

Institut Pierre Simon Laplace
Sciences de l'environnement

Contractualisation vague D 2010-2013

FR 636

SOMMAIRE

	Pages
I- Informations administratives	2
II- Rapport scientifique	
Préambule	9
1 - La Recherche à l'IPSL	10
2 - Le pôle de modélisation du Climat (responsable : Pascale Braconnot)	11
3 - Pôle Système Solaire (responsable : Eric Chassefière)	14
4 - PROMETEE (responsable : Yvon Lemaître)	17
5 - Pôle d'innovation instrumentale et spatiale (responsable : Jacques Pelon)	20
6 - Centre de Données (responsable du comité de pilotage : Cathy Clerbaux)	24
7 - Services d'Observation et Outils Nationaux (responsable : Philippe Keckhut)	26
8 - Groupes de Travail	29
9 - Appels d'offres scientifiques	30
10 - Actions internationales	30
11 - Enseignement	35
12 - Communication (responsable : Catherine Senior)	36
13 - Le rôle structurant de l'IPSL : l'objectif a-t-il été atteint ?	37
Publications (2005-2008)	38
Annexe 1 : bilans financiers 2006/2007	45
Annexe 2 : Equipements	47
III- Prospective	
Préambule	49
I- Rôle et fonctionnement général de l'IPSL	
I.1 Les objectifs scientifiques de l'IPSL	50
I.2 Missions et périmètre de l'IPSL	50
I.3 Les grands axes stratégiques « outils »	51
I.4 Structuration de l'IPSL : évolution de la gouvernance	52
I.5 Structuration de l'IPSL : rôle des Pôles, Services ou Groupes	52
II- Prospective des Pôles et Services de l'IPSL	
II.1 Le Pôle de Modélisation de l'IPSL	54
II.2 Le Pôle Système Solaire	55
II.3 Le Pôle PROMETEE	56
II.4 Evolution de la structuration des Services et Outils de la fédération	57
II.5 Le Pôle d'Innovation et d'Instrumentation Spatiale :	
La nécessité d'une politique spatiale de l'IPSL	59
III : Formation et Valorisation	
Formation	59
Communication	60
Valorisation	60

Interactions Environnement et Sociétés : projet d'un nouveau group	60
IV- Les moyens nécessaires	61
Personnels	61
Finances	61
Annexe 1 : organigramme	62
Annexe 2 : fonctionnement et composition de l'instance de pilotage	63
Annexe 3 : Les principaux éléments de la convention de fonctionnement entre les unités de recherche fédérées	66
Annexe 4 : les personnels de la FR	69
Annexe 5 : achats de gros équipements	70
Acronymes :	74

Structure fédérative

Le dossier comprendra de 10 à 50 pages en fonction de la taille de la structure fédérative et ne dépassera pas 4Mo.

1. Informations administratives
(dans la configuration prévue au 1^{er} janvier 2010)

intitulé complet de la structure fédérative

Institut Pierre Simon Laplace (IPSL).....

responsable

M./Mme	Nom	Prénom	Corps-Grade	Etablissement d'enseignement supérieur d'affectation ou organisme d'appartenance
...M.....	Le Treut...	Hervé.....	...DR.....	...CNRS.....

label(s) demandé (FED, FR, UMS, USR, IFR ; préciser si la structure est labellisée MSH)

...FR.....

type de demande

nouvelle structure (création « ex-nihilo »)

renouvellement (avec ou sans changement de label)

En cas de renouvellement, préciser les label, n° et intitulé de la structure en 2006 :

FR 636.....

établissement(s) de rattachement de la structure

établissement(s) d'enseignement supérieur et de recherche

si la structure est rattachée à plusieurs établissements, indiquer :

établissement support (anciennement principal) :

...UVSQ.....

établissement de rattachement :

UPMC.....

établissement de rattachement :

.....

organisme(s) de recherche

organisme : **CNRS**

département ou comm. de rattachement :

MPPU-EDD...

organisme :

département ou comm. de rattachement :

.....

Préciser (le cas échéant) le mandataire de gestion unique :

autres partenaires de la structure

organisme(s) de recherche : **CNES-CEA-IRD-X-ENS-....**

entreprise(s) :

autres :

classement thématique

domaine(s) scientifique(s)

indiquer, en début de ligne, "P" pour le domaine scientifique principal, "S" pour le ou les domaines scientifiques secondaires éventuels

1 Mathématiques et leurs interactions

2 Physique

P 3 Sciences de la terre et de l'univers, espace

4 Chimie

5 Biologie, médecine, santé

6 Sciences humaines et humanités

7 Sciences de la société

8 Sciences pour l'ingénieur

9 Sciences et technologies de l'information et de la communication

10 Sciences agronomiques et écologiques

secteur(s) disciplinaire(s) (cf nomenclature)

reporter les codes des secteurs par ordre d'importance : ...303 - 301.....

mots-clés

prédéfinis (cf nomenclature mots-clés) : **DS 53 : climatologie, paléoclimatologie, glaciologie, hydrologie, hydrogéologie, physique, chimie de l'atmosphère, télédétection, planétologie,**

libres : **environnement, pollution, impacts...** (4 maximum)

domaine applicatif, le cas échéant

indiquer, en début de ligne, "P" pour le domaine principal, "S" pour le ou les domaines secondaires éventuels

Santé humaine et animale

Alimentation, agriculture, pêche, agroalimentaire et biotechnologies

Nanosciences, nanotechnologies, matériaux et procédés

Technologies de l'information et de communication

Production de biens et de services & nouvelles technologies de production

Énergie nucléaire

Nouvelles technologies pour l'énergie

P Environnement (dont changement climatique)

Espace

Aménagement, ville et urbanisme

Transport (dont aéronautique) et logistique

Cultures et société

Economie, organisation du travail

Sécurité

Autre

nomenclature ERC (European Research Council)

indiquer, en début de ligne, "P" pour le secteur principal, "S" pour le ou les secteurs scientifiques secondaires éventuels

Physical Sciences & Engineering

PE1 Mathematical foundations : all areas of mathematics, pure and applied, plus mathematical foundations of computer

science, mathematical physics and statistics

PE2 Fundamental constituents of matter : particle, nuclear, plasma, atomic, molecular, gas, and optical physics

- PE3 Condensed matter physics : structure, electronic properties, fluids, nanosciences
- PE4 Physical and analytical chemical sciences : analytical chemistry, chemical theory, physical chemistry/chemical physics
- PE5 Materials and synthesis : materials synthesis, structure-properties relations, functional and advanced materials,
molecular architecture, organic chemistry
- PE6 Computer science and informatics : informatics and information systems, computer science, scientific computing,
intelligent systems
- PE7 Systems and communication engineering : electronic, communication, optical and systems engineering
- PE8 Products and processes engineering : product design, process design and control, construction methods, civil
engineering, energysystems, material engineering
- S PE9 Universe sciences : astro-physics/chemistry/biology; solar system; stellar, galactic and extragalactic astronomy,
planetary systems, cosmology, space science, instrumentation**
- P PE10 Earth system science : physical geography, geology, geophysics, meteorology, oceanography, climatology, ecology,**
global environmental change, biogeochemical cycles, natural resources management

Social Sciences & Humanities

- SH1 Individuals, institutions and markets : economics, finance and management
- SH2 Institutions, values and beliefs and behaviour : sociology, social anthropology, political science, law, communication,
social studies of science and technology
- SH3 Environment and society : environmental studies, demography, social geography, urban and regional studies
- SH4 The Human Mind and its complexity : cognition, psychology, linguistics, philosophy and education
- SH5 Cultures and cultural production : literature, visual and performing arts, music, cultural and comparative studies
- SH6 The study of the human past : archaeology, history and memory

Life Sciences

- LS1 Molecular and Structural Biology and Biochemistry : molecular biology, biochemistry, biophysics, structural biology,
biochemistry of signal transduction
- LS2 Genetics, Genomics, Bioinformatics and Systems Biology : genetics, population genetics, molecular genetics, genomics,
transcriptomics, proteomics, metabolomics, bioinformatics, computational biology, biostatistics, biological modelling and
simulation, systems biology, genetic epidemiology
- LS3 Cellular and Developmental Biology : cell biology, cell physiology, signal transduction, organogenesis, evolution and
development, developmental genetics, pattern formation in plants and animals
- LS4 Physiology, Pathophysiology and Endocrinology : organ physiology, pathophysiology, endocrinology, metabolism,
ageing, regeneration, tumorigenesis, cardiovascular disease, metabolic syndrome
- LS5 Neurosciences and neural disorders : neurobiology, neuroanatomy, neurophysiology, neurochemistry,
neuropharmacology, neuroimaging, systems neuroscience, neurological disorders, psychiatry
- LS6 Immunity and infection : immunobiology, aetiology of immune disorders, microbiology, virology, parasitology, global and
other infectious diseases, population dynamics of infectious diseases, veterinary medicine
- LS7 Diagnostic tools, therapies and public health : aetiology, diagnosis and treatment of disease, public health, epidemiology,
pharmacology, clinical medicine, regenerative medicine, medical ethics
- LS8 Evolutionary, population and environmental biology : evolution, ecology, animal behaviour, population biology,
biodiversity, biogeography, marine biology, ecotoxicology, prokaryotic biology
- LS9 Applied life sciences and biotechnology: agricultural, animal, fishery, forestry and food sciences; biotechnology, chemical
biology, genetic engineering, synthetic biology, industrial biosciences; environmental biotechnology and remediation

coordonnées de la structure fédérative

Localisation et établissement :

Numéro, voie : **Route de Troux**

Boîte postale :

Code postal et ville : **78280 Guyancourt**

Téléphone : 01 39 25 58 23

Adresse électronique : ipsl@ipsl.uvsq.fr

Unités membres de la structure fédérative au 1er janvier 2010

Label et n°	Intitulé de l'unité	Responsable	Etablissement de rattachement support	Domaine scientifique principal (cf nomenclature)
UMR 1572	Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement-LSCE-	Robert Vautard	CEA	climatologie
UMR 7617	Laboratoire d'Océanographie et du Climat-Expérimentations et Approches Numériques-LOCEAN-	Laurence Eymard	UPMC	océanographie
UMR 8589	Laboratoire de Météorologie Dynamique –LMD-	Vincent Cassé	ENS	climatologie
UMR 8190	Laboratoire LATMOS	Daniele Hauser	UVSQ	aéronomie
UMR 7583	LISA	Jean-Marie Flaud	Univ Paris XII	physique-chimie de l'atmosphère
UMR 7092	LPMAA	Marie-Lise Dubernet-Tuckey	UPMC	physique de l'atmosphère

Surfaces recherche (en m² SHON*) prévues pour la structure fédérative au 1er janvier**2010 :**

(hors surfaces occupées par les unités de recherche membres de la structure)

Etablissement(s) d'enseignement supérieur et/ou organisme(s) prenant en charge des coûts d'infrastructures "recherche" de la structure	Ventilation des surfaces en m²
Etablissement de rattachement support : ...UVSQ.....	550 m2
Etablissement de rattachement : UPMC	390 m2
Etablissement de rattachement :	
Organisme de recherche :	
Organisme de recherche :	
Autres (AP-HP, CHU, CHR, autre à préciser) :	
TOTAL des surfaces	940 m2

* Surface hors œuvre nette. Surface SHON = surface utile x 1,4.

Surface utile : surface d'une pièce mesurée à l'intérieur des murs porteurs et des cloisons.

Surface hors œuvre nette : surface administrative utilisée lors du dépôt du permis de construire qui correspond à la somme des surfaces délimitées par les périmètres extérieurs de la surface horizontale de chaque étage clos ou sous-sol aménagé déduction faite des surfaces non exploitables (balcons, terrasses, volumes non clos).

date et signature du responsable de la structure

Projet transmis avec l'accord du responsable de ou des établissement(s) d'enseignement supérieur de rattachement de la structure fédérative

Nom et prénom du responsable de l'établissement de rattachement support :

Qualité :

Date :

Signature :

Nom et prénom du responsable de l'établissement de rattachement :

Qualité :

Date :

Signature :

Nom et prénom du responsable de l'établissement de rattachement :

Qualité :

Date :

Signature :

RAPPORT SCIENTIFIQUE

BILAN 2005-2008

Préambule

L'institut Pierre-Simon Laplace des Sciences de l'Environnement Global (IPSL) a été créé au début des années 1990 avec l'objectif de mettre en commun les compétences des laboratoires de la région parisienne impliqués dans les sciences de l'environnement terrestre et planétaire. Fin 2008, l'IPSL regroupe cinq unités de Recherche, le Centre d'Etudes des Environnements Terrestre et Planétaires (CETP), le Laboratoire de Météorologie Dynamique (LMD), le Laboratoire d'Océanographie et du Climat : Expérimentation et Approches Numériques (LOCEAN), le Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement (LSCE) et le Service d'Aéronomie (SA). Les tutelles de l'IPSL sont le CNRS/INSU, l'Université Pierre et Marie Curie (UPMC), l'Université de Versailles Saint-Quentin en Yvelines (UVSQ), le CEA, le CNES, l'IRD, l'École Polytechnique et l'École Normale Supérieure. L'IPSL a le double statut de Fédération de Recherche du CNRS depuis le 1er Janvier 1994 (renouvellements en 1998, 2002 et 2006) et d'Observatoire des Sciences de l'Univers (OSU) rattaché à l'UVSQ (décret promulgué le 25 mai 2000 avec une mise en place effective à la fin de l'année 2002). Avec ces cinq unités et les personnels qui lui sont directement rattachés, l'IPSL constitue un ensemble d'environ 900 personnes localisées dans Paris (Jussieu et ENS Ulm) et en Ile de France Sud (Gif, Guyancourt, Palaiseau, Saclay, Saint-Maur, Vélizy et Verrières le Buisson). La direction de cet institut (FR et OSU) est, depuis décembre 2000, assurée par Jean Jouzel (Directeur de Recherche au CEA).

Le quadriennal en cours a été marqué par des évolutions structurelles importantes, qui ont reçu un accord de l'ensemble des tutelles de l'IPSL et seront mises en œuvre à partir de janvier 2009. Elles s'articulent autour de la création de trois OSU - respectivement sur Paris Centre, sur l'UVSQ et sur Paris Est - sur lesquels s'appuiera la Fédération de Recherches IPSL. Celle-ci sera élargie par l'arrivée de deux nouvelles unités, le LPMAA (Laboratoire de Physique Moléculaire pour l'Atmosphère et l'Astrophysique) et le LISA (Laboratoire Inter-Universitaire des Systèmes atmosphériques). Par ailleurs, un nouveau laboratoire constitué à partir du SA et d'une partie des équipes du CETP (dont la plupart des plasmiciens ont choisi de rejoindre un laboratoire de physique des plasmas), sera mis en place. Ce nouveau laboratoire, le LATMOS (Laboratoire ATmosphères, Milieux, Observations Spatiales), à double tutelle universitaire (UVSQ et UPMC), sera implanté sur le nouveau site de Guyancourt avec une localisation secondaire à Jussieu. Le projet immobilier de Guyancourt dont l'idée avait été lancée par Gérard Mégie dès la création de l'IPSL, est en très bonne voie de réalisation sur ce site de l'UVSQ. A partir de 2010, il permettra, de regrouper les équipes actuellement localisées à Vélizy, Verrières-le-Buisson et Saint Maur.

Cette FR élargie, dont Hervé Le Treut prendra la direction à partir de janvier 2009, gardera l'exclusivité du nom IPSL et garantira le bon fonctionnement des structures communes aux OSUs. Elle pourrait également être un lieu de rencontre entre les entités de ces OSU. Dans le domaine de l'enseignement, l'IPSL devrait jouer un rôle fort dans la définition thématique de l'Ecole Doctorale des Sciences de l'Environnement.

Ajoutons que l'IPSL a joué un rôle clé dans la création du GIS "Climat - Environnement- Société", qui regroupe quatorze unités franciliennes de recherche afin d'étudier le changement climatique et ses impacts sur la société et l'environnement. et dont l'UVSQ est partenaire aux côtés du CNRS, du CEA, de l'UPMC, de l'Ecole Polytechnique et de l'ADEME.

La création de l'IPSL en région Île-de-France a été un élément important de la stratégie scientifique nationale dans le domaine des sciences de l'environnement. D'une part la complexité des effets naturels et de ceux qui résultent de l'activité humaine sur les différents systèmes (océan, atmosphère, biosphère...) exige une approche pluridisciplinaire, associant chimie, physique, biologie, mathématiques, sciences de la Terre et astronomie, effective au sein de l'IPSL. D'autre part, la globalité des problèmes et la nécessité d'une prédiction réaliste implique une approche planétaire, et donc la mise en commun de moyens scientifiques et techniques de plus en plus importants pour atteindre une taille critique au plan international.

Dans ce contexte, l'IPSL fonde son activité, à la fois sur les orientations scientifiques propres des laboratoires qui le composent, et sur la mise en œuvre au niveau fédératif de services scientifiques communs, qui permettent une rationalisation des moyens et une meilleure efficacité dans la conduite des activités de recherche. Quatre pôles scientifiques sont aujourd'hui en place, ou en voie de l'être. Ils sont dédiés respectivement à la modélisation du climat, à l'étude du système solaire et à celle des processus de moyenne échelle, ainsi qu'à l'innovation instrumentale et spatiale. S'y ajoutent un Centre de Données, une entité regroupant les services d'observation et les outils nationaux (SOON), des groupes de travail ainsi que des activités de support informatique, de communication, de valorisation et d'enseignement.

Le présent document vise à établir le bilan des activités de l'IPSL au cours des quatre dernières années (période 2005 - 2008). Après avoir brièvement décrit la façon dont est organisée la recherche à l'IPSL, nous présentons le bilan de l'ensemble des activités fédératives. A celui-ci s'ajoutent différentes présentations relatives aux actions soutenues par les appels d'offres mis en place sous la responsabilité du Conseil Scientifique, à quelques actions tournées vers l'international, à l'enseignement et à la communication.

1 - La Recherche à l'IPSL

L'activité de recherche au sein de l'IPSL est essentiellement fondée sur les orientations scientifiques des laboratoires. Le rôle essentiel de la structure fédérative est de permettre une rationalisation des moyens et une meilleure efficacité dans la conduite des activités de recherche, en favorisant notamment les collaborations entre les équipes des laboratoires de l'Institut. Citons ici une analyse conduite par le Conseil Scientifique de l'Institut, qui met bien en valeur la complémentarité des recherches conduites dans ces différents laboratoires pour les trois compartiments principaux du système climatique, atmosphère, océan et surfaces continentales mais aussi pour des disciplines telles que la planétologie et l'étude des milieux ionisés. Cette complémentarité est à la base d'une organisation des recherches menées au sein de l'Institut autour d'axes stratégiques, définis en prenant en compte les domaines prioritaires au niveau national dans lesquels la mise en commun de l'expertise et des moyens des laboratoires de l'IPSL pouvait conduire à un saut quantitatif dans la dynamique de recherche. Les principaux thèmes de recherche de l'IPSL concernent :

- les études de processus (dynamique et chimie de l'atmosphère et de l'océan, processus d'échange de matière et d'énergie entre l'atmosphère, les océans et la biosphère, physique des interactions Soleil-Terre),
- l'établissement des bilans d'énergie et de matière (cycles biogéochimiques, bilan hydrique, cycle hydrologique et climat, étude des changements globaux du passé, environnements planétaires),
- la modélisation du système climatique couplé océan-atmosphère-biosphère-cryosphère, du système ionosphère-magnétosphère et des environnements planétaires.

Les activités de l'IPSL se développent le long de 4 axes - recherches sur le climat, grands cycles à l'échelle planétaire, impacts des activités humaines sur l'environnement, planétologie et milieux ionisés - dont les lignes directrices, décrites de façon détaillée dans le document 2005-2008, ne sont pas reprises ici.

Les activités de l'Institut s'organisent autour de **pôles fédératifs**, d'une **mission d'observation**, d'un **centre de données** et de **groupes de travail**. Nous présentons succinctement ces structures qui impliquent l'ensemble des laboratoires de l'Institut :

- **Le Pôle de Modélisation du Climat** (IGCMG pour IPSL Global Climate Modeling Group) est une structure inter-laboratoires dont les missions, confirmées par le Comité Directeur de l'IPSL le 7 février 2006, sont i) de fédérer les études multidisciplinaires faisant intervenir les différentes composantes du modèle du système Terre de l'IPSL et leurs couplages, ii) d'identifier et de coordonner les simulations de référence, iii) de fédérer et rationaliser les moyens et les développements techniques et iv) de coordonner l'animation scientifique. Ce Pôle contribue ainsi à structurer de nombreuses activités de modélisation, sachant qu'une bonne analyse des changements climatiques futurs repose en amont sur une bonne connaissance du système climatique actuel et sur l'amélioration de la compréhension des processus de petites échelles. Pour les années à venir, l'enjeu est de parvenir à considérer le système climatique dans sa globalité (océan, atmosphère, surface continentales, glace de mer et de terre) et les différents cycles qui le gouvernent (cycles de l'énergie, de l'eau et du carbone, autres cycles biogéochimiques), ainsi que leurs interactions.
- **Le Pôle PROMETEE (PROcessus de Moyenne Echelle: Transport d'Eau et d'Energie)**. Mis en place en 2006, il s'intéresse aux processus de méso-échelle impliqués dans les différents compartiments du cycle de l'eau (couche hydrologique et hydrogéologique, couche limite océanique et atmosphérique, surface océanique et continentale, troposphère libre, stratosphère, nuages précipitants et non précipitants, aérosols) et à leurs interactions. Les échelles de temps et d'espace concernées sont celles qui participent à la variabilité climatique plus fine que celle traitée par le Pôle de Modélisation du Climat et qui sont accessibles aux observations (missions spatiales, satellites opérationnels, réseaux de mesures opérationnels, stations sols, campagnes) en complément des outils numériques disponibles (modèles à méso-échelle permettant d'effectuer des analyses résolues dans les mailles des modèles climatiques).
- **Le Pôle Système Solaire** est issu du Pôle de Planétologie, fondé en 2000 sur la base de liens déjà établis entre trois des laboratoires de l'Institut (CETP, LMD et SA), impliqués notamment dans le

domaine de la modélisation des atmosphères planétaires. Il fédère actuellement un ensemble de programmes qui s'articulent autour de deux grands volets complémentaires : observation et description, modélisation et simulation numériques. Comprendre la formation, la dynamique et l'évolution à long terme des atmosphères neutres et ionisées de la Terre et des planètes ainsi que leur interaction avec le vent solaire, en constitue l'objectif essentiel.

