaine d'enseignants-chercheurs met en œuvre dans ces domaines des méthodologies d'enquêtes, d'expérimentations et de développements d'outils informatiques, dans un contexte local (IUT A, UFR de langues et école doctorale ALPH@ co-accréditée avec UT2), national (réseaux GERAS : groupe de recherche en anglais de spécialité, SAES : société des anglicistes de l'enseignement supérieur, RANACLES : rassemblement national des centres de langues de l'enseignement supérieur) et international (réseau européen CERCLES : confédération européenne des centres de langues de l'enseignement supérieur).

Diverses langues de spécialité (chimie et génie chimique, génie mécanique, génie civil, techniques de commercialisation, économie-gestion, médecine, STAPS, etc.) apportent un cadre commun de références inter-culturelles autour des procédures (cognition et apprentissage d'une part, théorisation didactique d'autre part), des contenus (linguistique, langues de spécialité et de communication) et des dispositifs mis en place (multimédia, apprentissage en présentiel et/ou à distance).

2. Les sciences de l'information et de la communication

L'étude des médiations et des représentations dans les processus d'information et de communication constitue un axe de recherche original regroupant une quarantaine d'enseignants-chercheurs de l'IUT A (LERASS) œuvrant en collaboration étroite avec le LARA (Laboratoire de recherche en audiovisuel, UT2) et l'IDETCOM (Institut du droit de l'espace des territoires et de la communication, UT1). Cette thématique prend appui sur des analyses d'acteurs sociaux (institutions, groupes, individus) et de dispositifs informationnels et communicationnels contextualisés.

Dans le domaine de la médiation scientifique, les travaux s'élargissent au-delà de la simple question de la vulgarisation des sciences, allant vers la production et la circulation des connaissances : analyse des échanges intra et inter disciplinaires, étude de leurs effets réels ou supposés dans divers champs des sciences humaines et sociales, mathématiques, sciences de la nature, de la vie et de l'ingénieur. L'analyse des discours (formes textuelles, paratextuelles, iconographiques) et des réseaux sociaux constitue une activité dont l'impact international est majeur à travers plusieurs programmes scientifiques regroupant Europe et Amérique latine.

Des travaux centrés sur les pratiques et les usages de l'information analysent la manière dont s'effectuent la diffusion et le partage des savoirs, notamment dans la perspective de l'avènement d'une société de l'information. Ils s'inscrivent d'une part dans le courant anglo-saxon de *l'information literacy* qu'ils enrichissent en l'abordant par les dispositifs d'organisation des savoirs et des représentations, et par les enjeux info-communicationnels qui les sous-tendent, d'autre part dans l'éthno-méthodologie et la micro-sociologie, et enfin dans la socio-économie des industries de la communication et de la connaissance. La constitution d'un réseau franco-brésilien et la participation au programme de recherche *Internet, pluralisme et redondance de l'information* de la MSH de Paris-Nord, en collaboration avec Rennes 1, Lyon 2, l'INSA de Lyon et l'UQAM (Québec) inscrivent cette thématique dans une large collaboration internationale.

Les objets médiatiques (discours médiatiques, conditions sociales de la mise en récit médiatique et du traitement de l'information journalistique) dans le contexte d'une profonde mutation technologique, économique et institutionnelle, tout comme les dispositifs et les médiateurs dans divers champs sociaux (politique, culture, sport, santé, environnement) définissent un cadre applicatif à diverses approches dont la compatibilité est systématiquement interrogée (approche sociocognitive, sémio-pragmatique, *cultural studies* et leurs prolongements contemporains, anthropologie culturelle, analyse de discours, narratologie). Les recherches menées sur ces thèmes, motrices de la création de réseaux internationaux (psychologie sociale ; sport, médias et communication ; genre et médias ; études sur le journalisme) confèrent une originalité certaine au site toulousain.

Les recherches développées dans le cadre des médiations socioculturelles contextualisées, conduites elles aussi au sein d'un réseau international, portent sur les théories et les pratiques engagées dans la sphère des articulations pluridisciplinaires de l'innovation. Les travaux s'approprient le concept d'innovation, avec son sens frappé par la prégnance technologique, afin d'interroger la réalité des moyens matériels mis en œuvre, des processus de production, des formes d'organisation et les changements induits. L'intérêt se porte sur l'innovation comme phénomène instituant des ruptures et comme un produit de la culture, c'est-à-dire comme *action sensée* accomplie et limitée par les formes symboliques.

Enfin, la montée de la thématique des risques collectifs (environnement/santé) est le révélateur d'un problème spécifique d'entente sociale, apparu depuis quatre décennies. Ceci implique de nouvelles conceptualisations pour lesquelles des recherches sont développées d'une part sur les rapports entre la prise de décision fonctionnelle générant le risque et la contestation civique, et d'autre part sur la gestion des risques par les organisations. Pour mémoire, les dix enseignants-chercheurs du LERASS développant ces thèmes se sont rassemblés au CERTOP (UT2/UT3) pour constituer l'équipe ECORSE, équipe intégrée aux pôles scientifiques Sciences du Vivant (SV) et Univers, Planète, Espace et Environnement (UPEE).