- Le **Pôle PI2S (Pôle d'Innovation Instrumentale et Spatiale)** est en cours de mise en place. L'activité spatiale constitue, en effet, un des domaines majeurs de la coopération entre les laboratoires de l'IPSL au sein desquels de nombreuses équipes analysent et interprètent des données spatiales, et mettent en œuvre des opérations de recherche conjuguées ou intégrées à des projets spatiaux relevant de la physique des plasmas terrestres, de la planétologie et de l'observation de la terre. Les domaines couverts par ce Pôle concernent le développement i) de moyens d'observation et d'instrumentation innovants (télé-détection pour les observations spatiales, embarquées ou au sol et mesures in-situ) et ii) de simulateurs instrumentaux associés incluant leur prise en compte pour les méthodes d'analyse. S'y ajoute la valorisation de ces développements aussi bien à l'intérieur de l'IPSL qu'à l'extérieur (autres établissements de recherche, publics ou privés, et utilisateurs hors du monde de la recherche).
- Le **Centre de Données** de l'IPSL est un des services fédératifs de l'Institut. Il existe dans sa forme actuelle depuis 2002 et fait suite à l'ancien «Pôle de données». Sa mission est de répondre aux besoins des laboratoires de l'IPSL en matière de gestion, mise à disposition, distribution et pérennisation des données pour les équipes de recherche de l'IPSL. Au plan national, il participe aux pôles thématiques de données mis en place par le CNES et l'INSU/CNRS, Ether (chimie atmosphérique) dont l'IPSL héberge et soutient le centre de gestion et de traitement des données et ICARE (nuages, rayonnement et cycle de l'eau) dont un des centres d'expertise, le CExII (Centre d'Expertise ICARE de l'IPSL) a été mis en place en vue d'organiser, au sein de l'IPSL, les méthodes de traitement et d'analyse des données issues d'expériences spatiales. Cette structuration offre des possibilités de synergies matérielles et logicielles entre les activités spécifiques au **Centre de Données** de l'IPSL et les activités d'Ether et d'ICARE, au bénéfice de la communauté nationale dans son ensemble.
- Les **missions d'observation** de l'IPSL, s'appuient désormais, dans le domaine océan-atmosphère, sur cinq services d'observation labellisés auxquels s'ajoutent deux outils nationaux OPA (modélisation océanique) et CHIMERE (pollution). Ces différents services sont, au niveau de l'IPSL, coordonnés au sein de l'entité **SOON (Services d'Observations et Outils Nationaux)** qui regroupe : i) le réseau d'observation de l'ozone stratosphérique et des variables associées (NDACC : Network for Detection of Atmospheric Composition Change), ii) le Réseau Atmosphérique de Mesure des Constituants à Effet de Serre (RAMCES), iii) OISO/CARAUS dédié à la mesure des échanges de gaz carbonique entre l'océan et l'atmosphère dans l'Océan Indien, iv) SNAPO-CO₂ service national de mesure du carbone inorganique marin v) la plateforme du SIRTAR (Site Instrumenté Régional de Télé-détection Atmosphérique) autour de thèmes liés au bilan radiatif, au cycle de l'eau, à la dynamique des écoulements et à la qualité de l'air, vi) OPA-NEMO modèle océanique (dynamique et bio-géochimie), code de référence national pour la recherche océanographique, la prévision opérationnelle et le climat (utilisé à l'IPSL, au CNRM et à UK Met Office) et vii) CHIMERE code qui calcule, à différentes échelles, l'évolution de la pollution photo-oxydante dans les basses couches de la troposphère au-dessus de l'Europe de l'Ouest. S'y ajoutent des activités de service dans le domaine du magnétisme (Service des indices) et des plasmas naturels (Superdarn).

Les **groupes de travail (GT)** constituent un des moyens privilégiés d'animation et de réflexion au sein de l'IPSL. Ouverts sur l'extérieur, ces groupes se réunissent régulièrement sous forme de séminaires et de journées scientifiques qui conduisent à la définition de projets communs, ou à la création de Pôles Scientifiques comme cela a été le cas du GT "cycle de l'eau" qui a donné naissance au pôle PROMETEE. Trois des groupes actifs depuis quelques années - Neuratel (inversion de données satellitales par réseau de neurones), GAPI (assimilation de données et problèmes inverses) et CLIMSTAT (climat et statistiques) - se sont regroupés au sein du groupe SAMA (Statistiques pour l'Analyse, la Modélisation et l'Assimilation), groupe auquel s'ajoute celui consacré à l'étude de l' « Influence de la stratosphère sur le climat ».

Les **projets scientifiques** sont des projets novateurs proposés pour une période limitée conjointement par des équipes rattachées à plusieurs laboratoires de l'IPSL (et éventuellement des participants extérieurs à l'Institut).

2 - Le pôle de modélisation du Climat (responsable : Pascale Braconnot)

L'IPSL a choisi d'avoir une approche multidisciplinaire intégrée du Système Terre et d'étudier de façon cohérente

les changements climatiques passés et futurs. Cette approche fait intervenir les interactions entre l'océan, l'atmosphère, la biosphère et la cryosphère sous l'ensemble de leurs aspects physiques, chimiques et biologiques. Elle s'appuie sur les activités de modélisation du climat menées dans les différents laboratoires de l'IPSL et est coordonnée au niveau du pôle de modélisation du climat de l'IPSL (IPSL-groupe climat et modélisation globale : IGCMG).

La période 2005 - 2008 a été principalement marquée par un investissement vis à vis du 4^{ème} rapport du GIEC, aussi bien au niveau de la réalisation des simulations coordonnées sur le plan international que de l'exploitation de l'ensemble des résultats et de la participation de plusieurs chercheurs dans sa rédaction. Le travail de valorisation de ces travaux et d'exploitation des simulations réalisées en France s'est fait en étroite collaboration avec les équipes française concernées dans le groupe ESCRIME (étude des simulations réalisées par l'IPSL et Météo-France). La mise en valeur des actions françaises s'est concrétisée par la rédaction d'un livre blanc, largement diffusé en 2007 et dont les différents chapitres ont été repris dans la revue La Météorologie. Les résultats ont également été mis à disposition d'un plus large public au travers de projets avec l'ONERC et l'IDDRI. Leur exploitation s'est également poursuivie dans le projet européen ENSEMBLES. Les simulations en cours permettent d'affiner les résultats obtenus avec les simulations du GIEC et de préparer les prochaines simulations qui, à partir de 2009, seront réalisées en vue du 5^{ème} rapport.

Les activités du pôle concernent environ 80 chercheurs et ingénieurs de l'IPSL, auxquels s'ajoute un cercle plus large d'environ 200 personnes qui utilisent les résultats et bénéficient de la mise à disposition des données. Le pôle est désormais bien reconnu pour ses activités dans le domaine du changement climatique, comme l'attestent le nombre croissant de publications et l'implication dans les débats autour du changement climatique au travers de conférences ou débats auprès de différentes communautés.

Les activités scientifiques s'appuient sur les différents modèles développés dans les laboratoires de l'IPSL ainsi que sur la construction incrémentale du modèle système terre de l'IPSL permettant le couplage des différentes composantes. L'ensemble est composé du modèle d'atmosphère LMDz, du modèle d'océan OPA ou NEMO auquel sont associés le modèle de glace de mer LIM et de biogéochimie marine PISCES, du modèle de surface continentale ORCHIDEE et de celui de chimie-aérosols INCA. Ces modèles sont couplés via le coupleur OASIS développé au CERFACS. A ces modèles s'ajoutent une bibliothèque permettant de gérer les entrées/sorties et toutes les opérations de post-traitement des données effectuées lors d'une simulation, ainsi qu'un environnement de travail permettant de gérer les simulations et de visualiser les résultats. L'enjeu est de pouvoir utiliser ces modèles dans différentes configurations correspondant aux différents enjeux scientifiques et couplés ou non à d'autres composantes.

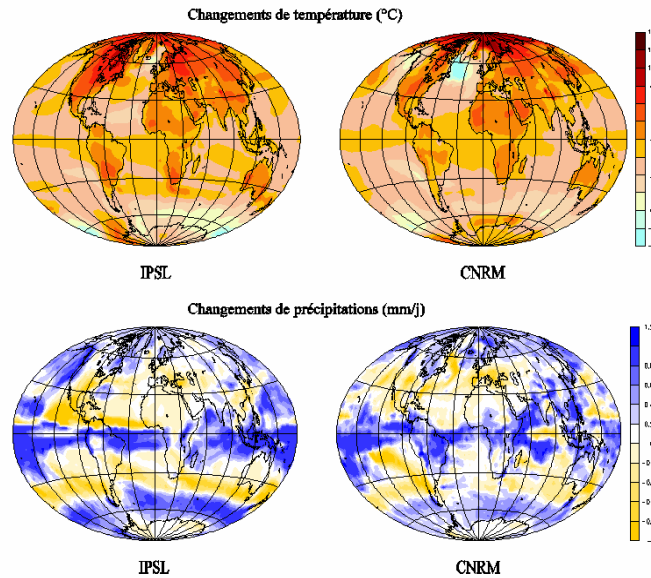
Le fonctionnement du pôle repose à la fois sur le financement des différents projets directement portés par le pôle (ENSEMBLES, MissTerre, CICLE, INLOES,...), le soutien financier de l'IPSL, et de façon plus diffuse via les différents projets portés par des chercheurs individuels dans les différents laboratoires de l'IPSL.

2.1 Principaux résultats

Ceux-ci ont été présentés lors des journées de prospective du pôle qui se sont tenues à Branville (Normandie) les 19 et 20 mai 2008.

2.1.1 Simulations du GIEC et analyses du changement climatique

Les simulations réalisées pour le GIEC couvrent la période de 1860 à nos jours, ainsi que des projections pour le 21^{ème} siècle. Les résultats ont été mis à disposition de la communauté scientifique et de nombreuses pré-analyses portant sur des indices climatiques (nombre de jours de gel, vagues de chaleur, précipitations intenses,...) ont été fournies. Une plaquette présentant les simulations françaises a été réalisée en 2006 et largement diffusée au moment de la Conférence des Parties de Montréal (2005). De même, les nombreuses études réalisées à l'aide des modèles français ou à partir de l'ensemble multi-modèles de la base de données CMIP3, ont été rassemblées dans un livre blanc ESCRIME paru début 2007 et dont la traduction anglaise est maintenant disponible (<http://escrime.ipsl.jussieu.fr/>). Les principaux projets d'analyse portés par l'IPSL ont concerné l'analyse à grande échelle des changements climatiques et la comparaison des résultats obtenus à ceux du modèle du CNRM (Dufresne, J.-L. et al., 2006, Royer, J.-F. et al., 2007), l'estimation des contributions relatives des différentes rétroactions intervenant dans l'ajustement radiatif du climat à la perturbation anthropique (Bony, S., et al., 2006, Dufresne, J.-L. and S. Bony, 2008), l'étude détaillée de la rétroaction des nuages (Bony, S. and J.-L. Dufresne, 2005, Bony, S. et al. 2004, Webb, M.J. et al. 2006, Williams K.D et al, 2006), l'évolution des principaux modes de variabilité (Cassou, C. and E. Guilyardi, 2007, Guilyardi, E., 2006, Guilyardi, E., et al., 2004), l'évolution du climat en arctique et antarctique en collaboration avec nos collègues de Louvain-la-Neuve et de Grenoble (Arzel, O., et al., 2006, Arzel, O et al., 2008, Krinner et al., 2007), ainsi que l'effet des anomalies de flux d'eau douce et de la fonte des calottes polaires sur le climat (Swingedouw et al., 2006, Swingedouw et al. 2007 a et b).



Changements de la température (°C, en haut) et des précipitations (mm/j, en bas), entre la fin du 21e et du 20e siècles, avec le scénario SRES-A2 : modèle de l'IPSL (à gauche) et du CNRM (à droite).

2.1.2 Simulations complémentaires pour étudier la sensibilité climatique et évaluer le climat simulé.

Une première orientation a consisté à analyser plus finement le fonctionnement de la convection et son lien avec la circulation de grande échelle dans les tropiques (Hourdin et al. 2006). De plus, nous avons montré comment les rétroactions liées à l'océan influencent la position de la zone de convergence tropicale dans la partie Est des bassins pacifique et atlantique (Braconnot et al. 2007). Les études de la variabilité tropicale indiquent aussi que le couplage océan-atmosphère se comporte différemment suivant le schéma de convection utilisé (Guilyardi et al. soumis), les conclusions étant différentes si l'on s'intéresse à la variabilité intra-saisonnière (Xavier et al. en préparation). Afin de mieux comparer les caractéristiques des nuages aux données satellitaires, les différents simulateurs de nuages proposés dans le projet CFMIP (Chepfer et al. 2008) ont été introduits dans les modèles d'atmosphère.

Les simulations paléoclimatiques du dernier maximum glaciaire et de l'Holocène (projet PMIP) complètent celles du climat futur (Braconnot et al. 2007 a et b). Les études récentes ont porté sur la sensibilité climatique estimée à partir du climat glaciaire (Masson-Delmotte et al. 2005, Laîné et al., 2008, Laîné et al., soumis, Kageyama et al. 2006), l'évaluation du rôle des flux d'eau douce sur la circulation océanique dans les simulations glaciaires (Alkama et al. 2006, Alkama et al. in press), l'étude de la mousson et des réponses différenciées au forçage d'insolation entre l'Afrique et l'Inde (Marzin et al. en révision, Braconnot et al. 2008), l'estimation des rétroactions liées aux changements de circulation océanique (Zhao et al. 2005) ainsi que l'étude des changements de variabilité interannuelle dans les régions tropicales (Zhao et al. 2007, Zheng et al., 2008).

2.1.3 Les interactions chimie-aérosols-climat

Les simulations du GIEC ont été réalisées en prenant ou non en compte les aérosols sulfatés. Le refroidissement lié aux aérosols masque environ 30% du réchauffement dû à l'augmentation des gaz à effet de serre. Il pourrait diminuer dans le futur et permettre une plus forte amplification du réchauffement (Dufresne et al. 2005, Pham et al. 2005). Le modèle chimie-aérosols INCA a été intégré dans le modèle couplé IPSL-CM4 (De andréis 2008) et les différents inventaires d'émission d'aérosols réexaminés (Reddy et al. 2005) ainsi que l'estimation des forçages radiatifs associés. Une meilleure prise en compte de la stratosphère a été mise en oeuvre par le groupe de travail "influence de la stratosphère sur le climat" (cf section plus détaillée du groupe de travail). Elle a permis le développement d'une version du modèle LMDz étendu à la stratosphère ((Lott et al. 2005) et couplé interactivement au module de chimie stratosphérique Reprobus (Jourdain et al. 2008). L'intégration de la chimie stratosphérique dans LMDZ-INCA est en cours ce qui devrait permettre d'inclure de façon plus réaliste l'effet du volcanisme et des variations du rayonnement solaire.

2.1.4 Le cycle du carbone et l'utilisation des sols

Le traitement du cycle du carbone a reçu une attention particulière au niveau international. Suite aux travaux pionniers de l'IPSL et du Hadley Center sur le couplage entre le climat et le cycle du carbone le projet C⁴MIP a rassemblé les résultats de plusieurs autres modèles. Tous font ressortir un impact additionnel du changement

climatique sur le cycle du carbone (Friedlingstein et al., 2006). A l'IPSL des simulations ont également pris en compte les autres gaz à effet de serre et les aérosols sulfatés (Cadule et al. 2008). Des simulations du climat du 20^{ème} siècle ont servi de support au développement d'une stratégie de validation du couplage climat-carbone. Elles montrent aussi que l'évolution historique du ruissellement continental est essentiellement due à celle du climat et de l'utilisation des sols et non à l'effet du CO₂ sur la physiologie des plantes (Piao et al, 2007).

Dans l'océan, des tests de sensibilité ont montré que la prise en compte de l'influence de la chlorophylle sur la pénétration de la lumière provoque un réchauffement de quelques dixièmes de degrés dans la zone tropicale (Langaiges et al. 2008). D'autres simulations ont mis en évidence que l'impact de la circulation thermohaline sur les puits de carbone est relativement limité (Swingedouw et al. 2007c)

Enfin les simulations couplées ont montré que quelle que soit la latitude ou l'homme déforeste, le refroidissement associé est significatif tant sur le continent que sur l'océan ((Davin et al. 2007; Davin 2008) et que l'usage des sols modifie également les caractéristiques de la variabilité interannuelle.

2.2. Evolution du modèle, des outils et de l'infrastructure.

Les modèles et leur environnement de calcul sont en constante évolution pour répondre aux nouveaux besoins scientifiques et à l'évolution des supercalculateurs. Nous ne reprenons ci-dessous que les éléments concernant plus particulièrement la prochaine version de la physique du modèle couplé, qui repose en partie sur l'action de physique commune entreprise avec Météo-France, et les développements conjoints améliorant la portabilité et l'efficacité du modèle couplé sur différentes architectures de calcul.

Le projet de physique commune a démarré en 2003 entre les équipes développant le modèle d'atmosphère LMDz et celles en charge du développement du modèle Arpège à Toulouse. L'intérêt du projet est de pouvoir utiliser différents jeux de paramétrisations venant des deux équipes dans chacun des GCM atmosphériques. Afin de tester et de comparer les différentes paramétrisations physiques, une première étape a consisté à inclure « en bloc » la physique LMDz dans la version Arpège climat 1D. Cette physique comprend une nouvelle paramétrisation de la couche limite convective (Rio & al, 2007, à paraître) qui a été testée sur un certain nombre de cas unidimensionnels.

Différentes modifications ont permis, en particulier, de corriger des défauts de la représentation du sol et des flux d'eau. Cette nouvelle version offre également un cadre pour le couplage avec les cycles bio-géochimiques. Elle sera utilisée pour les prochaines simulations du GIEC et inclura le développement de la physique atmosphérique décrits ci-dessus et ceux du modèle d'océan permettant de tenir compte du cycle diurne et de l'incorporation de la nouvelle version du modèle de glace de mer. Cette version devrait être prête pour la fin de l'année 2008.

Le modèle couplé de l'IPSL est désormais employé de façon opérationnelle en parallèle sur les calculateurs vectoriels/parallèle du CEA et du CNRS (effort conduit dans le cadre du projet CICLE soutenu par l'ANR). Les résultats obtenus sur différents calculateurs montrent que les performances obtenues sont très bonnes. Les principales limitations à l'utilisation d'un nombre massif de processeurs viennent de la taille des grilles utilisées en climat pour répondre au compromis résolution/ longueur des simulations. Un autre goulot d'étranglement répertorié concerne la gestion des nombreuses entrées/sorties qui sont indispensables à l'exploitation des résultats des simulations et pour lesquelles un travail spécifique doit encore être mené.

La nouvelle version du modèle couplé bénéficie d'une refonte complète de l'interface entre la couche limite atmosphérique et les modèles de surface. Elle s'accompagne d'un environnement d'exécution modulaire entièrement repensé. L'ensemble des simulations réalisées est diffusé via le serveur de projet permettant de faire le suivi des modèles et de leurs environnements et de référencer les résultats qui sont ensuite diffusés vers une large communauté.

Des séjours de chercheurs de l'IPSL au Japon (soutenus par l'ANR INLOES) ont permis de réaliser sur le Earth Simulator des simulations à haute résolution du modèle d'océan de l'IPSL, incorporant la biogéochimie marine ou couplé au modèle d'atmosphère développé à Hambourg pour étudier le climat tropical. Le portage sur calculateurs massivement parallèles du modèle couplé de l'IPSL a commencé au CEA et sur le Earth Simulator, et une première version de test a tourné sur ces machines. L'histoire de la modélisation du climat est fortement associée à l'évolution de la puissance de calcul et l'IPSL a été amené à se positionner sur les besoins en calcul au niveau européen lors de la préparation du projet PRACE et plus récemment sur la définition du projet d'infrastructure IS-ENES (7^{ème} PCRD).

3 - Pôle Système Solaire (responsable : Eric Chassefière)

Les recherches sur les atmosphères planétaires et cométaires et sur les plasmas du système solaire se donnent comme objectifs essentiels de comprendre la formation, la dynamique et l'évolution à long terme des atmosphères neutres et ionisées de la Terre et des planètes ainsi que leur interaction avec le vent solaire. Elles

traitent de processus physiques et chimiques fondamentaux dont un grand nombre jouent un rôle important dans le cas de notre planète mais qui ont aussi une portée plus générale au sein du Système Solaire. Grâce à son accessibilité aux observations effectuées aussi bien à partir du sol que par les moyens spatiaux, l'environnement terrestre permet en effet d'étudier de façon détaillée des processus que l'on retrouve, dans des conditions ou à des échelles diverses, dans les environnements d'autres corps du système solaire, voire dans certains objets astrophysiques. La planétologie comparée est ainsi la démarche sur laquelle se fonde l'exploration des systèmes lointains ; elle bénéficie, dans un large domaine, des méthodes développées et des connaissances acquises dans les études terrestres.

Les programmes de l'Institut s'articulent autour de deux grands volets complémentaires. D'une part, l'observation et la description quantitative des différents milieux explorés au moyen d'un large éventail d'instruments performants, le plus souvent embarqués sur des missions spatiales, d'autre part, un effort important de modélisation et de simulation numériques qui, seul, permet l'interprétation des données et la compréhension globale des systèmes étudiés. Ils s'organisent principalement autour de l'exploration des planètes, des satellites planétaires et des comètes. Les noyaux et les atmosphères cométaires témoignent des conditions de formation du Système Solaire ; la constitution et la structure du noyau, la composition chimique et isotopique des gaz cométaires et la formation puis l'évolution de la coma lorsque la comète se rapproche du Soleil constituent les objectifs principaux des expériences engagées. L'atmosphère de Titan fournit l'exemple d'un système dans des conditions physico-chimiques extrêmes dont l'étude, outre son intérêt propre, peut apporter des indications sur les processus de synthèse des molécules prébiotiques dans l'atmosphère primitive de la Terre. C'est à sa dynamique et à sa physico-chimie, en particulier à la formation des aérosols photochimiques d'azote et d'hydrocarbures, que sont consacrés les projets en cours dans le cadre du présent quadriennal, projets dont nous décrivons brièvement l'état d'avancement.

Le bilan détaillé des activités en planétologie de l'IPSL peut être trouvé dans les rapports d'activité des laboratoires émergeant au pôle : SA, CETP, LMD. Nous décrivons dans ce document uniquement les actions qui ont fait l'objet d'un financement incitatif de l'IPSL.

3.1. Physicochimie atmosphérique et climat : cycles de l'ozone, de la poussière et de l'eau sur Mars

La mise en orbite de l'instrument SPICAM à bord de Mars-Express, à la fin 2003, a permis d'établir la première climatologie globale de l'ozone martien. L'ozone sur Mars est fortement couplé aux radicaux hydrogénés responsables du maintien d'une atmosphère composée de 95% de CO₂. Notre capacité à reproduire les observations d'ozone par la modélisation constitue donc un test essentiel de notre compréhension quantitative de la stabilité de l'atmosphère de Mars. Dans cet objectif, nous avons développé et couplé au modèle de circulation générale du LMD le premier modèle photochimique tridimensionnel de l'atmosphère de Mars. Ce modèle a permis de caractériser les variations théoriques d'ozone à toutes les échelles de temps (Lefèvre et al., 2004). Il a ensuite été comparé de façon rigoureuse aux données SPICAM, en termes de colonne d'ozone (Perrier et al., 2006) et de profil vertical nocturne (Lebonnois et al., 2006). Il a également permis d'analyser les données d'ozone et de H₂O₂ récemment estimées depuis la Terre (Fast et al., 2006 ; Encrenaz et al., 2007). Les résultats obtenus semblent apporter la preuve de l'importance de la chimie hétérogène sur Mars, ce qui n'avait jusqu'ici jamais été pleinement confirmé par l'observation (Lefèvre et al., 2008).

Le climat martien est fondamentalement dépendant de la charge en poussière soulevée par les vents, car celle-ci contrôle en grande partie la structure thermique de l'atmosphère par effet radiatif. Une étude a été lancée conjointement par le LISA, le SA et le LMD afin d'établir une cartographie du potentiel de soulèvement de la poussière à la surface de Mars, en utilisant un modèle originellement développé pour l'environnement terrestre au LISA. A partir d'une analyse statistique de la couverture rocheuse et des données d'inertie thermique provenant de différents instruments spatiaux, des cartes globales de la rugosité aérodynamique martienne ont pu être générées à différentes résolutions (Hébrard et al, 2008, soumis). Ces cartes ont pu être couplées avec succès avec les données climatiques issues du modèle de circulation générale de l'atmosphère martienne développé au LMD pour estimer les seuils d'érosion éolienne et dresser une cartographie de la variabilité spatiale du potentiel de soulèvement à la surface de Mars.

La recherche de l'eau dans la subsurface martienne est un enjeu majeur de l'étude du climat martien et de son évolution. Le radar WISDOM, qui sera embarqué sur la mission Exomars de l'ESA, et qui est placé sous la responsabilité de V.Ciarletti (CETP-LATMOS), a pour objectif la recherche de l'eau dans la subsurface martienne (Hamran et al, 2007). Un projet visant à évaluer avec précision les performances de WISDOM sur des sols artificiels représentatifs du sous-sol martien dans des conditions expérimentales maîtrisées est en cours. L'accent est mis sur l'effet de l'eau sous différentes formes : la détection de transitions eau sous forme de glace / eau liquide, milieu sec / milieu saturé en glace. Les principales équipes concernées par le projet sont le laboratoire IDES de l'UPS Orsay (F. Costard), qui apporte ses compétences en géologie martienne et sa maîtrise

des expériences en chambre froide, et le CETP. Le dispositif a été construit et des premiers résultats expérimentaux sont attendus fin 2008.

3.2. Astro-exobiologie : étude de la physicochimie de l'atmosphère de Titan et de la surface de Mars par des simulations expérimentales

Le SA a développé, et met en œuvre depuis 2004, une nouvelle technique de production des tholins, équivalents des aérosols photochimiques de Titan : le plasma de décharge RF à couplage capacitif. Cette technique produit des poudres en volume sans interaction avec les parois. Nous avons reproduit au SA un dispositif opérationnel du GREMI (Orléans), que nous avons appelé PAMPRE (Production d'Aérosols en Microgravité par Plasma REactif). Au cours de la période 2003-2007, de nombreux échantillons ont été produits, puis observés et analysés ex-situ. Les observations au microscope électronique ont montré que ces tholins sont de forme quasi sphérique (Szopa et al. 2006), et que leur taille est compatible avec celle des particules monomères composant les aérosols de Titan déduite des analyses in situ de la diffusion de la lumière solaire par les aérosols de Titan (instrument DISR sur la sonde Huygens). Par conséquent, nous avons débuté un travail portant sur la caractérisation de la diffusion de la lumière par les tholins (avec A.-C. Levasseur Regourd et E. Hadamcik du SA) pour mieux contraindre et interpréter les observations. Cette diffusion a été étudiée au LCPE (Orléans) à l'aide du dispositif PROGRA.

Nous avons récemment collaboré avec le LISA pour étudier la possibilité d'enrichissement isotopique en carbone des tholins comparativement à la phase gazeuse (Nguyen et al. 2007). Un travail de caractérisation des propriétés optiques des tholins est en cours avec le LPG (E. Quirico). Nous caractérisons également la structure moléculaire des tholins par différentes techniques : spectrométrie de masse, spectroscopie Raman en collaboration avec plusieurs laboratoires (ICSN Gif/Yvette, LCP Orsay, LPCI, LCOB ENSCP). L'association de tous ces diagnostics nous permettra à court terme de caractériser au mieux la structure moléculaire des tholins et l'influence des conditions expérimentales sur cette structure. Un travail de mesure de la conductivité électrique des tholins a également débuté en collaboration avec l'IMS (Bordeaux) afin d'apporter des éléments d'interprétation des mesures de l'instrument HASI-PWA sur la surface de Titan. Cette étude est pilotée par M. Hamelin du CETP.

En plus de ce programme de caractérisation des propriétés des tholins, nous travaillons à la caractérisation du milieu réactif (plasma) pour remonter aux mécanismes de production de la phase solide à partir de gaz. Nous avons mené avec le GREMI (Orléans) une série de mesures des propriétés électriques du plasma qui sont nécessaires, entre autres, à la modélisation de la physicochimie du plasma. Cette modélisation est prise en charge par une équipe de modélisateurs de l'IST (Lisbonne) et de l'Université de Porto dans le cadre d'un PAI PESSOA.

Enfin, en 2008, nous avons commencé à travailler au refroidissement du plasma afin de mener des expériences dans des conditions de température plus représentatives de celles de Titan. Les premiers tests menés récemment montrent qu'on arrive à refroidir le plasma d'au moins 50°C mais une optimisation est en cours pour tenter de descendre à des températures plus basses.

Une autre expérience, dédiée à Mars et appelée MOMIE, a pour but de déterminer le comportement de matériaux d'intérêt exobiologique (molécules organiques, minéraux pouvant avoir une origine biologique) lorsqu'ils sont soumis aux conditions environnementales de la surface de Mars (Stalport et al, 2008a). L'idée directrice est de déterminer quels composés peuvent résister à ces conditions, et comment évoluent les matériaux qui ne résistent pas : composés gazeux relâchés dans l'atmosphère, évolution vers un composé solide stable (Stalport et al, 2005, 2007). Un dispositif expérimental permettant le suivi de la dégradation de molécules organiques dans des conditions de température, de pression et de flux UV représentatifs de celles de la surface de Mars, a été mis en place et finalisé en 2006. Les résultats obtenus par F. Stalport du LISA (thèse co-encadrée par C. Szopa du SA) ont permis de mettre en évidence que de nombreuses espèces organiques ne résistent pas à l'exposition directe aux UV (Stalport et al, 2008b). Cependant, nous avons montré que certaines espèces résistent, en évoluant probablement vers une structure moléculaire plus complexe. Nous avons également confirmé qu'une faible épaisseur de minéraux suffisait à protéger les molécules des rayonnements UV.

3.3 Environnements ionisés de la Terre et des planètes

L'étude des environnements ionisés des corps du Système Solaire, et plus particulièrement de Mars et Mercure, a fait l'objet de plusieurs financements de l'IPSL.

Une ferme de PC a été mise en place en 2006 au CETP. Dans le domaine de la modélisation instrumentale, les équipes « radar à pénétration de sol » et « spectrométrie de masse ionique » ont pu obtenir une caractérisation expérimentale complète de leurs instruments grâce à la puissance de calcul de cet équipement (Le Gall et al, 2008).

Au plan expérimental, un travail de conception d'un analyseur de plasma 3-D, destiné à l'étude des plasmas de l'environnement terrestre et des environnements planétaires, a été démarré à l'automne 2006 au CETP. Les facteurs de géométrie obtenus avec le design optimisé se sont avérés très bons, mais la couverture angulaire peut encore être améliorée. Grâce à la flexibilité des logiciels mis au point, il a été possible de montrer que l'établissement d'un profil résistif le long des électrodes des déflexions des particules permettait de moduler les propriétés optiques de l'instrument de façon favorable (Berthomier, 2007).

Un atelier de travail sur l'étude de Mercure a été organisé fin 2007 par F. Leblanc à Paris (UPMC, campus de Jussieu) afin de stimuler les collaborations entre la France et le Japon dans le cadre de la préparation de la mission européenne BepiColombo. Une quinzaine de chercheurs français et cinq chercheurs japonais ont participé à cet atelier, dont le but était de discuter science et développement instrumental, d'identifier des synergies possibles entre les différents instruments de la mission et de susciter de nouvelles collaborations.

Concernant Mars, une modélisation de l'émission X de la couronne martienne a été faite. Les ions de haut degré du vent solaire fabriqués dans la couronne se neutralisent lors de collisions avec les neutres présents dans l'héliosphère (phénomènes d'échange de charge) et le système solaire en émettant des cascades radiatives dans la gamme X (phénomène découvert assez récemment grâce aux comètes). Une collaboration entre le SA (F. Leblanc, R. Lallement) et le CETP (G. Chanteur, R. Modolo) a permis de calculer la propagation des ions du vent solaire dans l'environnement de la planète Mars, pour en déduire leur neutralisation par les neutres planétaires et la distribution spatiale et spectrale des émissions post-échange de charge autour de Mars. Les résultats ont été comparés avec les observations du satellite XMM. Un certain nombre de différences apparaissent suggérant que la physique des collisions n'est pas encore entièrement représentée (Koutroumpa, 2008).

Les efforts conduits au cours des dernières années, particulièrement à la suite de la création fin 2005 du Pôle Système Solaire, élargissant le Pôle de Planétologie à la composante plasma du CETP (Note du Pôle de Planétologie de l'IPSL n°16, 2006), ont aussi porté sur l'étude de l'ionosphère et de la magnétosphère terrestre.

Le déchirement de vitesse entre le vent solaire et le plasma de la magnétosphère Terrestre est propice au développement d'une instabilité de Kelvin-Helmholtz. Le champ magnétique y joue un rôle important, aussi bien sur le seuil de déclenchement de l'instabilité que sur la dynamique des particules qui constituent le plasma. Des simulations numériques des données de la mission Cluster de l'ESA ont permis de mettre en évidence l'existence d'un phénomène de diffusion anormale dont l'efficacité est significative, compte tenu de son caractère quasi-stationnaire (Smets et al, 2007). Une structure particulière de la fonction de distribution des protons y est associée. L'étude est en cours de prolongement à la magnétopause de Mercure.

Le projet ALFA (Auroral Light Fine Analysis), placé sous la responsabilité d'Elena Séran (CETP), a comme objectif la mise en oeuvre d'instruments optiques pour effectuer des mesures fines des émissions lumineuses engendrées dans l'ionosphère/thermosphère dans le domaine visible, entre 400 nm et 900 nm. En 2006, quatre campagnes de mesures ont été effectuées avec succès à l'OHP, Niamey (Niger), Kiruna (Suède), et Esrange (Suède). Dans ce dernier cas, il s'est agi d'une campagne de mesures conjuguées : optiques (ALFA, réseau « all-skies » Alis-Miracle), satellitaires (DEMETER), par radar HF (SuperDARN), magnétiques (Miracle). Le but de ces observations était d'étudier les arcs auroraux de petites échelles. De ces mesures, il a été conclu (Séran et al., 2007, 2008a, 2008b) qu'il existe une discontinuité du champ électrique entre la région d'accélération d'électrons (dans la cavité d'Alfvén, vers 3000 km) et la région F de l'ionosphère (~200 km), et d'autre part que le mouvement de l'arc et la distribution d'intensité d'émissions à l'intérieur de celui-ci donnent en conséquence « une image » de la zone d'accélération. Du point de vue technique, la campagne à ESRANGE a permis de tester l'instrument dans les conditions d'hiver arctique et d'observations de longue durée. En 2007, l'instrument a été complété par un instrument additionnel composé de photomètres équipés de filtres interférentiels et polarisants dont l'orientation et le champ de vue sont ajustables.

4 - PROMETEE (responsable : Yvon Lemaître)

Rappelons que le Pôle PROMETEE est une structure IPSL relativement jeune issue d'une réflexion entamée lors d'un colloque réalisé début 2005 à l'Ecole Normale Supérieure qui a conduit à la soumission d'un document fondateur aux CS, CD et OSU IPSL en 2006 puis à une lettre de mission attribuée par le CD au Pôle mi 2006.

Ce Pôle se différencie des autres structures mises en place au sein de l'ISPL par des réalisations qui concernent des échelles de temps et d'espace plus petites que celles traitées dans le Pôle de Modélisation du Climat, accessibles par les observations disponibles de type missions spatiales, satellites opérationnels, réseaux de

mesures opérationnels, stations sol, ou encore campagnes en complément des outils numériques disponibles (modèles à méso-échelle). Il se différencie également par sa structuration évolutive autour de plusieurs actions réalisées parallèlement dans des Groupes de Travail (GdTs) constitués autour de thèmes et questions scientifiques.

L'objectif de ce Pôle est, à plus ou moins long terme, de structurer des activités méso-échelle autour d'actions IPSL coordonnées (outil, méthode objet, ou chantier). C'est en partie pourquoi en plus des GdTs thématiques tournés vers des problématiques d'interface (aérosol-nuage, pluie-hydrologie, océan-atmosphère,...), des actions transversales « Méditerranée » pour les chantiers et « Assimilation Modélisation » pour les méthodes ont été mis en place dès la création du Pôle. Ces deux actions ont fait l'objet de GdTs. L'un concerne le cycle hydrologique du bassin méditerranéen (GdT MED) qui, du fait de son intérêt national et international, s'est très rapidement développé hors du Pôle. L'autre traite de l'assimilation et de la modélisation à méso-échelle ; il a démontré l'intérêt de la communauté IPSL impliquée dans des activités de modélisation méso-échelle à soutenir la mise en place au niveau IPSL d'une plateforme commune de modélisation couplée. Ceci a cependant nécessité une phase de discussion, d'échanges et de concertation de façon à faire émerger des intérêts communs et donc des actions fédératrices.

Les thèmes de discussions et d'actions retenus pour les groupes thématiques portaient sur 1) l'évaluation de l'impact des mesures satellitaires d'humidité du sol sur la prévision de la réponse hydrologique de sous-bassins du bassin d'Orgeval, 2) la documentation du cycle de vie des aérosols et leur impact sur la microphysique des nuages, 3) la paramétrisation des flux (de quantité de mouvement, de chaleur, radiatifs solaire et infrarouge, de constituants - CO₂, DMS - et d'aérosols), 4) la documentation des processus contrôlant la variabilité et la tendance de la vapeur d'eau et des nuages de glace dans l'UTLS (Upper Troposphere – Lower Stratosphère) et 5) l'évaluation/validation de bilans d'eau par inter-comparaisons de capteurs.

Les différentes réunions organisées par les GdTs ont permis de rassembler des équipes de disciplines diverses impliquées dans des activités expérimentales et de modélisation. Selon les GdTs, elles ont permis des échanges d'expertise mettant en œuvre des techniques complémentaires, l'émergence de questionnements scientifiques et d'actions transversales, la définition de campagnes d'observations qui ont fait l'objet de demande de soutien en particulier à l'IPSL et au LEFE, le soutien à de petits projets communs qui accompagne l'élaboration de projets plus ambitieux, une coordination sur la pérennisation des développements et la réalisation de projets ou campagnes communs et de grande envergure (HYMEX, assimilation de données, couplage de modèles...).

Certaines des actions lancées par le Pôle se sont très rapidement développées dans un cadre extérieur, en particulier sous forme de projets qui dépassaient largement le cadre de PROMETEE. Néanmoins, la mise en place de ces actions, au niveau de leur élaboration, a alimenté des discussions et encouragé sans aucun doute un effort de structuration au sein de l'IPSL.

En 2007, le Pôle a lancé une concertation entre le Pôle de Modélisation et PROMETEE (participation réunion du Pôle Modélisation) sur la mise en place d'actions coopératives concernant la régionalisation du Climat.

Des réflexions ont également eu lieu fin 2007 début 2008 concernant l'élargissement du Pôle à des activités concernant la Prévision Immédiate (en réponse à l'appel à coopération fait par Météo-France) et son positionnement vis-à-vis des problèmes de qualité de l'air-chimie (transport chimiques à méso-échelle, mélanges par la convection nuageuse ou la turbulence, échanges avec le sol). Dans l'avenir, les types d'actions à mettre en œuvre seront soit des projets de petite envergure ciblés et complémentaires de ceux soutenus par les instances nationales et internationales, soit des efforts de coordination au niveau IPSL autour de la mise en place d'outils communs de modélisation méso-échelle couplée et d'analyse d'observations.

Très récemment, le Pôle PROMETEE a participé à la prospective à 10 ans réalisée par le groupe de travail « Environnement et climat régional » ayant pour objectif une meilleure compréhension du climat et de l'environnement régional afin de contribuer à la compréhension intégrée du système global.

4.1 Bilan d'eau à moyenne échelle et à l'échelle régionale à partir de mesures satellitaires

Ces travaux réunissaient une vingtaine de personnes issues de trois laboratoires de l'IPSL (SA, LMD, CETP) et trois laboratoires extérieurs (CNRM, IGN, LOA). Ils avaient pour objectif principal l'évaluation de la mesure d'humidité et des contenus intégrés par différents capteurs (in situ, de télédétection au sol ou sur plateforme satellitaire) et se situaient dans le contexte de la préparation de l'expérience AMMA. Ils ont été réalisés dans le cadre d'une campagne de mesures faite sur le site du SIRT (VAPIC).

La base de données ainsi constituée a également permis la réalisation de travaux relatifs à la validation de paramétrisations physiques dans les modèles de circulation générale. Elle a donné lieu à un grand nombre de

publications et sert encore de base à des travaux de physique de la mesure et de développements algorithmiques concernant la détection active dans le domaine des hyperfréquences.

4.2 Cycle hydrologique du bassin méditerranéen (GdT MED)

Ce groupe de travail réunissait une quinzaine de personnes issues de cinq laboratoires de l'IPSL (CETP, SA, LMD, LSCE, LOCEAN) et un laboratoire extérieur (OHP). Son objectif était de mettre en place à l'IPSL une dynamique de recherche autour du bassin méditerranéen en articulation avec le Pôle de Modélisation du Climat. Le soutien de l'IPSL dans le cadre de ses appels d'offres concernait l'animation scientifique, l'organisation de séminaires, et la mise en place de workshops en 2006 et 2007 (Journées « Méditerranée IPSL » 18 mai 2006 et 25-26 octobre 2007). Ce soutien a également porté sur quelques études dédiées aux scénarios climatiques régionaux, à la régionalisation du climat, et à la circulation générale de la Méditerranée. L'ensemble de ces actions et travaux a été conduit en relation avec des actions nationale et internationale (tels que CIRCE et le chantier Méditerranée).

4.3 Hydrologie de Bassin Versant (GdT HBV)

Ce groupe de travail réunissait une vingtaine de personnes issues de 2 laboratoires de l'ISPL (CETP et LSCE) et de 4 laboratoires extérieurs (Cemagref, IRD-Bondy, Sisyphé, INRA-Grignon). Les travaux réalisés portent sur la compréhension des interactions sol-surface-atmosphère par expérimentation et modélisation à l'échelle de la parcelle, et à celle du versant et du bassin versant. Ils concernent également l'estimation des différents termes du bilan hydrologique à l'échelle d'un petit bassin, sa fermeture et sa cinétique dans les différents compartiments.

Le soutien de l'IPSL dans le cadre des Appels d'offres de l'ISPL (financement à hauteur de 6 k€ de deux sondes TDR et en soutien à la modélisation numérique) portait d'une part sur la mise en oeuvre d'un mât de mesure atmosphérique sur le site du bassin de l'Orgeval, et sur la modélisation, pour ce site, de l'apport de mesures de télédétection à l'estimation haute résolution de l'humidité des sols. Il concernait d'autre part l'étude de l'impact de la mesure satellitaire d'humidité de surface des sols sur la prévision de la réponse hydrologique de sous bassins versants du bassin de l'Orgeval.

4.4 Interactions Dynamique-Aérosols-Vapeur d'Eau-Nuages (GdT DAVEN)

Ce groupe de travail réunit une quinzaine de personnes issues de 3 laboratoires de l'ISPL (SA, LSCE et LMD). Les travaux réalisés ont conduit à la définition d'une campagne proposée en région parisienne (en particulier sur le site d'expérimentation SIRTa de l'IPSL). Il s'agit d'une campagne de documentation à fine échelle des processus dynamiques et thermodynamiques impliqués dans les phénomènes d'activation des aérosols et de formation des nuages bas, et des aérosols (effets direct, semi-direct et indirect) impliqués dans le cycle de vie des systèmes nuageux (initiation, développement, maintien et disparition). Ce projet proposé en 2006 au PATOM n'a pas été retenu pour cause de conflit avec les campagnes AMMA (2006) et COPS (2007).

4.5 Cycle de l'eau dans la haute troposphère / basse stratosphère (GdT UTLS)

Ce groupe de travail réunit une quinzaine de personnes issues de 3 laboratoires de l'ISPL (SA, LMD, CETP). Les processus considérés dans ce Gdt sont ceux contrôlant la variabilité et la tendance de la vapeur d'eau ainsi que la formation des nuages de glace (y compris nuages stratosphériques polaires) dans l'UTLS. Il considère également l'influence des aérosols sur la formation des nuages de glace. La principale question scientifique abordée jusqu'à maintenant a porté sur les mécanismes d'entrée de l'eau dans la stratosphère. Ce travail s'est fortement appuyé sur les observations réalisées dans le cadre des campagnes internationales d'observations HIBISCUS, AMMA et SCOUT dans lesquelles l'IPSL a été moteur. Un 'special issue' sur les résultats de la campagne HIBISCUS dans 'Atmospheric Chemistry and Physics' est pratiquement bouclé. Il n'y a pas eu besoin de soutien financier IPSL car les financements européens et LEFE étaient suffisants. L'action prévue à court terme est un colloque sur les mécanismes d'injection de la vapeur d'eau à la tropopause tropicale (composante du projet 'Tropopause' coordonné par B. Legras, LMD).