3. Gestion et Cognition

Entrepreneuriat et artisanat, risque, santé, contrôle et changement organisationnel, sont les quatre mots clés de l'activité de recherche portant sur l'*organisation*, étudiée comme un système cognitif qui produit et consomme des connaissances au travers de la dynamique d'une organisation sociale. Dans ce cadre, le LGC mène une activité de recherche originale en développant une vision globale et transversale de l'organisation (c'est-à-dire qui ne se positionne pas en références aux fonctions de l'entreprise). Une trentaine d'enseignants-chercheurs rattachés à plusieurs UFR/structures, en collaboration étroite avec l'INSERM et UT1, mènent des recherches orientées vers ces quatre directions.

Les études sur l'entrepreneuriat et l'artisanat, s'appuyant sur des contrats réguliers avec les organisations professionnelles, ambitionnent de comprendre et d'améliorer le pilotage de ces organisations particulières, peu étudiées en France, que sont les entreprises artisanales. Les principales questions abordées sont : qu'est-ce qu'une entreprise artisanale ? Quels sont les problèmes spécifiques qu'elle rencontre et comment contribuer à les résoudre ? La place de l'individu est-elle plus importante dans ces types d'organisations ? Comment gérer les processus de transition ?

Les travaux autour de la notion de risque (prise dans son acception générale) concernent un volet plutôt financier, qui aborde la question de la fonction de *risk-manager*, et un volet sur les questions de risque d'implantation. On s'aperçoit en effet que les grandes entreprises n'ont pas d'acception commune de ce qu'est un *risk-manager*. Il en résulte des conceptions très différentes de cette fonction, qui vont de la gestion des assurances à la mise en place de procédures pro-actives. Dans des paysages très menacés par les grands risques industriels, la réflexion est d'un enjeu important : par exemple, quels sont les risques perçus lors d'une implantation de filiale ou d'établissement ? De fait, une meilleure mesure des risques perçus sera un indicateur important pour l'attractivité des territoires.

L'Université Paul Sabatier dispose d'un fort potentiel dans le domaine de la santé, justifiant le développement d'un axe s'intéressant aux problématiques de gestion des évolutions de ce domaine. On peut ainsi citer un exemple de questionnement : depuis quelques années, se développent en France des Unités Mobiles Gériatriques (GRH) de soins palliatifs. A contrario de la démarche classique en établissement de santé (hiérarchique, avec des fonctions séparées), il s'agit là de petites équipes (un médecin, une infirmière ou un kinésithérapeute, une assistante sociale) qui vont fonctionner de manière *horizontale*. Pourtant, personne ne sait à l'heure actuelle comment les gérer, comment les évaluer, quelle GRH particulière doit être mise en place, qui en est membre, quels sont les problèmes particuliers auxquels sont confrontés les individus. Les tentatives de réponse à ces questions font ainsi l'objet de recherches actives.

Enfin, dans le domaine du contrôle et du changement organisationnel, l'idée maitresse est que connaissance et compétence constituent des ressources privilégiées pour préparer et accompagner les mutations des organisations. Les thématiques abordées ici touchent les systèmes d'aide au contrôle de gestion, l'interaction auteur/concepteur dans le déploiement des systèmes d'enseignement en ligne, les environnements interactifs d'apprentissage avec ordinateur, le pilotage et le déploiement de progiciels et d'interfaces homme-machine.

En conclusion, nombre de thématiques de recherche présentées ici sont de longue date pionnières sur le plan national. Dans une période où les pratiques en sciences humaines et sociales sont vite bouleversées par de nouvelles données liées aux avancements scientifiques et médicaux, le développement et la bonne structuration des spécificités de l'Université Paul Sabatier dans ce domaine sont essentiels pour la communication au sens large vers les scientifiques, vers les entreprises et vers le public. Les problématiques et les outils décrits doivent ainsi contribuer à orienter et accompagner l'évolution de l'axe CIGEDIL.

LISTE DES LABORATOIRES DE L'AXE CIGEDIL

Laboratoire Interuniversitaire de Recherche en Didactique des Langues - LAIRDIL JE 2509 UPS	Directrice : Nicole Décuré
19 permanents dont 17 enseignants-chercheurs et ITA-IATOS 3 doctorants et post-doctorants et ITA en CDD	
<ul style="list-style-type: none">• didactique et langue de spécialité• multimédia	
Laboratoire d'études et de recherches en sciences sociales - LERASS EA 827 UPS	Directrice : Viviane Couzinet
50 permanents dont 50 enseignants-chercheurs 21 doctorants et 6 post-doctorants	
<ul style="list-style-type: none">• sciences humaines et sociales• médiations et représentations	
Laboratoire gestion et cognition - LGC EA 243 UPS	Directeur : Bruno Amann
27 permanents dont 27 enseignants-chercheurs 10 doctorants	
<ul style="list-style-type: none">• approche transversale des organisations	