4.6 Interaction Océan-Atmosphère(GdT IOA)

Ce groupe de travail réunissait une dizaine de personnes issues de 4 laboratoires de l'ISPL (CETP, LOCEAN, SA, LMD). Il est actuellement arrêté faute d'animateur. Les échanges réalisés dans ce GdT portaient sur la mesure des Flux turbulents de quantité de mouvement et de chaleur, sur les flux radiatifs solaire et infrarouge, les flux de constituants tels le dioxyde de carbone et le Sulfure de diméthyl, et d'aérosols ainsi que le développement de paramétrisations des flux d'énergie et de matière à l'interface (lien entre la méso-échelle et la petite échelle (0.1mm-10km)).

4.7 Assimilation-Modélisation à Méso-Echelle (GdT ASME)

Ce groupe de travail réunit une trentaine de personnes issues de 4 laboratoires de l'ISPL (LMD, SA, LOCEAN, LSCE). Les objectifs assignés sont multiples. Il doit promouvoir l'application pratique des idées et des outils de modélisation et d'assimilation par la communauté expérimentale et définir des actions de coordination dans ce domaine. Différents types d'applications ont pu être discutés dans ce GdT (analyses centrées sur la campagne de mesures qu'il s'agisse de l'évaluation de l'apport d'un nouveau système d'observation à des informations géophysiques, de la détermination optimale d'un paramètre scalaire, de la sensibilité d'une grandeur physique à d'autres grandeurs physiques en vue d'une meilleure compréhension des processus physiques en jeu et de la sensibilité de la simulation aux caractéristiques des jeux de données assimilés (densité des observations, échantillonnage, erreurs d'observations,...) pour la définition des campagnes expérimentales ou projet spatiaux futurs.

Les intérêts communs qui en sont ressortis portaient sur le couplage de modèles, le développement ou l'amélioration de paramétrisations physiques et la réalisation d'études sur des régions instrumentées communes (Ile de France ou Méditerranée) afin d'évaluer l'apport des différents couplages. Il est à noter que des actions de ce type sont déjà en cours à l'ISPL (MM5-ORCHIDEE, CHIMERE-ORCHIDEE ; forçage de MM5 et CHIMERE par LMDz et LMDz-INCA respectivement ; projet de forçage d'OPA par MM5). Le Pôle PROMETEE soutiendra donc ce type d'actions en préparation à des campagnes prévues dans le cadre du chantier Méditerranée. Il soutiendra également des actions dans le cadre de l'assimilation de données en coordination avec les projet AROME et MANDOPAS4D.

5 - Pôle d'innovation instrumentale et spatiale (responsable : Jacques Pelon)

Des avancées significatives ont été réalisées dans le domaine spatial et instrumental grâce aux équipes de l'IPSL. Les lancements de CALIPSO en avril 2006 et de IASI en décembre 2006, ont permis d'apporter à la communauté scientifique des observations nouvelles très attendues. Les validations sont en cours d'achèvement et l'exploitation des résultats a déjà commencé. De même pour l'étude des planètes et du milieu interplanétaire, l'arrivée des sondes planétaires Mars Express en 2003 (SPICAM), Vénus Express en 2006 (SPICAV), ROSETTA en route pour une rendez vous avec la comète 67P/Churyumov-Gerasimenko en 2014-2015 et de la sonde de descente dans l'atmosphère de Titan Huygens/CASSINI (ACP) en 2005, a conduit à une activité importante au cours des dernières années. PICARD, SMOS, et Megha-Tropiques vont être lancés en 2009. D'autres instruments sont en préparation dans lesquels l'IPSL intervient aussi bien pour les mesures aéroportées (mesure du CO₂, radar CAROLS) et sous ballon (validation IASI, Megha-Tropiques), que pour les projets spatiaux TARANIS (micro-satellite CNES), ExoMars, (mission martienne de l'ESA), Bepi-Colombo (mission spatiale pour Mercure, Phobos Grunt (mission martienne russe pour Mars) et Mars Science Laboratory (mission martienne USA).

5. 1. Développements expérimentaux

En accompagnement des projets scientifiques, les équipes techniques des laboratoires se sont investies dans le développement, la réalisation et la mise en oeuvre de nombreux projets techniques concernant des instruments opérés au sol, embarqués en ballon ou avion, ou envoyés dans l'espace. L'activité présentée ici a été conduite entre plusieurs laboratoires de l'IPSL (ou devant y appartenir à court terme), en liaison avec celle des pôles thématiques (Pôle de Modélisation du Climat, Pôle Système Solaire et PROMETEE). Parmi les développements de nouveaux moyens d'observation sol, aéroportés ou sous ballon, on citera notamment :

- le lidar à détection hétérodyne LIDIA pour la mesure du CO₂ atmosphérique (LMD-SA-LSCE);
- le lidar rétrodiffusion compact pour la mesure des aérosols sur ULM et ballon (LSCE)
- le radar couche limite CURIE (CETP)
- le radar nuage à modulation de fréquence BASTA (CETP)
- le radiomètre micro-ondes CAROLS pour la validation de SMOS (CETP)
- le développement du spectromètre de masse SAMU pour la mesure des radicaux HO_x (SA)
- l'installation en Afrique de l'ouest de l'instrument ODS conçu initialement pour la mesure des aérosols martiens (soutien IPSL).
- la détection de planètes extra-solaires (soutien IPSL)
- les développements d'expériences en laboratoire pour la simulation des observations spatiales de Mars et Titan (MOMIE, PAMPRE) (SA-LISA).
- le développement de PHEBUS spectromètre de masse UV (Bepi-Colombo).
- le développement des détecteurs de PICAM spectromètre de masse (Bepi-Colombo).
- le développement de MSA spectromètre de masse (Bepi-Colombo)

Les équipes techniques des laboratoires ont été très mobilisées par la réalisation d'expériences spatiales sélectionnées par le CNES et l'ESA, notamment :

- l'instrument SAM pour la l'étude de la composition du sol et de l'atmosphère de Mars à bord de la mission de la NASA MSL-09 (SA-LMD);
- Le développement de la mission Mégha-Tropiques (LMD-CETP-LOCEAN)
- Fin de PICARD (SA-CNES)

L'exploitation de données spatiales a constitué une part importante de l'activité technique. Ceci concerne :

- la participation à l'algorithmie et la validation des produits de la mission CALIPSO (SA-LMD-CETP);
- l'algorithmie et la préparation de la validation et de l'exploitation des données de l'instrument SMOS (LOCEAN-CETP-SA) pour l'humidité des sols et la salinité des océans;
- l'algorithmie de l'instrument IASI sur METOP pour la composition troposphérique (SA-LPMAA);
- les opérations, le traitement et l'archivage des données de l'instrument SPICAM sur Mars-Express et la modélisation associée (SA-LMD-LISA)
- les mesures et les analyses de Cassini-Huygens sur Titan (SA-LISA)
- le suivi de 3 instruments de la sonde Rosetta en route vers la comète qu'elle atteindra en 2014 (SA-CETP)

L'IPSL a, par ailleurs, joué un rôle dans différentes actions de simulations de laboratoire (MOMIE, PAMPRE) et dans le projet RALI dédié à l'étude de la dynamique des nuages :

L'expérience de laboratoire Mars Organic Molecules Irradiation and Evolution (MOMIE qui s'intéresse à l'influence du flux UV sur la structure des molécules organiques) a été mise en place en 2005 conjointement entre le SA et le LISA en vue d'apporter des informations nécessaires au traitement et à l'interprétation des données collectées par les missions spatiales sur Mars, Titan, ...

Dans l'atmosphère de Titan des aérosols solides sont produits à haute altitude. Pour interpréter les données de la sonde Huygens, un dispositif de production en laboratoire d'équivalents d'aérosols (tholins) par plasma de décharge RF à couplage capacitif appelé PAMPRE (Production d'Aérosols en Microgravité par Plasma REactif) a été reproduit au SA. La décharge fonctionne dans un mélange $N_2 - CH_4$ (proportion entre 0% et 10%).

RALI (projet soutenu par l'INSU et le CNES) s'intéresse à l'étude de la dynamique des nuages peu précipitants et à la validation des missions de l'A-Train et des synergies associées (CloudSat/CALIPSO au sein de l'A-Train). Il combine 2 instruments : un radar nuages Doppler double faisceaux développé par le CETP (RASTA) et le lidar Leandre Nouvelle Generation (LNG) à haute résolution spectrale, développé par le SA et la DT/INSU. RALI a été déployé pour les campagnes AMMA (nuages tropicaux) et POLARCAT (régions polaires). Les analyses sont en cours. Les algorithmes développés au CETP et à l'Université de Reading seront implantés au centre opérationnel ICARE à Lille pour l'analyse des données spatiales ; ils permettront d'utiliser les données de ces campagnes (in situ et télédétection) pour la validation des restitutions et l'analyse à différentes échelles.

5.2. Missions spatiales

Celles-ci concernent soit l'observation de la terre (CALIPSO, SMOS, Megha-Tropiques, IASI) soit l'étude des planètes Mars et Titan, la détection de planètes extrasolaires, ou l'exploration du milieu interstellaire.

5.2.1 CALIPSO (SA, LMD, CETP, LSCE)

La mission CALIPSO est le fruit d'une collaboration franco-américaine entre la NASA et le CNES (Co-PI Jacques Pelon, SA). L'équipe scientifique française inclut différents représentants issus de l'IPSL et de différents laboratoires français (CNRM, LAMP, LOA).

Le satellite CALIPSO, embarque trois instruments (lidar CALIOP, imageur IIR et caméra visible) sur une plateforme développée par THALES-Space. Il a été lancé le 28 avril 2006, et a rejoint l'AQUA-TRAIN (ensemble de 5 satellites sur la même orbite) le 31 mai 2006. Toutes les données opérationnelles sont disponibles sur le serveur de NASA Langley (<http://www-calipso.nasa.larc.gov>) ainsi que sur le site français de ICARE/CGTD à Lille (<http://www.icare.univ-lille1.fr>). Le colloque A-train à Lille fin octobre 2007 a constitué une étape importante pour la présentation des premiers résultats avant la mise à disposition des données de niveau 2B lidar (extinction) et IIR (classification nuageuse et émissivité des nuages).

Le développement des algorithmes opérationnels est placé sous responsabilité américaine pour le lidar et sous la responsabilité française, pour l'analyse Imageur IIR-lidar. La validation des produits a commencé dans le cadre de la campagne AMMA en juin 2006 pour ce qui concerne les observations aéroportées. Plusieurs campagnes se

sont déroulées depuis et sont prévues en 2008. La phase de validation implique également des observations au sol sur une période plus longue.

La mission vise l'amélioration de la climatologie des nuages et des aérosols en permettant une analyse plus précise de leurs propriétés sur la verticale. Des analyses sont en cours, au LMD notamment avec la modélisation (GCM LMDz), pour améliorer les paramétrisations des modèles. D'autres études sont également poursuivies comme l'étude des injections de masses d'air par convection dans la zone de transition tropicale, le suivi et la quantification des nuages stratosphériques polaires, l'étude de la pollution liée aux agglomérations (couplage avec les modèles de chimie-transport), le transport des aérosols de feux, le suivi des aérosols volcaniques, les aérosols désertiques (forçage radiatif, transport...), la restitution de paramètres océaniques (vents de surface, activité biologique) ... Une trentaine d'articles ont été publiés, acceptés et soumis en 2008, une vingtaine publiés en 2007. Deux sessions spéciales de JOAT et de JGR doivent regrouper en 2009 les publications sur les algorithmes et les résultats obtenus.

5.2.2 Projet SMOS (LOCEAN, SA, CETP)

SMOS (Soil Moisture & Ocean Salinity) est une mission spatiale réalisée dans le cadre du programme d'exploration de la Terre de l'Agence Spatiale Européenne (PI, Y Kerr, CESBIO). Sélectionné (sur appel d'offres) en même temps que CRYOSAT comme mission d'opportunité en 1999, le projet est conduit par l'ESA avec des contributions substantielles du CNES et des autorités spatiales espagnoles. Le lancement (par une fusée Rockot) est prévu au printemps 2009, pour une durée de vie de 3 ans extensible à 5 ans.

La charge utile de SMOS est un radiomètre opérant en bande L, sur l'intervalle protégé 1400-1427 MHz, selon un principe interférométrique, qui permet d'effectuer des mesures de l'humidité superficielle sur les surfaces continentales et de la salinité de surface au-dessus des océans avec une résolution angulaire acceptable (environ 2°) et une fauchée d'environ 1000 km. SMOS, opérera en orbite héliosynchrone (à 06 h 00 et 18 h 00 à l'équateur), avec un temps de revisite inférieur ou égal à 3 jours en tout point de la planète.

Les activités d'étalonnage-validation propres à SMOS s'appuieront sur des collaborations avec des spécialistes de la reconstruction d'image afin d'identifier les anomalies en température de brillance propres à la technologie interférométrique (utilisation du radiomètre aéroporté CAROLS).

Avec le lancement de SMOS prévu en 2009, les projets d'étalonnage-validation vont prendre de l'ampleur (statistiques sur les températures de brillance SMOS ; campagnes radar aéroportées, l'une est planifiée pour le printemps 2009 ; déploiement de flotteurs de salinité ...). Les centres de production des données de niveau 3 et 4 (Centres Aval et de Traitement des Données SMOS) sont situés à l'Ifremer ainsi que le centre d'expertise CATDS/salinité ; le centre d'expertise CATDS/humidité des sols est situé au CESBIO. ACRI-st et le LOCEAN ont participé à la définition des tâches du CATDS Salinité. Etant donné les implications fortes des laboratoires de l'IPSL dans l'étalonnage-validation de SMOS, l'Institut sera l'un des interlocuteurs privilégié des CEC du CATDS.

5.2.3 Megha-Tropiques (LMD, CETP, LOCEAN)

Megha-Tropiques (MT) est une mission spatiale franco-indienne (PI R. Roca, LMD) réalisée entre le CNES et l'ISRO. Le lancement est prévu fin 2009. Son objectif est d'étudier le bilan d'eau et d'énergie des systèmes convectifs dans les tropiques. La charge utile comporte trois instruments : un imageur hyperfréquences pour les nuages et la pluie (Madrass), un sondeur hyperfréquences de vapeur d'eau (Saphir) et un instrument à bandes larges destiné à la mesure des flux radiatifs (ScaRaB). Au niveau scientifique, MT implique une collaboration entre des laboratoires de l'IPSL (LMD, CETP, LOCEAN), l'IRD, Météo-France, le CEPMMT,... et plusieurs laboratoires Indiens.

La mission Megha-Tropiques fournira des informations sur les précipitations à la surface, sur les profils de vapeur d'eau et des contenus en eau liquide et en glace nuageuse dans les nuages, sur le contenu intégré de la vapeur d'eau et sur la température de surface sur terre et le vent de surface sur mer, sur le contenu en eau liquide nuageuse dans les nuages non précipitants et sur le flux radiatif au sommet de l'atmosphère (ondes longue et ondes courtes).

La réalisation des algorithmes de base (niveau 2, day 1) de chacun des instruments de MT est en cours de finalisation. Les algorithmes de niveau 2 concernent les précipitations MADRAS, les profils d'humidité SAPHIR, les flux radiatifs ScaRaB (produits listés ci-dessus). Cela inclut également la mise en place d'un algorithme de niveau 4 (combinaison multi satellites, micro-ondes défilants, IR géostationnaire) principalement pour les précipitations. En parallèle, des travaux doivent se développer pour des algorithmes avancés prenant en compte l'originalité de la mission MT : utilisation du nouveau canal MADRAS à 157 GHz, perspectives d'assimilation des données dans des modèles. Enfin, les études sur les thématiques Megha-Tropiques doivent se poursuivre : simulation et apport de l'échantillonnage très particulier, apports originaux de la mission pour

l'étude de processus climatiques tropicaux ciblés, apport pour l'étude des cyclones et des systèmes convectifs de meso-échelle.

5.2.4 IASI (SA, LPMAA, LMD)

La plate-forme météorologique MetOp qui comporte le sondeur infrarouge IASI a été lancée le 19 octobre 2006. Les 3 exemplaires successifs permettront de mesurer les distributions, à l'échelle globale, d'une série de constituants d'intérêt pour la chimie atmosphérique et le climat (CO, CO₂, H₂O, CH₄, O₃, NO₂, H₂CO, SO₂), durant 15 ans. Les produits de niveau 2 (concentrations) sont générés à EUMETSAT en quasi-temps réel, et distribués aux agences météorologiques et aux utilisateurs.

Sous l'impulsion du CNES, au travers du programme Tosca, les laboratoires de l'IPSL participent à la préparation du volet 'chimie-climat' de la mission IASI, en effectuant des mesures de paramètres spectroscopiques en laboratoire pour améliorer les bases de données spectroscopiques pour les espèces mesurées par MetOp, en développant des algorithmes d'inversion pour restituer les concentrations des gaz à partir des spectres mesurés en radiance, en mettant au point des systèmes de validation au sol ou embarqués (ballons, avions), et en développant les moyens adéquats pour exploiter au mieux les mesures satellites dans les modèles de chimie-transport atmosphérique, notamment à l'aide d'outils comme l'assimilation de données (pour contraindre l'état de l'atmosphère) et l'inversion de sources (pour contraindre les sources d'émission).

5.2.5 Etude de MARS

Les programmes dans lesquels est engagé l'IPSL concernent des instruments en orbite (SPICAM-Mars Express) et au sol (SAM, MOMA, PALOMA et Phobos-Grunt)

SPICAM-Mars Express : SPICAM-light (spectromètre UV : 118-320 nm et proche-IR : 1-1.7 µm), développé au SA sous la responsabilité de J.L. Bertaux, dispose de plusieurs modes d'observations (nadir-limbe-occultations solaire/stellaire) permettant l'étude de l'atmosphère et de la surface. L'exploitation scientifique des données SPICAM, qui est venue récompenser près de 15 ans d'efforts de développement au SA en partenariat avec l'IKI (O. Korablev) et l'IASB (D. Nevejans), a permis d'obtenir de nombreux résultats, qui sont maintenant exploités avec le modèle de circulation générale du LMD (collaboration LMD-SA).

SAM pour MSL (Mars Science Laboratory) : La NASA va déposer sur Mars, en 2010 (départ de la Terre en Octobre 2009), un véhicule instrumenté, le Rover MSL09, qui, embarquera la suite instrumentale **SAM** (Sample Analysis at Mars, analyses minérales et composés organiques). La France fournit l'instrument GC (Chromatographe en phase gazeuse en réalisation SA-LISA).

MOMA : Dans le cadre de l'exploration de Mars, l'ESA a validé en 2007 l'envoi en 2013 d'un rover - appelé Exomars - à la surface de la planète afin de rechercher des indices d'activité biologique et organique, à l'instar de la sonde MSL. De même que pour l'expérience SAM, le SA s'est impliqué dans le développement d'un instrument de type GC-MS, appelé Mars Organic Molecules Analyzer (MOMA), en collaboration avec le LISA. Avec le soutien du CNES, la phase A de la partie GC a été menée sur la période 2006-2007, et la phase B (prototypage analytique et modèle structurel et thermique) devrait courir jusqu'à mi-2009.

PALOMA : Les travaux sur Paloma (collaboration CETP, SA, MAGIE/UPMC pour la mesure des rapports isotopiques des gaz rares) se sont poursuivis sous financement R&T jusqu'à aujourd'hui. L'effort s'est porté sur le développement du spectromètre miniaturisé (500g) à temps de vol dans l'équipe du CETP (J.-J. Berthelier). Ce spectromètre doit permettre de positionner fortement nos laboratoires dans les futures missions des programmes d'Exploration et Cosmic Vision de l'ESA.

Phobos-Grunt : Le projet russe Phobos-Grunt vise le dépôt, en 2011, à la surface du satellite de Mars Phobos, d'un atterrisseur qui, en parallèle avec un retour d'échantillons, procèdera à l'analyse de la surface grâce à un Pyrolyseur - Analyseur Thermique Différentiel, un Spectromètre Laser (TDLAS, U.Reims - SA), un Spectromètre de Masse et un Chromatographe en Phase Gazeuse (SA-UPMC).

5.2.6 Etude de VENUS

SPICAV-VENUS Express : SPICAV est composé d'un spectromètre UV : 118-320 nm et proche-IR : 1-1.7 µm) et d'un spectromètre par occultation solaire SOIR. SPICAV a été développé au SA sous la responsabilité de J.L. Bertaux avec l'IKI (O. Korablev) et l'IASB (D. Nevejans).

5.2.7 Etude de MERCURE

Plusieurs instruments sont en cours de développement pour la mission Bepi-Colombo. Cette mission européenne composée de deux orbiteurs MPO et MMO sera lancée en 2014. L'IPSL contribue notamment à PHEBUS un spectromètre UV (55 – 305 nm) dédié à l'observation de l'exosphère de Mercure au développement d'une partie

de PICAM spectromètre de masse à bord de l'orbiteur planétaire (MPO), de MSA spectromètre de masse et du search coil à bord de l'orbiteur magnétosphérique (MMO).

5.2.8. Etude de TITAN

Avec l'arrivée de Cassini/Huygens, une base de données a été créée pour rendre disponible l'ensemble des résultats pertinents du modèle (champs de température, de vents, distributions d'aérosols, opacités, composition chimique, etc,...). L'analyse des données qui implique une modélisation 2D des distributions est conduite en collaboration entre SA et LMD. L'instrument ACP (réalisation SA-LISA, financement CNES), a permis de piéger les aérosols et de les analyser par pyrolyse. La formation observée de HCN et NH₃ montre l'intervention, dans la photochimie des aérosols, des produits de photodissociation du N₂ atmosphérique.

5.2.9. Détection de planètes extrasolaires dans l'infrarouge thermique

Un instrument dédié, DEPIR (Détecteur d'exoplanètes par Photométrie Infrarouge) a été développé avec le soutien du LMD et de l'IPSL, pour mesurer la température des planètes extrasolaires, par colorimétrie relative différentielle dans la bande N infrarouge, autour de 10 µm. L'analyse des mesures de la campagne d'observation de 2006 est en cours.

5.2.10. Milieu interstellaire : la mission Rosetta

En attendant l'arrivée de Rosetta à destination (2014), une campagne de tests élémentaires a été menée sur le modèle de rechange de l'expérience. Conduite au MPS de Lindau en Allemagne en juillet 2005, avec la participation du MPS, du SA et du LISA, elle avait pour objectif d'affiner la procédure d'analyse que devra mener l'expérience de vol et d'ajuster des paramètres analytiques pour optimiser la réponse des instruments.

6 - Centre de Données (responsable du comité de pilotage : Cathy Clerbaux)

Le Centre de Données de l'IPSL existe dans sa forme actuelle depuis 2002 et fait suite à l'ancien «Pôle de données». Sa mission est de répondre aux besoins des laboratoires de l'IPSL en matière de gestion, mise à disposition, distribution et valorisation des données d'observation pour les équipes de recherche de l'IPSL. Au plan national, il participe aux pôles thématiques de données mis en place par le CNES et l'INSU/CNRS :

- Ether (chimie atmosphérique) : le centre de gestion et de traitement des données est actuellement hébergé par l'IPSL,
- ICARE (nuages, rayonnement et cycle de l'eau) : Le Centre d'Expertise ICARE de l'IPSL (CEXII) a été institué pour organiser au sein de l'IPSL les méthodes de traitement et d'analyse des données d'expériences spatiales, en particulier Calipso. Ceci offre des possibilités de synergies matérielles et logicielles entre les activités spécifiques du Centre de Données IPSL et les activités d'Ether et d'ICARE, qui servent à toute la communauté, bien au-delà de l'IPSL.

Le Centre de Données de l'IPSL (voir site Web <http://dataipsl.ipsl.jussieu.fr/>) met en place une gestion des données proche des équipes de recherche (pour partie décentralisée dans les différents laboratoires de l'IPSL, pour partie centralisée sur le campus de Jussieu et sur le site de l'Ecole Polytechnique), proche des sorties de modèles et permettant des analyses intégrant modèles et observations, et proche des moyens de calculs, permettant à un utilisateur distant d'effectuer localement des calculs sur des données, sans rapatriement (pour les gros jeux de données de type satellite ou modèle). Il a adopté une approche thématique qui favorise le rapprochement des équipes qui travaillent sur des thèmes communs. Enfin, il assure un certain nombre de services. Ainsi entre 2005 et 2008, les travaux ont porté sur :

- La mise en place des données des **bases de données AMMA-SAT** et AMMA-MOD. Le projet international AMMA, d'initiative française, a pour objectif d'améliorer la connaissance et la compréhension de la Mousson d'Afrique de l'Ouest et de sa variabilité de l'échelle journalière à l'échelle interannuelle.
- Le lien avec les **Services d'Observation de l'IPSL (SOON)**, en particulier avec la responsabilité du réseau NDACC France, et du projet européen GEOMON.
- La récupération et la redistribution de données rapatriées de l'extérieur au profit de l'IPSL : par exemple les **champs météorologiques** issus des réanalyses des modèles de circulation atmosphérique **du centre européen** CEPMMT (ERA15 et ERA40, analyses opérationnelles, prévisions) et du centre américain NCEP,
- La gestion de la **Base de Données sur les Atmosphères Planétaires (BDAP)** qui provient du partenariat de plusieurs laboratoires impliqués dans l'étude des atmosphères planétaires. Son objectif est de pérenniser et rendre accessibles aux communautés intéressées, les données anciennes et futures des observations

des atmosphères planétaires obtenues par les expériences spatiales dans lesquelles les laboratoires de l'IPSL et les laboratoires partenaires sont impliqués.

- Le développement de la base de données de campagne **Patagonia** : création et ouverture, avec site web, d'une base de données pour le projet Patagonia (données de profils océanographiques de température, alcalinité, CO₂ et pigments en Argentine).

- La participation au **projet de Grille EGEE**, qui a pour but, en s'appuyant sur les dernières technologies des grilles de calcul, de mettre en place une infrastructure de grille de calcul disponible partout en Europe 24 h sur 24,

- La gestion d'un **métacatalogue** de données qui comporte l'ensemble des descriptifs des données produites par les chercheurs de l'IPSL ou auxquelles les chercheurs de l'IPSL ont eu accès.

6.1. Un exemple de service : ClimServ

Le service ClimServ, initialement développé au LMD à l'Ecole Polytechnique (Palaiseau), a intégré depuis 2003 le Centre de Données IPSL. Le service ClimServ offre aux chercheurs de l'IPSL un accès combiné vers des moyens de calcul et un grand nombre de jeux de données utiles aux études climatiques, comme aux études de processus et à la mise au point ou à la validation des algorithmes de traitement des données satellitaires.

ClimServ intervient aussi au niveau national ou international ; c'est le cas notamment avec la mise en place du Centre d'expertise ICARE/IPSL en 2004 d'une part et avec la gestion d'une partie des données du projet AMMA (données satellite et modèles) d'autre part. Dans le cadre du pôle national ICARE, ClimServ constitue le support technique du « Centre d'Expertise ICARE de l'IPSL » (CExII), notamment pour la mise en place et la gestion des bases de données associées à cette thématique à l'IPSL.

6.2. Organisation et moyens humains

Sur le plan des moyens humains, l'organisation repose sur le travail des ingénieurs affectés au Centre de Données : cinq ingénieurs permanents (3 IR, 1 IE, 1AI) et des CDD, la moitié de ces personnels étant basée à Jussieu, l'autre moitié à Palaiseau (LMD). S'y ajoute le travail de quelques ingénieurs en informatique

Les actions du Centre de données sont coordonnées par un Comité de Pilotage composé de chercheurs et d'ingénieurs de l'IPSL représentant la plupart des types de besoins en matière de données. Ce Comité de Pilotage qui se réunit deux à trois fois par an sous la responsabilité de Cathy Clerbaux a pour mission de prospecter les besoins de l'IPSL, de proposer au comité de direction de l'IPSL des priorités sur les travaux à mener, de rechercher des coopérations avec d'autres centres de données, et de représenter le Centre de Données à l'extérieur.

6.3. Moyens informatiques

L'architecture informatique du Centre de Données tient compte de la répartition géographique de l'IPSL. Elle repose donc sur 4 serveurs de données principaux, situés sur trois sites de l'IPSL (Jussieu-UPMC, Ecole Polytechnique, Vélizy) qui hébergent chacun différentes bases de données. Le parti pris concernant la répartition des serveurs est de garder les données autant que possible près des chercheurs et de l'expertise scientifique concernant les données. Le serveur situé à l'IPSL/UPMC a été construit comme un portail permettant l'accès aux différentes bases de données des autres serveurs et aux diverses bases de données locales hébergées dans les laboratoires de l'IPSL. Le Centre de Données s'appuie également sur les moyens de calcul et d'archivage de centres extérieurs (CEA, IDRIS, CCR).

6.4 Résumé du bilan 2005-2008

Les aspects très positifs du bilan du Centre de Données concernent la mise en œuvre de nouveaux moyens informatiques, les interactions avec les Pôles thématiques Ether et ICARE (au travers du CexII), la participation aux grandes campagnes internationales : (INDOEX, AMMA,...), le soutien à diverses bases de données (Patagonia, Atmosphères planétaires,...), l'archivage et la conversion des analyses et réanalyses ECMWF, l'embauche et la stabilisation de plusieurs ingénieurs. A noter également la tournée des laboratoires entreprise par les ingénieurs du Centre de Données IPSL avec des séminaires organisés sur trois sites (LMD-x, LSCE, IPSL) pour présenter les activités du Centre de Données (les présentations peuvent être téléchargées).

Des difficultés ont également été rencontrées, sous-utilisation du méta-catalogue, faible mobilisation de la communauté scientifique IPSL autour des projets grilles, problème d'identité (visibilité labos/IPSL par rapport à Ether-ICARE), éclatement géographique, absence d'un budget propre, difficultés pour identifier des CDD, manque de coordination informatique au niveau IPSL (avec le Service informatique, avec les autres pôles, avec les Services d'observation), manque d'implication des chercheurs IPSL (eg le site WEB est sous utilisé). Ces

aspects devront donc être améliorés. Enfin la pérennisation des données reste un problème de fond récurrent qui n'a pas de solution satisfaisante.

7. Services d'Observation et Outils Nationaux (responsable : Philippe Keckhut)

A travers ses objectifs de recherche en environnement, l'IPSL a, dès sa création, affiché la volonté de contribuer à l'effort international de collecte de séries d'observations systématiques pour répondre aux questions scientifiques actuelles. Cette approche a été mise en place dès mi-1990. Cet effort est coordonné depuis 2004, dans le cadre d'un groupe dédié appelé "Services d'Observation et Outils Nationaux" de l'IPSL qui regroupe 5 activités qui portent sur l'Observation de l'ozone stratosphérique (NDACC), le suivi des gaz à effet de serre dans l'atmosphère (RAMCES), le suivi des échanges de CO₂ au niveau de l'océan Austral (CARAUS), la gestion d'un modèle communautaire d'océan (NEMO), et l'animation d'une plate-forme instrumentée à Palaiseau dédiée à l'étude des interactions nuages-aérosols et rayonnement (SIRTA). Ces activités se sont renforcées par le recrutement de chercheurs du corps des CNAP. Les SOON ont permis de contribuer à l'émergence de plusieurs autres activités de ce type qui ont été labellisées par l'INSU en 2007. Il s'agit du site multi instrumenté (SIRTA), d'un modèle communautaire concernant la composition chimique à l'échelle régionale (Chimère), d'une plate-forme d'analyse des flacons d'eau de mer (SNAPO-CO₂), de la construction d'indices magnétiques fournissant un index caractérisant la pénétration dans l'atmosphère des particules solaires (SIIG), et d'un site multi-instrumenté en région tropicale (OPAR).

Ce type d'activité d'observations systématiques a également été initié au niveau Européen et le leadership de l'IPSL a permis à la communauté française de s'impliquer dans des projets européens en émergence comme la mesure du profil vertical des aérosols par lidar (EARLINET), la construction d'une base de données atmosphériques inter-opérables (GEOMON), ainsi que d'une infrastructure en construction associée à l'observatoire européen des gaz à effet de serre (ICOS).

Sont présentés successivement les bilans des activités labellisées au cours de quadriennaux antérieurs (RAMCES, CARAUS, NDACC, NEMO et superDARN), de celles labellisées plus récemment (SIRTA, CHIMERE, SNAPO-CO₂, SIIG, OPAR) et des projets européens soutenus dans ce domaine (EARLINET, GEOMON et ICOS)

7.1 RAMCES (Responsable scientifique : M. RAMONET-LSCE)

Les objectifs principaux de RAMCES consistent à comprendre le cycle des principaux gaz à effet de serre (CO₂, CH₄, N₂O, SF₆) et leur rôle au sein du système climatique, ainsi qu'à évaluer les bilans de carbone en France et en l'Europe.

Les sites de mesure RAMCES sont localisés autour de deux régions : le continent eurasiatique et l'Océan Indien. Le réseau s'appuie sur des mesures en continu dans les observatoires ; des mesures régulières à partir d'un réseau de prélèvements d'échantillons d'air ; et de mesures aéroportées. Les mesures RAMCES sont transmises aux centres de données internationaux (GAW/WMO) et RAMCES est fortement impliqué dans des projets Européen (CARBOEUROPE-IP, GEOMON, IMECC).

Les études récentes ont permis de réviser les inventaires et de mettre en évidence une tendance à la baisse du puits de carbone océanique dans l'Océan Austral. Elles ont mis en évidence la part plus importante du puits de carbone biosphérique associé aux forêts tropicales, plutôt qu'aux écosystèmes des latitudes nord. Enfin sur la période 1995-2005, les mesures de l'observatoire de Mace Head confirment les baisses des émissions anthropogéniques de CH₄, N₂O et CO.

7.2 CARAUS (Responsable scientifique N. METZL-LOCEAN)

Dans le cadre de l'effort international (SOLAS, IMBER, CLIVAR, IGOS...), le programme OISO (Océan Indien Service d'Observation, labellisé S.O./INSU depuis Juillet 97) et les campagnes MIVERVE associées dans l'ORE CARAUS depuis 2003, visent à maintenir sur une longue durée l'observation des propriétés océaniques et atmosphériques liées au cycle du carbone dans l'Océan Indien Sud et l'océan Austral. Les campagnes OISO mettent à profit les navigations du *Marion-Dufresne* (IPEV/TAAF) durant les opérations de type Observatoire pluridisciplinaire et logistiques dans le secteur des Iles Subantarctiques Françaises. Les campagnes MINERVE organisées en coopération avec le CSIRO (Hobart/Australie) utilisent les rotations de l'*Astrolabe* (IPEV/TAAF) entre la Tasmanie et la Terre Adélie. Depuis 1998, 16 campagnes OISO et 12 campagnes MINERVE ont été réalisées.

Ces observations permettent d'acquérir des informations déterminantes sur l'état du système biogéochimique dans l'océan à l'échelle régionale, sur sa variabilité et son évolution. Elles permettent de documenter la façon dont l'océan régule l'accroissement du CO₂ atmosphérique (piégeage du CO₂), voire de quelle manière il subit les impacts anthropiques (acidification des océans, rétroaction avec le changement climatique).

7.3 NDACC (Responsable Scientifique : P. KECKHUT-SA)

Le NDACC (Network for Detection of Atmospheric Composition Changes) est un réseau international qui a pour objectif de surveiller l'évolution de la stratosphère (couche d'ozone incluse), de comprendre les causes (naturelles/anthropiques, chimie /dynamique) des changements observés et d'étudier les interactions entre climat et chimie stratosphérique. Le réseau est bâti sur l'emploi d'instruments de recherche (lidar, radiomètres micro-ondes, spectromètres UV-Visible, FTIR, spectromètres UV) développés par les laboratoires participants, et complétés par l'utilisation de quelques instruments commerciaux (Brewer, Dobson, sondes ozone). Les équipes françaises sont impliquées dans ce réseau à partir de deux stations primaires (Station Alpine et la Station Antarctique). La France contribue également à neuf stations complémentaires.

Les longues séries lidar de l'OHP ont permis de quantifier l'évolution à long terme de la température (1-3 K/décennie) et de l'ozone (5-10%) à moyenne latitude. Mais, aujourd'hui, avec l'arrêt des émissions des Chloro-Fluoro-Carbures (CFC), on s'attend à une réduction graduelle (sur plusieurs décennies) de la destruction de l'ozone stratosphérique. Les données ont été utilisées systématiquement dans les exercices de validation satellitaires (UARS, TOMS, SBUV, SAGE, ENVISAT, GOME, ACE, CALIPSO). Les données polaires ont permis quant à elles, d'évaluer chaque année la destruction saisonnière d'ozone.

7.4 NEMO (Responsable scientifique C. LEVY-LOCEAN)

La modélisation numérique de l'océan bleu (dynamique), blanc (glace de mer) et vert (biogéochimie marine) est aujourd'hui une nécessité pour la recherche fondamentale, l'océanographie opérationnelle et les prévisions saisonnières. Elle est indispensable pour simuler les scénarios climatiques (GIEC).

Dans ce contexte, NEMO (Nucleus for European Modelling of the Ocean) est la plate-forme de modélisation qui est partagée par toutes ces communautés dont le besoin commun est l'amélioration du modèle en fonction des progrès scientifiques. Labellisé « outil national » par l'INSU en 2003, NEMO est organisé depuis janvier 2008 par un accord de consortium européen signé entre le CNRS (France), le GIP Mercator-Océan (France), le MET Office (Royaume-Uni), le Natural Environment Research Council du National Oceanography Centre of Southampton (NERC NOCS). L'enjeu important pour cet outil est de permettre au système d'évoluer en restant suffisamment fiable.

Au cours de ces dernières années, des progrès importants ont été réalisés notamment sur le couplage dynamique-biogéochimie ; ils ont permis de simuler les scénarios climatiques à partir de modèles couplés (comme cela a été réalisé par l'IPSL et Météo-France pour le GIEC).

7.5 SuperDarn (Responsable scientifique IPSL : E. SERAN-CETP)

La problématique scientifique de ce type d'instrument porte sur la surveillance de la convection du plasma dans l'ionosphère sur une large partie de chaque calotte polaire. La communauté française assure le fonctionnement des radars cohérents français (Island, Kerguelen) et s'est engagée dans la fourniture des données de ces deux radars. Des observations exceptionnelles de rétrodiffusion du signal HF du radar à partir d'un arc observé durant la campagne ALFA (KEOPS/ESRANGE) ont permis d'observer que la vitesse du plasma est beaucoup plus faible, 40 m/s, de direction différente de celle de l'arc (sud-ouest en moyenne) et de noter que l'arc est constitué de structures qui se déplacent le long de lui même avec une vitesse élevée de 1000 m/s. La conclusion est qu'il existe une discontinuité du champ électrique entre la région d'accélération d'électrons (dans la cavité d'Alfvén, vers 3000 km) et la région F de l'ionosphère (~200 km).

7.6 Le SIRTa (Responsable scientifique : M. HAEFFELIN-IPSL)

Le SIRTa (Site Instrumental de Recherche par Télédétection) est un site d'expérimentation national dédié à la recherche sur les processus physiques nuageux. Le SIRTa est situé à 25 km au Sud de Paris (48.7°N, 2.2°E). Le SIRTa rassemble de manière pérenne un ensemble d'instruments de télédétection active et passive, avec notamment un radar doppler pour étudier les nuages et les précipitations, un lidar rétrodiffusion et dépolarisation pour l'étude des nuages et des aérosols, des radiomètres et des capteurs in-situ pour suivre les contenus de l'atmosphère en vapeur d'eau, en eau liquide et en aérosols ainsi que le rayonnement en surface et les paramètres météorologiques standards. Le SIRTa offre un accès à cette plate-forme d'observation. Il donne en outre accès à des longues séries d'observation. Le SIRTa fournit des observations à plusieurs réseaux de référence de GCOS (BSRN, AERONET, GEWEX CAP, ...) et permet l'évaluation de modèles atmosphériques (MésO-NH ; MM5/WRF, ARPEGE, LMDZ).

7.7 CHIMERE (Responsable scientifique : L. MENUT-LMD)

CHIMERE est un modèle de chimie-transport dédié au calcul de concentrations chimiques dans la troposphère. Il a été labellisé par l'INSU en 2007. CHIMERE est l'outil de prévision retenu pour la chaîne de prévision

opérationnelle nationale PREVAIR pour la qualité de l'air en France et fait partie des modèles pour la prévision Européenne (GEMS). Son utilisation et ses implications dans des projets de recherche en Europe sont en forte croissance depuis quelques années (comme les projets Européens PROMOTE, GEOMON, CIRCE). Il est utilisé par plus d'une trentaine d'instituts. Les principaux objectifs pour les années à venir concernent l'ajout de nouvelles paramétrisations pour les aérosols et le transport vertical turbulent, et, par exemple, la prise en compte dynamique de la végétation.

7.8 SNAPO-CO₂ (responsable scientifique : N. METZL-LOCEAN)

L'augmentation des concentrations de gaz carbonique (CO₂) dans l'atmosphère est bien observée. Environ la moitié des rejets anthropiques de CO₂ ne reste pas dans l'atmosphère et est piégée par les océans et les surfaces continentales. De nombreux projets d'observations ont pour objectifs d'évaluer et comprendre la variabilité des échanges de CO₂ à l'interface air-mer. Pour répondre à ce besoin croissant de mesures *in-situ* des paramètres du CO₂ océanique, le LOCEAN/IPSL s'est engagé dans la mise en place d'un Service National d'Analyses des Paramètres Océaniques du CO₂ (SNAPO-CO₂), qui a été récemment labellisé par l'INSU (2007). Depuis 2005, le Service a contribué à une quinzaine de projets, et analysé et qualifié environ 2500 échantillons.

7.9 SIIG (Responsable scientifique : M. MENVIELLE-CETP)

Les indices d'activité magnétique font partie des données de base pour l'étude des relations Soleil-Terre et en météorologie de l'espace. Le Service International des Indices Géomagnétiques (SIIG), a pour missions de calculer et mettre à disposition de la communauté scientifique des valeurs de référence pour les indices reconnus par l'Association Internationale de Géomagnétisme et d'Aéronomie, et de mettre son expertise dans ce domaine au service de la communauté scientifique. Le SIIG fédère les activités de quatre instituts collaborateurs et son siège est installé au CETP. Ces indices sont particulièrement utilisés pour l'étude des relations Soleil-Terre et de la météorologie de l'espace.

7.10 OPAR (Responsable scientifique : J.L. BARAY-LACy)

La collaboration des laboratoires de l'IPSL avec le LACy et l'université de La Réunion a permis de déployer dans les années 1990 plusieurs instruments dans le cadre des réseaux internationaux NDACC, SHADOZ et AERONET en zone tropicale où des mesures sont peu fréquentes. Du fait de sa situation géographique et météorologique, le site offre des possibilités d'observation à l'intérieur et en bordure du réservoir stratosphérique tropical. Ceci rend possible des études sur les processus dynamiques qui gouvernent la circulation dans l'UTLS (Upper Troposphere-Lower Stratosphere), ainsi que des études de variabilité et de tendance à moyen et long-terme. L'OPAR (Observatoire de Physique de l'Atmosphère de la Réunion) a été créé officiellement en Février 2003, mais les premières mesures atmosphériques ont débuté en 1992. L'OPAR proposera un site d'accueil unique lorsque la station d'altitude sera construite à 2000 m d'altitude sur le piton du Maïdo.

7.11 EARLINET (Responsable Scientifique : F. RAVETTA-SA)

Earlinet est une association qui regroupe des laboratoires Européens disposant, au minimum, d'un lidar rétrodiffusion aérosol. Son objectif est de fournir une climatologie de la distribution verticale des aérosols à l'échelle de l'Europe. L'IPSL est membre de cette association et contribue à ce réseau de mesures au travers des sites du SIRTa et de l'OHP. Le projet européen EARLINET-ASOS (action coordonnée du FP6) vise à maintenir ce réseau de collaborations internationales et à échanger des expertises, tant au niveau instrumental qu'algorithmique. Une filière de traitement des données aérosols commune aux deux sites a été développée en 2007.

7.12 GEOMON (Responsable scientifique : P. CIAIS-LSCE)

GEOMON est un projet européen du 6^{ème} PCRD, coordonné par le LSCE et l'IPSL, qui a débuté en Février 2007. Y collaborent 38 laboratoires de recherche avec pour objectif la surveillance des changements de la qualité de l'air et du climat, à partir des mesures obtenues dans le cadre des réseaux sol comme ceux déployés dans les services d'observation gérés par l'IPSL ou d'avions de ligne instrumentés. Le projet a pour objectif de construire le premier dispositif intégré paneuropéen d'observations de la composition atmosphérique, inter-opérable en s'appuyant sur les multiples bases existantes. Cette base de données assurera à tous un accès direct à des observations de référence concernant la composition des gaz à effet de serre, la composition de la troposphère et la stratosphère ainsi que les aérosols. Le projet GEOMON est, une contribution au système coordonné et intégré pour l'observation globale de la terre (en anglais : Global Earth Observation System of Systems-GEOSS).

7. 13. ICOS (Responsable scientifique : P. CIAIS-LSCE)

La crédibilité des politiques de réduction des émissions de GES repose sur la mise en place d'observations qui mesurent de manière indépendante leur impact sur la perturbation atmosphérique. Ces données permettront la validation de nouveaux capteurs mis en orbite (IASI, OCO, GOSAT); Elles seront assimilées dans les modèles et combinées avec les séries longues et précises des réseaux de mesure in situ. La construction Européenne de l'Observatoire ICOS (Integrated Carbon Observation System) permettra d'intégrer et de standardiser au niveau Européen et international, mesures atmosphériques, mesures sur les écosystèmes et sur de grands bassins océaniques (Austral, Atlantique Nord). ICOS coordonné en grande partie par la France, est l'un des TGE (Très Grands Instruments de Recherche) qui a été classés prioritaires à l'échelle Européenne par le forum européen sur les infrastructures de recherches (ESFRI) en 2006. Dans le cadre du FP7 de la commission européenne, ICOS est entré dans sa phase préparatoire (2008-2011).

8. Groupes de Travail

Deux groupes de travail ont fonctionné de façon très active au cours des années récentes, l'un SAMA créé en fusionnant de 3 groupes de travail plus anciens, l'autre de formation récente dédié à la stratosphère.

8.1. Groupe SAMA : Statistiques pour l'Analyse, la Modélisation et l'Assimilation

Les recherches menées à l'IPSL nécessitent de nombreux travaux relevant de l'analyse de données, des problèmes inverses, de la reconstruction de champs, de l'assimilation de données et du traitement d'images. Ces travaux, s'ils portent sur des applications diverses, nécessitent l'utilisation de méthodes statistiques similaires. Le Groupe Statistiques pour l'Analyse, la Modélisation et l'Assimilation (SAMA) a été constitué en décembre 2005 afin de stimuler et de coordonner les recherches menées sur ces thèmes au sein de l'IPSL. Il s'est donné comme missions de favoriser l'échange de méthodes théoriques et pratiques entre les équipes de l'IPSL et le développement et l'échange de logiciels. Il organise des séminaires, des réunions de travail sur des sujets spécifiques et des sessions d'enseignement.

Le Groupe est animé par un comité scientifique de 5 membres: Filipe Aires (LMD), Slimane Bekki (SA), Philippe Naveau (LSCE), Olivier Talagrand (LMD) et Sylvie Thiria (LOCEAN). Le secrétariat du Groupe est assuré par David Cugnet, qui a en outre la responsabilité du développement et de la maintenance de logiciels d'assimilation, ainsi que celle de site du Groupe (<http://sama.ipsl.jussieu.fr>).

Les thèmes les plus actifs et leurs principaux acteurs sont actuellement, l'assimilation (F.Chevallier, LSCE), S.Bekki, SA, P.Naveau, LSCE, O.Talagrand, LMD), les événements extrêmes (P.Naveau, LSCE, Mathieu Vrac, LSCE), le downscaling (PA.Michelangeli, CLIMPACT et les réseaux de neurones (S.Thiria, LOCEAN)

Deux groupes de lecture d'articles se sont constitués au sein de SAMA, l'un autour des valeurs extrêmes (responsable P.Naveau) et le second autour du downscaling (responsable : PA.Michelangeli)

Outre des séminaires réguliers, le groupe SAMA a organisé deux réunions scientifiques (avec le soutien financier de l'IPSL) : la réunion constitutive du groupe le 5 décembre 2005 (23 présentations) et l'atelier Méthodes d'Ensemble en Météorologie et Océanographie organisé les 15 et 16 mai 2008 (une quinzaine de présentations).

Plusieurs enseignements, dont 7 en Écoles de Spécialité extérieures à l'IPSL, ont été dispensés par des membres du Comité Scientifique sur des thèmes en rapport direct avec ceux de SAMA.

Dix thèses sont actuellement en préparation à l'IPSL sur des thèmes relevant du groupe SAMA, et 11 thèses y ont été soutenues sur ces thèmes sur la période 2004-08. Cinq post-doctorants ont été accueillis sur ces thèmes. Soixante-quinze articles ont été publiés par des chercheurs de l'IPSL sur des thèmes relevant du groupe SAMA sur la période 2004-08.

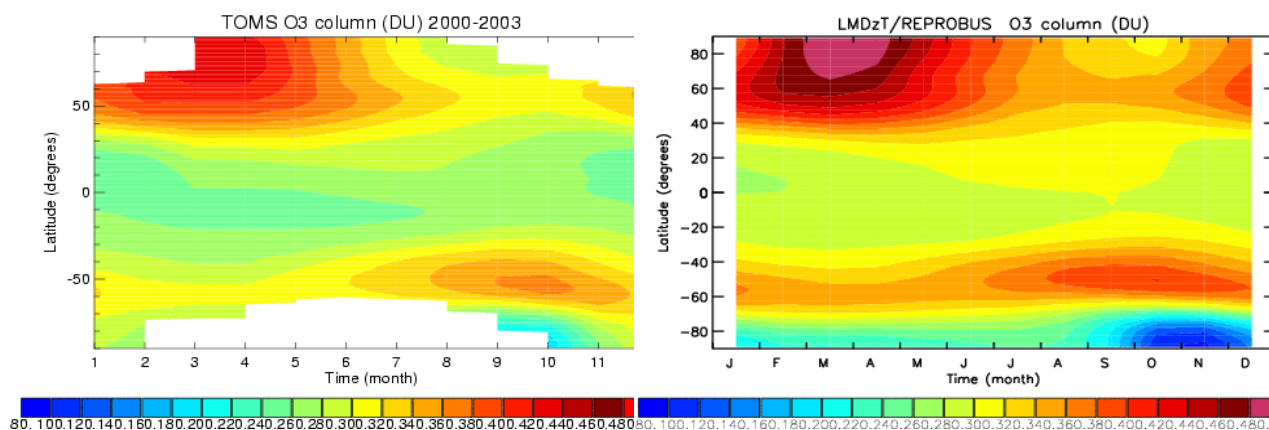
Enfin mentionnons quelques programmes de recherche dans lesquels des membres du Comité Scientifique de SAMA jouent un rôle moteur, F.Aires (Projets ANR et ESA), P.Naveau (Projet ANR) et S.Thiria (Modélisations associées à la couleur de l'océan pour le projet SMOS ; caractérisation du phénomène El Niño ; paléoclimatologie ; downscaling des données de capteurs satellitaires SMMI pour déterminer la pluie à petite échelle).

8.2 Groupe de travail : Influence de la Stratosphère sur le Climat

Ce groupe de travail a été mis en place en 2005 par S. Bekki (SA), D. Hauglustaine (LSCE) et F. Lott (LMD) afin de développer à l'IPSL un modèle couplé chimie-climat incluant la stratosphère. C'est chose faite : LMDz est étendu à la stratosphère (Lott et al. 2005) et couplé interactivement au module chimique Reprobus (Jourdain et al. 2008, voir aussi la Fig.1).

Le support de l'IPSL nous a permis d'inscrire ce modèle chimie-climat aux programmes internationaux d'inter-comparaison CCM-Val, SCOUT et DYNVAR (publications liées à CCM-Val: Eyring et al. 2006, Austin et al. 2008, Gettelman et al. 2008). Ce modèle est aussi ancré sur les recherches faites à l'IPSL concernant l'effet de la stratosphère sur le climat au sol (Nikulin et Lott 2008), les marées solaires de l'atmosphère (Lott et al. 2008; Haefele et al., 2008), les ondes équatoriales dans la stratosphère (Lott et al. 2008), ou la paramétrisation des ondes de gravité (Lott et Millet 2008).

Entre deux et trois fois par an, ont aussi été organisé des « ateliers » d'une journée au cours desquels un chercheur extérieur invité donne un séminaire, suivi d'exposés et/ou d'un débat concernant le développement et la validation du modèle LMDz-Strato-Chimie. En terme de visibilité extérieure, il est à noter que cet effort de modélisation a aussi aidé l'IPSL à se positionner de manière plus forte sur la réponse à 2 appels d'offre Européens du FP7 (ENV.2008.1.1.4.1, et ENV.2008.1.1.2.1)



Comparaison du cycle saisonnier de l'Ozone entre les données TOMs et LMDz-Reprobus

9. Appels d'offres scientifiques

Un des rôles du Conseil scientifique est de mettre en place et d'assurer le suivi d'un appel à projets annuels. Cet appel d'offre a été ouvert dès 2004 à des projets non exclusivement fédérateurs mais appelés à le devenir, ou présentés par des jeunes chercheurs. En 2005, l'AO a été ciblé sur des actions incitatives instrumentales spécifiques. Le nombre de propositions reçues (retenues) est de 20 (18) en 2007, de 13 (12) en 2006 et de 22 (18) en 2005. Les budgets demandés sont ont été de 250 k€ en moyenne pour une affectation comprise entre 100 et 120 k€

Ces appels couvrent des champs disciplinaires très larges. A titre d'exemple les propositions faites en 2007 provenaient des différents pôles et groupes de travail - Pôle de Modélisation du climat (1), Pôle Système Solaire (4), PROMETEE (4), Pôle Spatial et Instrumental (2), SAMA (1) - ou de projets hors pôles (5). Elles intéressaient différents domaines (système solaire, plasmas terrestres, dynamique de l'atmosphère, chimie atmosphérique, surface continentale, océan de surface et océan profond, impacts du changement climatique. Enfin elles relèvent aussi bien de campagnes de mesures (2), de développements instrumentaux (5), de développement de méthodes et de programmes d'analyse (8), de modélisation (2), que de l'organisation d'écoles et de conférences.

10. Actions internationales

La visibilité de l'IPSL sur le plan international est extrêmement bien établie à travers de multiples collaborations et de grands projets dans lesquels sont impliqués les équipes de l'Institut. Nous mettons ici en exergue trois exemples, l'un est à caractère institutionnel (Bureau du Programme Mondial de Recherche sur le Climat), le second concerne un projet très ambitieux dédié à la mousson africaine (AMMA), et le troisième, l'établissement de liens avec nos collègues indiens.

10.1 - Bureau du Programme Mondial de Recherches sur le Climat

Sur le plan institutionnel, nous citerons le programme COPEs (World Climate Research Program strategic Unit). L'objectif central de ce programme que le WCRP (ou PRMC, Programme Mondial de Recherche sur le Climat) envisage de mettre en place sur la période 2005-2015 est "de faciliter la prédiction de l'évolution et de la variabilité du Système Terre, en vue d'une utilisation dans un nombre croissant d'applications pratiques directement pertinentes et bénéfiques au développement de nos sociétés". A travers COPEs, il s'agit donc de construire un système qui mette en synergie, autour de cet objectif ambitieux, les activités des différents programmes de recherche du PRMC. L'IPSL a pris en charge, avec le soutien de l'INSU et du CNES, ce bureau dont le fonctionnement est assuré par C.Michaut, sous la responsabilité de H. Le Treut.

Les actions réalisées à ce jour ont concerné la réalisation et la mise à jour de plusieurs sites web, le support administratif, l'organisation de conférences internationales et la réalisation de documents (plaquettes à la demande du WCRP, dans le cadre de l'organisation de conférences internationales, ou destinée à la communauté climatique nationale).

10.2. AMMA

L'objectif du projet AMMA (Analyses multidisciplinaires de la Mousson Africaine) réside dans la prévision de la mousson africaine, de sa variabilité et de ses impacts sur le système climatique et sur la vie des populations en Afrique de l'Ouest (ressources végétales, ressources en eau et santé). L'IPSL, en tant que coordinateur du projet Européen AMMA (6ème PCRD), est un des 3 instituts qui se partagent l'ensemble de la coordination du programme. Il joue un rôle de premier plan dans AMMA, avec d'importants moyens humains et techniques impliqués dans le déploiement instrumental au cours de la campagne intensive de 2006, le pilotage de la phase expérimentale et l'analyse. AMMA est un projet pluriannuel reposant sur 3 périodes d'observations :

- La période d'observations spéciales (SOP) qui s'est focalisée en 2006 sur des observations au sol, sur avion et ballon et par satellite, des processus spécifiques aux 3 phases principales de la saison des pluies : (i) début de mousson, (ii) maximum de mousson (iii) retrait de la mousson, ainsi que sur la saison sèche (début 2006).
- La période d'observations renforcées (EOP) d'environ 3 ans (2005-2007), conçue pour servir de lien entre la LOP et la SOP. Son objectif principal est de documenter, sur un transect climatique nord-sud, le cycle annuel des paramètres de surface et atmosphériques aux échelles convective à synoptiques,
- La période d'observations à long terme (LOP) d'environ 10 ans (2000-2010), destinée à documenter et analyser la forte variabilité interannuelle de la MAO.

Plusieurs actions de coordination ont été engagées plus directement à l'IPSL en soutien au programme AMMA :

- accueil du bureau du projet AMMA (Project Office), pour le pilotage du projet en liaison avec les responsables scientifiques (gestion des aspects financiers et administratifs du programme et coordination de la logistique).
- réalisation et responsabilité de la base de données AMMASAT, rassemblant de nombreuses données spatiales (développement en collaboration avec MEDIAS-France et avec le soutien du CNES).
- coordination du groupe satellite et du groupe climat au sein du projet pour la mise en place du réseau de radiosondages, et le déploiement d'instruments sur le terrain (2006).
- mise en place de l'AMMA Operational Center Paris – AOC- (<http://aoc-paris.ipsl.polytechnique.fr>) pour la préparation et le suivi des opérations pendant la phase de terrain. Par ailleurs, des séminaires ont été donnés sur les travaux engagés sur l'étude de la mousson africaine,
- implication de plus de 10 équipes de l'IPSL qui ont déployé leurs instruments sur terre, sur mer et dans les airs pendant l'hiver et l'été 2006.

Les études en cours à l'IPSL permettront d'améliorer les modèles météorologiques et de climat et contribueront à améliorer les systèmes d'alerte précoce pour la santé publique ou la famine. Quelques exemples de résultats récents présentés ci-dessous permettent de montrer la diversité des contributions de l'IPSL à AMMA.

Le rôle des intrusions sèches dans la variabilité intra-saisonnière

Des poches d'air sec (RH<10%) ont récemment été observées dans la moyenne troposphère au dessus de l'Afrique de l'Ouest et plus particulièrement au dessus du Sahel, pouvant jouer un rôle important dans la genèse et l'évolution des systèmes convectifs (inhibition des cellules de convection isolées tout en favorisant la convection déjà organisée en fournissant de l'air sec aux courants d'alimentation arrière de la ligne de grains). Il a été montré que ces poches d'air sec ont leur origine dans les jets de moyennes latitudes, d'où le nom d'intrusions extra tropicales. Au cours de la campagne 2006, nous avons étudié en particulier le lien entre ces intrusions d'air sec et la variabilité intra-saisonnière de la convection au Sahel.

Plusieurs types de données ont été utilisés (classification des nuages METEOSAT, précipitations à partir des données GPCP, analyses opérationnelles du NCEP-GFS, analyses lagrangiennes). L'analyse montre que deux types d'intrusions sèches dominent : i) des structures régionales associées à des filaments qui traversent rapidement le Sahel (fréquence 10-20 jours) et ii) des structures de plus grandes échelles qui couvrent progressivement le Sahara et toute la région Ouest Africaine (30-40 jours). Une analyse composite montre que seul le second régime est associé à des phases de convection inhibée.

La dépression Saharienne (Heat Low) et le forçage lié aux poussières désertiques dans la région du front intertropical de la Moussoon Ouest Africaine

La dépression Saharienne (DS) ou Saharian Heat Low, est la zone de dilatation thermique correspondant au maximum d'échauffement en Afrique du nord. Elle conditionne les mécanismes qui se produisent au cours des différentes étapes de la mousson africaine (pre-onset, onset, mousson mature et retrait).

Au Sahel, la mousson est la seule source de pluie durant toute l'année, mais c'est aussi une source importante d'émission d'aérosols, qui pourrait avoir un impact important sur le système de Mousson Africaine par l'intermédiaire des interactions entre rayonnement et dynamique.

Une analyse climatologique, sur plus de 35 ans, des données ERA40 (CEPMMT ou ECMWF), a permis de mettre en évidence certaines caractéristiques :

- Deux zones de positionnement préférentiel (sud Soudan en hiver, sud Algérie en été),
- Impact des reliefs du Hoggar, de l'Atlas et de l'Aïr au cours de la phase de montée et estivale de la DS,
- Impact du cycle saisonnier d'ensoleillement,
- Modifications de la ventilation (advection horizontale de température et d'humidité) au cours de la saison positionnant géographiquement la DS.
- Existence de phases d'épaississement, liées à des phénomènes de ventilation d'humidité et de température en provenance du sud (i.e. zone de convergence inter-tropicale), puis de comblement, associés à un flux de nord (région Méditerranée et Atlantique).

Le front intertropical (FIT), qui marque une zone de convergence, est le siège d'importants soulèvements de poussières désertiques (notamment en phase de pré-onset). Les observations conduites à l'IPSL (par télédétection laser (i.e. lidar) aéroportée et spatiale –mission CALIPSO– et par sondes larguées) et les simulations par le modèle MesoNH comportant un module d'aérosols pronostiques (CNRM-LA), ont permis la mise en évidence d'un nouveau mécanisme de soulèvement de poussière au Sahel, en relation avec la dynamique du front intertropical (Bou Karam et al., soumis au QJRM).

Déclenchement et intensité de la mousson en relation avec les caractéristiques thermodynamiques de la Dépression Saharienne sur le continent Ouest-Africain

Une analyse entre deux années très contrastées en termes de précipitation au sol (1999 et 2000) a montré que dans le cas de l'année à précipitations plus importantes (1999), la dépression saharienne est plus chaude et un peu plus étendue. Ceci renforce la circulation cyclonique dans les basses couches, ce qui favorise une advection d'humidité plus au nord sur le Sahel. Le Jet d'Est Africain, (AEJ) est également positionné plus au Nord qu'en 2000. Bien que l'énergie potentielle convective disponible soit plus faible qu'en 2000, la position de son maximum, centrée sur des latitudes plus élevées en 1999, ainsi que l'humidité plus importante et décalée vers le Nord, ont entraîné une plus forte pluviométrie sur le Sahel. L'existence d'un rail de systèmes convectifs propagatifs marqué par une localisation étroite en latitude de la zone d'énergie convective qui alimente ces systèmes, a également été observée. Pour les deux années étudiées, le retrait vers le nord du jet d'ouest subtropical est la modification dynamique essentielle intervenant avant le déclenchement. Enfin, nous avons pu mettre en évidence que l'intensification de la dépression Thermique Saharienne, la stabilité de la structure thermodynamique de l'atmosphère vis-à-vis de mouvement oblique, et la mise en place de la mousson sont liées. Cette étude est maintenant complétée par l'analyse comparée avec d'autres années (dont l'année de la campagne intensive 2006) qui permettra de confirmer (ou invalider) ces conclusions.

Etude des structures nuageuses stratiformes

Cette étude a été conduite sur les structures nuageuses associées aux systèmes convectifs pendant la phase de décroissance de la mousson. Plusieurs objectifs étaient visés :

- Documentation des propriétés dynamiques et microphysiques des parties stratiformes
- Validation des observations spatiales (CloudSat-Calipso)
- Classification des propriétés microphysiques à l'aide des mesures radar au sol
- Etude du bilan d'eau, de chaleur, quantité de mouvement dans cette partie nuageuse par rapport à l'ensemble de la structure

- Interaction dynamique-rayonnement liée au cycle de vie de la structure stratiforme

Les conditions météorologiques ont été favorables et plusieurs systèmes ont pu être suivis et analysés, mais malheureusement, sans pouvoir assurer la coïncidence avec les mesures radar au sol. Le système RALI (radar-lidar) aéroporté, était installé pour la première fois sur le Falcon 20. Les mesures aéroportées in situ ont permis un bon échantillonnage des propriétés microphysiques et des comparaisons avec les mesures radar ont pu être réalisées, permettant de mieux décrire l'ensemble des structures analysées.

Mousson et surfaces continentales

L'état de surface (végétation, état hydrique) joue un rôle important dans la variabilité de la mousson. Il est modifié par les précipitations et par l'usage des ressources en eau disponibles. Une étude entreprise au CETP (en collaboration avec le SA, le LMD et Météo-France) et utilisant l'imagerie satellitaire (de 1988 à 2006) sur une large région du Niger a permis de mettre en évidence une évolution importante de l'occupation du sol. Elle illustre en particulier la baisse du pourcentage des vieilles jachères, liées à un cycle raccourci de l'alternance végétation-jachère. On a également pu montrer, en contradiction avec la diminution des précipitations, une augmentation du nombre de mares.

Les geysers de cristaux de glace stratosphériques au-dessus des orages continentaux

On considère jusqu'à présent que, dans les tropiques, la vapeur d'eau est transportée de la troposphère vers la stratosphère à travers la tropopause (vers 17 km) donc à un niveau de température minimum et où l'air est déshydraté (vapeur d'eau piégée par condensation). Les résultats obtenus dans le cadre du projet intégré européen SCOUT-03 qui a été couplé à AMMA ont permis d'affiner notre compréhension des mécanismes de transfert, à partir des radiosondages, de vols de ballons à partir de Niamey au Niger et de vols d'avions de haute altitude. Les observations suggèrent que ce continent pourrait être le lieu privilégié de l'hydratation stratosphérique à l'échelle globale par injection de cristaux de glace au dessus des tours orageuses pénétrant jusqu'à 3 km au dessus de la tropopause. Il reste toutefois à évaluer l'importance globale de ce mécanisme car il n'est pas encore représenté dans les modèles globaux climatiques.

Modélisation des transports d'espèces chimiques et aérosols en Afrique de l'Ouest.

Les gaz trace et les aérosols au dessus de l'Afrique de l'Ouest pendant AMMA ont été analysés à partir des données recueillies pendant la campagne et à partir des simulations réalisées par le modèle LMDz-INCA avec comme objectif ultime de produire des prévisions du forçage radiatif plus précis sur cette région. Une attention particulière a porté sur l'impact des particules issues des feux de brousse, sur les aérosols minéraux soulevés au cours de la saison sèche et sur les sources locales (végétation, éclaires et poussières) émises au cours de la saison des pluies. Il a pu être montré, qu'au cours de la saison des pluies, les importations de fumées des feux de biomasse émis dans la partie sud de l'Afrique jouaient un rôle très important. Le rôle des émissions anthropogéniques par les grandes villes de la région et par les installations pétrochimiques sur la côte du Golfe de Guinée, va être étudié plus en détail. Les simulations pluri-annuelles prévues vont permettre de mettre l'année 2006 dans le contexte de la variabilité inter-annuelle, en collaboration avec les autres partenaires du programme AMMA.

Interactions océan – atmosphère dans le golfe de Guinée

Le projet AMMA comporte également un volet d'étude des interactions océan-atmosphère, auquel participe activement le LOCEAN (campagne AMMA/EGEE 2006) L'apparition, chaque année, d'une langue d'eau plus froide dans le Golfe de Guinée, pourrait favoriser le déplacement de la zone convective de la mer vers la terre, grâce au contraste thermique entre océan et continent. Les mesures sur navire ont permis d'échantillonner les environnements océaniques et atmosphériques lors de l'apparition de la langue d'eau froide. Les premiers résultats montrent l'influence de la succession de coups de vent au printemps (Caniaux et al, 2007), expliquant ainsi pourquoi la langue d'eau froide est apparue précocement en 2005 et en retard en 2006 (beaucoup moins de coups de vent en mai – juin), puis comment le retard a été comblé en température en août. Ce mécanisme est en cours d'analyse avec des jeux de données satellite pour explorer plus systématiquement la variabilité du couplage océan-atmosphère (liens alizés et upwelling). A plus petite échelle, les mesures de turbulence effectuées sur navire sont en cours d'analyse pour l'estimation des flux, afin d'affiner les paramétrisations utilisées dans les modèles et établir le bilan d'énergie de surface au cours la campagne.

Développement d'outils de surveillance épidémiologique de la méningite en Afrique de l'Ouest

L'Afrique soudano-sahélienne constitue une zone d'endémie de la méningite à méningocoques, qui affecte de 25000 à 200000 personnes par an (en particulier les jeunes enfants non encore immunisés). Chaque année entre les mois de février et mai, une zone circonscrite à une région appelée « ceinture de la méningite », (entre 10° et 15° N, est ainsi identifiée. En hiver, l'Afrique soudano-sahélienne subit de fait l'influence des vents

d'Harmattan. Ces vents chauds et secs, chargés de poussières, fragilisent les muqueuses de l'appareil respiratoire, favorisant le passage de la bactérie dans le sang et, ainsi, le déclenchement des épidémies de méningite.

Des chercheurs de l'IPSL et des partenaires extérieurs viennent pour la première fois de quantifier, à l'aide d'outils statistiques, cette relation entre les épidémies et le climat (indice saisonnier de vitesse du vent), à partir de relevés hebdomadaires établis par l'OMS (Organisation mondiale de la santé) entre 1994 et 2002. Les travaux et campagnes d'observations menées dans le cadre du programme AMMA devraient favoriser l'extension et la continuité de ce type d'études dans une perspective de santé publique.

10.3. Programme Franco-indien de recherche en météorologie et climat (Profirmec)

Cette collaboration entre la France et l'Inde, initiée par R.Sadourny il y a quelques années, a été officialisée par un accord entre le CNRS et le CSIR (Conseil de la Recherche Scientifique et Industrielle) signé en septembre 2004. Cet accord fixe la base d'une coopération entre la France et l'Inde dans le domaine de l'environnement et du Climat. Cette coopération concerne un réseau de laboratoires dans les deux pays, l'IPSL étant le nœud Français de ce réseau et le C-MMACS (Bangalore) le nœud Indien. Une proposition de Programme de Recherche en Réseaux (P2R) Franco-indien, en lien direct avec le Profirmec a été également soumise et acceptée pour la période 2004-2008 (projet Vastoame cofinancé par le CNRS et le MAE). Les séjours de longue durée en Inde sont pris en charge par l'IRD.

Ce programme est structuré en différents sous-projets qui ont eu des degrés d'activité divers pendant ces 4 ans.

- Variabilité intrasaisonnière et interannuelle de la mousson (Motiv)
- Biogéochimie océanique et ressources marines dans l'Océan Indien (Brio)
- Assimilation variationnelle de données météorologiques et océanographiques
- Flux de carbone sur l'Inde et l'Asie Centrale (Cafica)
- Préparation des traitements scientifiques de la future expérience Mégha-Tropiques
- Mise en place d'un projet sur la pollution urbaine

Ces projets ont donné lieu à de nombreux échanges sous la forme de réunions et conférences (Scale Interaction and Variabilities of Monsoon 2003, Impa 2006, Celebrating the Monsoon 2007), de séjours de chercheurs de moyenne et longue durée (plus de 6 mois), de stages d'étudiants de Master, de codirections de thèse, de post doctorats dans les deux pays. Deux de ces projets (assimilation et flux de carbone) ont donné lieu à des financements supplémentaires par le Centre Franco-indien pour la promotion de la recherche avancée (Cefipra). Sont mentionnés ci-dessous les résultats marquants obtenus dans le cadre de 4 projets conduits dans ce cadre (**motiv, brio, cafica et Pollution urbaine**)

Motiv : Un travail sur les mécanismes fondamentaux de la variabilité intrasaisonnière de la mousson asiatique a été entrepris en collaboration avec J. Srinivasan lors du séjour postdoctoral de G. Bellon (oct. 2004- sept. 2005). Ce travail s'est ensuite poursuivi avec d'autres partenaires et a permis de développer une théorie expliquant les propagations intrasaisonnières de la ZCIT vers le Nord.

L'analyse de simulations de plusieurs modèles couplés révèle des événements convectifs intrasaisonniers de la mousson peu étendus spatialement et de durée trop courte. Cette étude suggère que la simulation des perturbations intrasaisonnières de la mousson dans les modèles couplés dépend fortement de leur capacité à organiser les perturbations convectives à grande échelle. Seul le chauffage troposphérique occasionné par une telle organisation est susceptible de donner une réponse dynamique caractéristique de ces perturbations. Une condition nécessaire pour une telle organisation de la convection pourrait être la simulation d'anomalies de TSM à grande échelle, liées par exemple à la formation de couches de réchauffement diurnes.

La variabilité intrasaisonnière a également une influence marquée sur l'Océan Indien comme l'indique l'étude conduite avec des collègues Indiens (Sengupta et al., 2007). Lors de son séjour, F.Durand a également commencé à explorer la variabilité intrasaisonnière des courants le long des côtes Indiennes, à l'aide de données altimétriques (Durand et al., 2008). L'examen des mécanismes de variabilité intrasaisonnière des courants côtiers Indiens se poursuit dans le cadre de l'affectation de J.Vialard.

Une autre étude concerne les mécanismes contrôlant la température de surface dans la mer d'Arabie et le Golfe du Bengale. La variabilité interannuelle de la température dans ces régions est en effet susceptible d'affecter la qualité de la mousson Indienne. À l'échelle interannuelle, les anomalies de température dans la baie du Bengale et l'est de la mer d'Arabie sont fortement contrôlées par le vent via le flux de chaleur latente. Les processus qui contrôlent la variabilité interannuelle dans l'ouest de la mer d'Arabie sont plus complexes et encore mal élucidés.

De récents développements de l'altimétrie océanique spatiale vers le domaine côtier et la proximité du lancement de la mission altimétrique spatiale franco-indienne AltiKA ont entraîné la constitution d'un noyau de chercheurs franco-indien autour de la thématique générale du niveau de la mer en domaine côtier. Cela s'est traduit par un travail collaboratif entre le LEGOS-Toulouse et le National Institute of Oceanography (Inde).

Brio : Les activités menées dans le cadre de l'étude de la réponse biogéochimique à la dynamique océanique de l'océan Indien ont été les suivantes :

- Analyse de la variabilité de la distribution de la chlorophylle à l'échelle du bassin en relation avec la dynamique océanique et les moussons à partir d'images satellites de couleur de l'eau (Lévy et al., 2006, 2008)
- Etude des mécanismes de régulation de la croissance du phytoplancton à l'échelle de la saison et du bassin à partir d'un modèle couplé océan-biogéochimie à moyenne résolution (Koné et al., soumis)
- Etude de l'importance des processus à mésoéchelle sur la production primaire dans la mer d'Arabie à l'aide d'un modèle couplé océan-biogéochimie à haute résolution (étude en cours)
- Etude de la réponse de la chlorophylle à la MO dans la région Cirene sur la base de modèles et d'observations de couleur de l'eau (étude en cours)

Cafica. L'analyseur de CO₂ développé au CEA (Caribou) a été installé et calibré à l'observatoire astronomique de Hanle en Septembre 2005. L'instrument est maintenant en fonction et peut être contrôlé à la fois de Saclay et de Bangalore, grâce à une liaison par satellite. En 2007, nous avons développé un logiciel pour automatiser le contrôle de la qualité et l'évaluation des données qui sont mises à jour quotidiennement. Les données validées en temps quasi réel sont maintenant accessibles sur le Web intranet LSCE. Il sera ouvert à l'ensemble de la communauté dans le cadre du projet européen GEOMON. L'observatoire d'Hanle fera partie du réseau utilisé pour comparer la télédétection du CO₂ aux données sol. L'algorithme génétique (GA) a été adopté pour déterminer le meilleur réseau de stations qui mène à la plus faible incertitude dans les flux inversés. Cela a mis en évidence l'importance des stations tropicales, en particulier, en Amérique du Sud et en Afrique.

Pollution Urbaine. Les bases d'une collaboration franco-indienne sur le thème de la pollution de l'air ont également été établies. Un projet de recherche, nommé ATMOPOLIS, a été déposé en mai 2007 lors de l'appel d'offre "Megacities, air quality and climate" du 7^{ème} programme cadre Européen. Ce projet vise à étudier l'impact de la croissance des villes sur la pollution de l'air, la ville de Bangalore ayant été choisie comme un des terrains d'étude. Les remarques très positives formulées par les évaluateurs du projet, même si ce projet n'a finalement pas été financé (deux projets ont été retenus, notre projet a été classé troisième avec la meilleure note scientifique) ont encouragé les partenaires franco-indiens à renforcer leurs collaborations. De nouveaux collaborateurs localisés sur le site de l'IISc ont notamment rejoint le groupe de travail. Le projet ATMOPOLIS sera de nouveau présenté en octobre 2008. Par ailleurs, un nouveau projet de recherche couplant mesures et modélisation numérique est aujourd'hui en cours de discussion. Ce projet vise à estimer les émissions dues au trafic. Une rencontre entre les principaux partenaires du projet a eu lieu en février 2008. Cette rencontre a été couplée à des visites d'organismes susceptibles de pouvoir participer au financement du projet : Media Lab Asia (Dehli), entreprise MICO (filiale indienne de Bosch), rencontre du conseiller scientifique du premier ministre (Dr. Chidambaram) et d'un expert indien de la commission changement climatique (Pr. Sukumar).

11. Enseignement

L'enseignement est l'une des trois missions de l'IPSL avec la recherche et les services d'observations. C'est donc une thématique à part entière qui implique de nombreux personnels de l'institut. Les principales actions menées par les personnels de l'IPSL sur l'enseignement depuis quatre ans concernent la mise en place de la réforme LMD dans les universités, la mise en place d'un financement des activités d'enseignement par le conseil de l'OSU IPSL, et le début de la réalisation d'un bilan exhaustif des implications des personnels IPSL dans l'enseignement. La réforme Licence-Master-Doctorat est effective depuis la rentrée 2004 et les nouvelles filières de formation fonctionnent depuis lors en parallèle dans les deux universités tutelles de l'IPSL, l'Université Pierre et Marie Curie (UPMC) et l'Université de Versailles Saint Quentin en Yvelines (UVSQ).

En licence, l'UPMC a créé un parcours de la licence de physique et applications en 3^e année appelé Sciences de la vie et de la planète. L'UVSQ a mis en place une licence physique chimie environnement (PCE) qui est constituée d'une base égale de physique et de chimie, colorée de trois modules d'environnement fournissant une initiation aux étudiants sur les problématiques portées par l'IPSL (Observation de la Terre, environnement terrestre, et physico-chimie des océans et de l'atmosphère et climat). Les enseignants-chercheurs et les chercheurs de L'IPSL participent aussi au Magistère inter-universitaires des sciences de la planète Terre de l'Ecole Normale Supérieure de Paris.

En Master, l'IPSL est particulièrement impliqué à l'UVSQ et à l'UPMC. L'UPMC a mis en place une mention de master nommée Sciences de l'univers, environnement et écologie (SDUEE) dans laquelle trois spécialités concernent l'IPSL : Spécialité Océan, atmosphère, climat et télédétection (OACT), Spécialité Océanographie et Environnements Marins, et Spécialité Environnements continentaux et hydrosociétés. L'UVSQ a créé un domaine de master appelé Sciences de l'environnement, du territoire, et de l'économie (SETE) qui comprend deux spécialités impliquant directement l'IPSL (Spécialité interactions Climat-Environnement et Télédétection (ICE-T), et Spécialité Qualité de l'air et lutte contre le bruit (QUALUB)). L'UVSQ propose aussi des masters de sciences et technologies où interviennent des enseignants IPSL.

Les études doctorales sont gérées par des écoles doctorales thématiques ou de site. **L'IPSL est fortement impliqué dans l'Ecole doctorale thématique des Sciences de l'Environnement d'Ile de France (ED129) qui fédère les formations en environnement sur l'Ile de France.** L'IPSL est aussi impliquée dans l'Ecole doctorale d'Astronomie et d'Astrophysique d'Ile de France et dans des écoles doctorales de site, notamment à l'UVSQ. On compte environ 90 doctorants dans les laboratoires de l'IPSL.

Le conseil de l'OSU IPSL a mis en place une commission enseignement et un budget annuel de 30 k€ annuel à distribuer sur appel d'offre. Quatre appels d'offre ont eu lieu depuis 2004. Les sommes allouées par la commission ont été affectées principalement à l'achat de matériel de travaux pratiques (capteurs, expérience complète de TP, consommables pour les plateformes analytiques, ordinateurs), à des voyages d'étude (OHP, autres stages de terrain), et à un support au montage de nouvelles formations. Les projets financés proviennent de tous les laboratoires de l'Institut et sont à peu de chose près équilibrés entre UPMC et UVSQ en nombre et en demande financière. Ils concernent plusieurs dizaines d'étudiants chaque année surtout en master. Généralement, plus de 80% des sommes allouées ont été effectivement dépensées dans le cadre de ces appels d'offre enseignement, montrant l'intérêt pour les équipes pédagogiques de l'IPSL de pouvoir bénéficier d'une telle source de financement, unique en son genre en dehors des dotations des établissements d'enseignement supérieur.

Des réunions ont été organisées pendant les quatre dernières années pour faire le bilan de l'implication des personnels de l'IPSL dans l'enseignement. De nombreux personnels ont une activité d'enseignement en plus des enseignant-chercheurs (chercheurs, CNAP, ingénieurs et personnels techniques). Ils enseignent en licence et en master, aussi bien la physique de base, les sciences pour l'ingénieur que des modules liés à des spécialités de l'institut. L'IPSL compte aussi des enseignants-chercheurs attachés à d'autres établissements. Les personnels autres que les EC interviennent surtout pour des cours de master ou en accueillant des étudiants sur les plateformes analytiques des laboratoires de l'institut, comme le SIRTA par exemple. La confrontation des étudiants à des expériences de recherche au sein même des laboratoires dès la 3^e année de licence (et bien sûr en master) pendant des stages ou des travaux pratique est une force et une originalité de l'IPSL.

12. Communication (responsable : Catherine Senior)

Les activités du service se sont réparties entre la communication interne et la communication externe.

En interne, le service de communication s'efforce de développer une culture commune aux cinq laboratoires de l'IPSL en diffusant, vers les quelques 800 membres de l'IPSL, tout ce qui fait la vie de l'institut : informations internes (comptes-rendus des réunions des différentes instances de l'IPSL, documents de prospective, réunions, etc...), mise en valeur des recherches phares de l'IPSL, des campagnes et expéditions, ainsi que des initiatives des personnels. En outre, et dans le souci d'apporter des informations utiles aux personnels, des informations pratiques (appels d'offres, concours, postes, les informations administratives, ...) sont aussi systématiquement diffusées. Les outils de la communication interne sont les listes de diffusion et une Lettre mensuelle interne envoyée également aux services de communication des tutelles de l'IPSL.

Par ailleurs, quelques évènements internes ont été organisés : des séances de projection de films suivies de débats (le film avec Al Gore « Une vérité qui dérange » au cinéma « Le Grand Action », rue des Ecoles ; le film réalisé par CNRS-Images sur la campagne AMMA à l'UPMC), un séminaire sur l'histoire de la modélisation du climat en France par une chercheuse en sciences sociales ayant soutenu une thèse sur le sujet.

La communication externe développée par le service est composée de plusieurs volets. Le premier vise à donner une information scientifique aux différents publics à la fois sur les avancées de la recherche faites au jour le jour dans les laboratoires et sur des grands dossiers scientifiques.

Le service sert de relais entre les chercheurs de l'IPSL et les tutelles pour la mise au point de communiqués de presse. A partir des informations fournies par les chercheurs, le service rédige les textes des communiqués et les soumet aux tutelles. Ces communiqués de presse sont systématiquement affichés sur le site web de l'institut. Ils font aussi l'objet d'une valorisation interne via la Lettre de l'IPSL. Le service communique par ailleurs régulièrement au Journal du CNRS les recherches phares de l'IPSL ainsi que les campagnes prévues et en cours.

Le service réalise des dossiers, des posters, des expositions et des fiches pédagogiques destinés aux différents publics sur les thématiques de l'IPSL. Ces supports sont utilisés en diverses occasions : lors des journées portes ouvertes et dans le Village des sciences organisés chaque année pour la Fête de la science, lors d'expositions dédiées à un thème, ou dans les animations avec les scolaires. Une bonne partie de ces supports de communication est disponible sur le site web de l'IPSL soit en interne pour faciliter les actions de communication des personnels de l'IPSL, soit en externe pour les enseignants.

Le service organise régulièrement des événements. Il coordonne les manifestations de l'IPSL pour la Fête de la science, en particulier sur le site de Jussieu. En association avec l'IPGP et l'association « Les petits débrouillards », le service a organisé une exposition sur la planète Mars présentée pendant un mois dans un centre d'animation du 12^{ème} arrondissement. L'exposition et les séances d'expérimentation animées par « Les petits débrouillards » ont attiré quelques 2000 élèves emmenés par les écoles et par les centres de loisirs. Un livret pédagogique de qualité leur a été distribué. Dans le cadre du Festival « Sciences sur Seine » de la Mairie de Paris, nous avons organisé, avec l'IPGP, une série de cinq bars des sciences intitulée « La Terre dans tous ses états ». Ces bars ont eu lieu, à raison d'un par mois, dans la jonque « Le cabaret pirate » situé sur la Seine au pied de la Grande Bibliothèque. En partenariat avec le cinéma Grand Action de la rue des Ecoles, plusieurs débats ont été organisés avec le public (scolaire ou non) après la projection du film « Une vérité qui dérange » avec Al Gore. Enfin, en partenariat avec l'Université Pierre et Marie Curie, le service a organisé des séries de conférences « Envie d'amphi » et « Les rendez-vous polaires de l'UPMC », ainsi que la projection du film sur le projet AMMA (mousson africaine).

De nombreux partenariats ont été engagés avec des institutions (IPGP, Observatoire de Paris, UPMC, ...), avec le cinéma Grand Action, et avec des associations (« Les petits débrouillards », « Jeunes reporters pour l'environnement », le réseau des bars des sciences d'Ile-de-France et « Planète sciences » par exemple). Ainsi, l'IPSL a participé, à l'automne 2005, au 8^{èmes} rencontres nationales des sciences et techniques de l'environnement organisées par Planète sciences et, durant l'Année polaire, a été partenaire des Petits débrouillards pour la mise au point d'ateliers sur la thématique des pôles. Ces ateliers ont en particulier circulé auprès des écoles de la région parisienne à bord d'un « bus polaire ».

Le service de communication est aussi le point de contact naturel de tous ceux qui souhaitent inviter des intervenants dans des salons, événements, conférences-débats, ... Le service s'est ainsi constitué une liste des scientifiques de l'IPSL qui aiment transmettre leurs connaissances auprès du public et les demandes restent rarement sans réponse.

Le second volet concerne les actions de communications réalisées par des chercheurs individuellement ou par des groupes de chercheurs. Le service en assure, dans la mesure du possible, la promotion. Soit par des campagnes de promotions (exposition pour collégiens « Quel climat pour demain ? » auprès de l'Education nationale, blog des chercheurs du LMD « Réalités du changement climatique » auprès de la presse), soit par le site web de l'IPSL, ou bien encore en avertissant les services de communication de nos tutelles.

Enfin le service participe à la préparation des événements officiels dans lesquels l'institut est impliqué et assure la communication institutionnelle de l'IPSL dont il a entamé, fin 2006, la rénovation du site web. Ce nouveau site bilingue a été conçu par un comité de pilotage dirigé par le service de communication. Réalisé par un prestataire, il sera en ligne avant la fin de l'année. Un comité éditorial a été formé pour veiller à la mise à jour des informations.

13. Le rôle structurant de l'IPSL : l'objectif a-t-il été atteint ?

Dans quelle mesure avons-nous, au cours de ce quadriennal, progressé vers l'objectif affiché lors de la création de l'IPSL, celui d'une mise en commun des compétences des laboratoires de la région parisienne impliqués dans les sciences de l'environnement terrestre et planétaire ? La réponse est, nous semble-t-il positive, mais elle doit à l'évidence être nuancée en fonction des thématiques ou actions considérées.

Le Pôle de Modélisation du Climat est sans conteste un succès. On peut craindre que sans la structure fédérative, les différents modèles développés dans les laboratoires (modèle d'atmosphère, d'océan, de biosphère) n'auraient pas donné naissance à un modèle couplé tel que celui, le modèle IPSL, développé grâce à la dynamique du Pôle. En tout état de cause le Pôle en a accéléré la mise au point et c'est incontestablement à son crédit que l'on doit porter la présence de ce modèle couplé dans les exercices du GIEC et la collaboration très étroite avec les équipes de modélisation de Météo- France. Au-delà, le pôle a su créer une véritable communauté extrêmement motivée par le développement d'un modèle Système Terre.

Il en est de même pour le Pôle Système Solaire. Au-delà du bilan des actions directement soutenues par l'IPSL, présenté ci-dessus, ce pôle a créé une véritable dynamique et regroupé une communauté IPSL, très ouverte vers des laboratoires extérieurs. Celle-ci peut se prévaloir de nombreux succès et publications au cours de ce

quadriennal, que ce soit dans le domaine des observations s'appuyant sur des missions spatiales ou dans celui de la modélisation et de la simulation numériques. Par ailleurs, les discussions qui, au sein de ce pôle, ont pris place entre spécialistes des planètes et des plasmas, ont contribué à ce que malgré le départ d'une partie des plasmiciens les liens soient maintenus entre ces deux communautés

Les groupes de travail "SAMA" et "Stratosphère" qui se sont mis en place au cours de ce quadriennal (par fusion de trois groupes préexistants pour le premier) ont fonctionné de façon extrêmement satisfaisante avec une dynamique fédérative très forte dans les deux cas.

L'IPSL a joué à plein son rôle d'Observation des Sciences de l'Univers. Grâce à un soutien très fort des laboratoires porteurs des services d'observation, l'Institut a joué un rôle de coordination très efficace et créé une dynamique qui a largement facilité la labellisation récente de nouveaux services ou outils nationaux. Ceci vaut également pour le Centre de Données qui grâce au fort soutien du CNES et de l'INSU s'est développé en gardant un équilibre entre les Centres d'Expertise ouverts sur la communauté nationale, et une mission de service vis à vis des équipes et projets de l'IPSL.

En revanche, la mise sur pied du Pôle PROMETEE autour de l'étude des processus a rencontré certaines difficultés. La première d'entre elle était une opposition de principe de certaines équipes de l'IPSL dès le lancement de l'idée de mise en place d'une structure qui permette aux travaux, en particulier expérimentaux, réalisés à petite et moyenne échelle d'être visibles au sein de l'IPSL. La mise en place de ce pôle a également souffert de l'implication d'un grand nombre de ces équipes dans les phases préparatoire et expérimentale d'AMMA.

De même les aspects spatiaux n'ont pas encore acquis une véritable dimension IPSL. Certes les laboratoires "spatiaux" de l'IPSL - le SA, le LMD et le CETP - ont été très actifs et fortement impliqués dans des programmes internationaux que ce soit dans le domaine de l'observation de la terre, en planétologie ou dans l'étude du système solaire. Ajoutons que le spatial est également devenu un élément clé de la stratégie scientifique des deux autres laboratoires de l'IPSL, le LSCE et le LOCEAN. Mais, il a probablement manqué une véritable dynamique IPSL qui pourrait et devrait se traduire par des programmes ambitieux à l'échelle de l'Institut. Cette dynamique reste à créer.

Beaucoup reste à améliorer dans le domaine de l'enseignement, où le rôle de coordination qui devrait être celui de l'IPSL - la mise en place des enseignements étant du ressort des universités et des établissements d'enseignement supérieur - n'a pas joué à plein. La communication pourrait également être plus ambitieuse mais elle est très limitée sur le plan des moyens. Enfin, malgré quelques succès illustrés par la création de start-up, la valorisation des résultats obtenus et des développements techniques réalisés au sein de l'IPSL, a été insuffisante.

Terminons par une note extrêmement positive, celle de la visibilité de l'IPSL sur le plan international, désormais bien établie et ce sur pratiquement sur chacun des thèmes dans lesquels se développent ses activités.

Publications (2005-2008)

Pôle de Modélisation du Climat

- Arzel, O., T. Fichefet, H. Goosse, and J.-L. Dufresne, 2008 : Causes and impacts of changes in the Arctic freshwater budget during the 20th and 21st centuries in an AOGCM.
- Arzel, O., T. Fichefet, H. Goosse, 2006 : Sea ice evolution over the 20th and 21st centuries as simulated by current AOGCMs. *Ocean Modell.*, 12, 401-415.
- Balkanski, Y., M. Schulz, T. Claquin AND O. Boucher, Reevaluation of mineral aerosol radiative forcings suggests a better agreement with satellite and AERONET data, /*Atmos. Chem. Phys.*, / Volume 7, Number 1, pp. 81-95, 2007
- Baron, C., B. Sultan, M. Balme, B. Sarr, S. Traore, T. Lebel, S. Janicot, and M. Dingkuhn, 2005: From GCM grid cell to agricultural plot: scale issues affecting modelling of climate impact. *PHILOSOPHICAL TRANSACTIONS OF THE ROYAL SOCIETY B-BIOLOGICAL SCIENCES*, 360, 2095-2108.
- Bernie, D., S. Woolnough, J. Slingo, and E. Guilyardi, 2005: Modeling diurnal and intraseasonal variability of the ocean mixed layer. *JOURNAL OF CLIMATE*, 18, 1190-1202.
- Berthelot, M., P. Friedlingstein, P. Ciais, J. Dufresne, and P. Monfray, 2005: How uncertainties in future climate change predictions translate into future terrestrial carbon fluxes. *GLOBAL CHANGE BIOLOGY*, 11, 959-970.
- Bony S et Dufresne J. L.: Processus Régissant La Sensibilité Climatique, *La Météorologie*, 56, 29-32, 2007.
- Bony, S., R. Colman, V. M. Kattsov, R. P. Allan, C. S. Bretherton, J. L. Dufresne, A. Hall, S. Hallegatte, M. M. Holland, W. Ingram, D. A. Randall, B. J. Soden, G. Tselioudis, and M. J. Webb, 2006: How well do we understand and evaluate climate change feedback processes? *Journal of Climate*, 19, 3445-3482.
- Bony, S. and J. Dufresne, 2005: Marine boundary layer clouds at the heart of tropical cloud feedback uncertainties in climate models. *GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS*, 32, -.
- Braconnot, P., Hourdin, F., Bony, S., Dufresne, J. L., Grandpeix, J. Y., and Marti, O.: Impact of Different Convective Cloud Schemes on the Simulation of the Tropical Seasonal Cycle in a Coupled Ocean-Atmosphere Model, *Clim. Dyn.*, 29, 501-520, 2007.
- Braconnot, P., Otto-Bliessner, B., Harrison, S., Joussaume, S., Peterchmitt, J. Y., Abe-Ouchi, A., Crucifix, M., Driesschaert, E., Fichefet, T., Hewitt, C. D., Kageyama, M., Kitoh, A., Laine, A., Loutre, M. F., Marti, O., Merkel, U., Ramstein, G., Valdes, P., Weber, S. L., Yu,

- Y., and Zhao, Y.: Results of Pmip2 Coupled Simulations of the Mid-Holocene and Last Glacial Maximum - Part 1: Experiments and Large-Scale Features, *Climate of the Past*, 3, 261-277, 2007.
- Braconnot, P., et al. (2007), Results of PMIP2 coupled simulations of the Mid-Holocene and Last Glacial Maximum - Part 2: feedbacks with emphasis on the location of the ITCZ and mid- and high latitudes heat budget, *Climate of the Past*, 3, 279-296.
- Cassou, C. and E. Guilyardi, 2007 : Modes de variabilité et changement climatique. Synthèse du 4e rapport d'évaluation du Giec. La météorologie, 59.
- Ciais, P., M. Reichstein, N. Viovy, A. Granier, J. Ogee, V. Allard, M. Aubinet, N. Buchmann, C. Bernhofer, A. Carrara, F. Chevallier, N. De Noblet, A. Friend, P. Friedlingstein, T. Grunwald, B. Heinesch, P. Kerönen, A. Knohl, G. Krinner, D. Loustau, G. Manca, G. Matteucci, F. Miglietta, J. Ourcival, D. Papale, K. Pilegaard, S. Rambal, G. Seufert, J. Soussana, M. Sanz, E. Schulze, T. Vesala, and R. Valentini, 2005: Europe-wide reduction in primary productivity caused by the heat and drought in 2003. *NATURE*, 437, 529-533.
- Collins, W. D. V. Ramaswamy, M. D. Schwarzkopf, Y. Sun, R. W. Portmann, Q. Fu, S. E. B. Casanova, J.-L. Dufresne, D. W. Fillmore, P. M. D. Forster, V. Y. Galin, L. K. Gohar, W. J. Ingram, D. P. Kratz, M.-P. Lefebvre, J. Li, P. Marquet, V. Oinas, Y. Tsushima, T. Uchiyama, and W. Y. Zhong. Radiative forcing by well-mixed green- house gases : Estimates from climate models in the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) Fourth Assessment Report (AR4). *J. Geophys. Res.-Atm.*, 111 :D14317, doi: 10.1029/2005JD006713, August 2006.
- Deandreis, C., 2008 : Impact des aérosols anthropiques sur le climat présent et futur. Thèse,UPMC
- Dufresne, J.-L. and S. Bony, 2008 : An assessment of the primary sources of spread of global warming estimates from coupled atmosphere-ocean models. *J. Climate*, accepted, doi :10.1175/2008JCLI2239.1.
- Dufresne J. L., Salas y Mélia, D., Denvil S., Tyceca, S., Arzel O., Bony S., Braconnot P., Brockmann P., Cadule P., Caubel A., Chauvin F., Déqué M., Douville H., Fairhead L., Fichet, Foujols, M.-A., Friedlingstein, P., Grandpeix, J. Y., Gueremy, J.-F., Hourdin, F., Idelkadi, A., Krinner, G., Levy, C., Madec, G., Marquet, P., Marti, O., Musat, I., Planton, S., and Royer, J. F.: Simulation De L'évolution Récente Et Future Du Climat Par Les Modèles Du Cnrm Et ee l'ipsl, *La Météorologie*, 55, 45-59, 2006.
- Dufresne, J., J. Quaas, O. Boucher, S. Denvil, and L. Fairhead, 2005: Contrasts in the effects on climate of anthropogenic sulfate aerosols between the 20th and the 21st century. *Geophys. Res. Letters*, 32, -.
- Fischer, A., P. Terray, E. Guilyardi, S. Gualdi, and P. Delecluse, 2005: Two independent triggers for the Indian ocean dipole/zonal mode in a coupled GCM. *JOURNAL OF CLIMATE*, 18, 3428-3449.
- Friedlingstein, P., Cox, P., Betts, R., Bopp, L., Von Bloh, W., Brovkin, V., Cadule, P., Doney, S., Eby, M., Fung, I., Bala, G., John, J., Jones, C., Joos, F., Kato, T., Kawamiya, M., Knorr, W., Lindsay, K., Matthews, H. D., Raddatz, T., Rayner, P., Reick, C., Roeckner, E., Schnitzler, K. G., Schnur, R., Strassmann, K., Weaver, A. J., Yoshikawa, C., and Zeng, N.: Climate-Carbon Cycle Feedback Analysis: Results from the (Cmip)-M-4 Model Intercomparison, *J. Clim.*, 19, 3337-3353, 2006.
- Friedlingstein, P. and S. Solomon, 2005: Contributions of past and present human generations to committed warming caused by carbon dioxide. *PROCEEDINGS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE UNITED STATES OF AMERICA*, 102, 10832-10836.
- Friedlingstein, P., J. L. Dufresne, P. M. Cox, and P. Rayner, 2003: How positive is the feedback between climate change and the carbon cycle? *Tellus Series B-Chemical and Physical Meteorology*, 55, 692-700.
- Guilyardi, E., 2006: El Nino-mean state-seasonal cycle interactions in a multi-model ensemble. *CLIMATE DYNAMICS*, 26, 329-348.
- Hauglustaine, D., J. Lathière, S. Szopa et G.A. Folberth, 2005, Future tropospheric ozone simulated with a climate-chemistry-biosphere model, *Geophysical Research Letters*, 32, doi: 10.1029/2005GL024031
- Haywood, J., and M. Schulz (2007), Causes of the reduction in uncertainty in the anthropogenic radiative forcing of climate between IPCC (2001) and IPCC (2007), *Geophys. Res. Lett.*, 34, L20701, doi:10.1029/2007GL030749
- Hourdin, F., I. Musat, S. Bony, P. Braconnot, F. Codron, J. L. Dufresne, L. Fairhead, M. A. Filiberti, P. Friedlingstein, J. Y. Grandpeix, G. Krinner, P. Levan, Z. X. Li, and F. Lott, 2006: The LMDZ4 general circulation model: climate performance and sensitivity to parametrized physics with emphasis on tropical convection. *Climate Dynamics*, 27, 787-813.
- Jost, A., D. Lunt, M. Kageyama, A. Abe-Ouchi, O. Peyron, P. J. Valdes, and G. Ramstein, 2005: High-resolution simulations of the last glacial maximum climate over Europe: a solution to discrepancies with continental palaeoclimatic reconstructions? *Climate Dynamics*, 24, 577-590.
- Jourdain, L. , S. Bekki, F. Lott, and F. Lefevre, The coupled chemistry climate model LMDz Reprobus: description of a transient simulation of the period 1980-1999: *Annales Geophysicae*, 26, 6, 1391-1413, 2008.
- Kinne, S., M. Schulz, C. Textor, S. Guibert, Y. Balkanski, S.E. Bauer, T. Bernsten, T.F. Berglen, O. Boucher, M. Chin, W. Collins, F. Dentener, T. Diehl, R. Easter, J. Feichter, D. Fillmore, S. Ghan, P. Ginoux, S. Gong, A. Grini, J. Hendricks, M. Herzog, L. Horowitz, I. Isaksen, T. Iversen, A. Kirkevåg, S. Kloster, D. Koch, J.E. Kristjansson, M. Krol, A. Lauer, J.F. Lamarque, G. Lesins, X. Liu, U. Lohmann, V. Montanaro, G. Myhre, J. Penner, G. Pitari, S. Reddy, O. Seland, P. Stier, T. Takemura, and X. Tie: An AeroCom initial assessment optical properties in aerosol component modules of global models, *Atmos. Chem. Phys.*, 6, 1815-1834, 2006.
- Krinner, G., O. Magand, I. Simmonds, C. Genthon, and J.-L. Dufresne. Simulated antarctic precipitation and surface mass balance of the end of the 20 th and 21 st centuries. *Clim. Dyn.*, DOI :10.1007/s00382-006-0177-x, 2006.
- Krinner, G., N. Viovy, N. de Noblet-Ducoudre, J. Ogee, J. Polcher, P. Friedlingstein, P. Ciais, S. Sitch, and I. Prentice, 2005: A dynamic global vegetation model for studies of the coupled atmosphere-biosphere system. *GLOBAL BIOGEOCHEMICAL CYCLES*, 19, -.
- Lathiere, J., D. Hauglustaine, N. De Noblet-Ducoudre, G. Krinner, and G. Folberth, 2005: Past and future changes in biogenic volatile organic compound emissions simulated with a global dynamic vegetation model. *GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS*, 32, -.
- Lin, J. L., Kiladis, G. N., Mapes, B. E., Weickmann, K. M., Sperber, K. R., Lin, W., Wheeler, M. C., Schubert, S. D., Del Genio, A., Donner, L. J., Emori, S., Gueremy, J. F., Hourdin, F., Rasch, P. J., Roeckner, E., and Scinocca, J. F.: Tropical Intraseasonal Variability in 14 Ipcc Ar4 Climate Models. Part I: Convective Signals, *J. Clim.*, 19, 2665-2690, 2006.
- Lott, F., Fairhead, L., Hourdin, F., and Levan, P.: The Stratospheric Version of Lmdz: Dynamical Climatologies, Arctic Oscillation, and Impact on the Surface Climate, *Clim. Dyn.*, 25, 851-868, 2005.
- Lott, F., O. deViron, P. Viterbo and F. Vial, Axial Atmospheric Angular Momentum Budget at Diurnal and Subdiurnal Periodicities, *Journal of the Atmospheric Sciences*, 65,156-171, 2008.
- Luo, J., S. Masson, E. Roeckner, G. Madec, and T. Yamagata, 2005: Reducing climatology bias in an ocean-atmosphere CGCM with improved coupling physics. *JOURNAL OF CLIMATE*, 18, 2344-2360.
- Marti, O., P. Braconnot, J. Bellier, R. Benshila, S. Bony, P. Brockmann, P. Cadule, A. Caubel, S. Denvil, J. L. Dufresne, L. Fairhead, M. A. Filiberti, M.-A. Foujols, T. Fichet, P. Friedlingstein, H. Goosse, J. Y. Grandpeix, F. Hourdin, G. Krinner, C. Lévy, G. Madec, I. Musat, N. deNoblet, J. Polcher, and C. Talandier, 2005: The new IPSL climate system model: IPSL-CM4. *Note du Pôle de Modélisation*, n 26, ISSN 1288-1619.

- Masson, S., J. Luo, G. Madec, J. Vialard, F. Durand, S. Gualdi, E. Guilyardi, S. Behera, P. Delecluse, A. Navarra, and T. Yamagata, 2005: Impact of barrier layer on winter-spring variability of the southeastern Arabian Sea. *GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS*, 32.
- Masson-Delmotte, V., M. Kageyama, P. Braconnot, S. Charbit, G. Krinner, C. Ritz, E. Guilyardi, J. Jouzel, A. Abe-Ouchi, M. Crucifix, R. Gladstone, C. Hewitt, A. Kitoh, A. LeGrande, O. Marti, U. Merkel, T. Motoi, R. Ohgaito, B. Otto-Bliesner, W. Peltier, I. Ross, P. Valdes, G. Vettoretti, S. Weber, F. Wolk, and Y. Yu, 2006: Past and future polar amplification of climate change: climate model intercomparisons and ice-core constraints. *CLIMATE DYNAMICS*, 26, 513-529.
- Mélice, J.-L., R.E. Lutjeharms, H. Goosse, T. Fichefet, and C.J. Reason, 2005 : Evidence for the Antarctic circumpolar wave in the sub-Antarctic during the past 50 years. *Geophys. Res. Lett.*, 32, L14614, doi : 10.1029/2005GL023361.
- Morales, P., M. Sykes, I. Prentice, P. Smith, B. Smith, H. Bugmann, B. Zierl, P. Friedlingstein, N. Viovy, S. Sabate, A. Sanchez, E. Pla, C. Gracia, S. Sitch, A. Arneth, and J. Ogee, 2005: Comparing and evaluating process-based ecosystem model predictions of carbon and water fluxes in major European forest biomes. *GLOBAL CHANGE BIOLOGY*, 11, 2211-2233.
- Ngo-Duc, T., J. Polcher, and K. Laval, 2005: A 53-year forcing data set for land surface models. *JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH-ATMOSPHERES*, 110, -.
- Ngo-Duc, T., K. Laval, J. Polcher, A. Lombard, and A. Cazenave, 2005: Effects of land water storage on global mean sea level over the past half century. *GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS*, 32, -.
- Ngo-Duc, T., K. Laval, J. Polcher, and A. Cazenave, 2005: Contribution of continental water to sea level variations during the 1997-1998 El Niño-Southern Oscillation event: Comparison between Atmospheric Model Intercomparison Project simulations and TOPEX/Poseidon satellite data. *J. Geophys. Res.*, 110, -.
- Peylin, P., P. Bousquet, C. Le Quere, S. Sitch, P. Friedlingstein, G. McKinley, N. Gruber, P. Rayner, and P. Ciais, 2005: Multiple constraints on regional CO₂ flux variations over land and oceans. *GLOBAL BIOGEOCHEMICAL CYCLES*, 19, -.
- Pham, M., O. Boucher, and D. Hauglustaine, 2005: Changes in atmospheric sulfur burdens and concentrations and resulting radiative forcings under IPCC SRES emission scenarios for 1990-2100. *J. Geophys. Res.* 110, -.
- Quaas, J. and O. Boucher, 2005 : Constraining the τ_{rst} aerosol indirect radiative forcing in the LMDZ GCM using POLDER and MODIS satellite data. *Geophys. Res. Lett.*, 32, L17814, doi : 10.1029/2005GL023850.
- Reddy, M. S., O. Boucher, N. Bellouin, M. Schulz, Y. Balkanski, J.-L. Dufresne, and M. Pham, 2005 : Estimates of global multicomponent aerosol optical depth and direct radiative perturbation in the Laboratoire de Météorologie Dynamique general circulation model. *J. Geophys. Res.-Atm.*, 110, D10S16, doi : 10.1029/2004JD004757.
- Royer, J.-F., J.-L. Dufresne, and P. Braconnot, 2007 : Les simulations réalisées pour le GIEC. Livre blanc ESCRIME, 14{21.
- Schulz, M., Textor, C., Kinne, S., Balkanski, Y., Bauer, S., Bernsten, T., Berglen, T., Boucher, O., Dentener, F., Guibert, S., Isaksen, I. S. A., Iversen, T., Koch, D., Kirkevåg, A., Liu, X., Montanaro, V., Myhre, G., Penner, J. E., Pitari, G., Reddy, S., Seland, Ø., Stier, P. and Takemura, T., Radiative forcing by aerosols as derived from the AeroCom present-day and pre-industrial simulations, *Atmospheric Chemistry and Physics* 6:5225-5246, 2006
- Swingedouw, D., Braconnot, P., Delecluse, P., Guilyardi, E., and Marti, O.: Quantifying the Amoc Feedbacks During a 2xco(2) Stabilization Experiment with Land-Ice Melting. *Clim. Dyn.*, 29, 521-534, 2007.
- Swingedouw, D., Braconnot, P., Delecluse, P., Guilyardi, E., and Marti, O.: The Impact of Global Freshwater Forcing on the Thermohaline Circulation: Adjustment of North Atlantic Convection Sites in a Cgcm. *Clim. Dyn.*, 28, 291-305, 2007.
- Swingedouw, D., P. Braconnot, and O. Marti, 2006: Sensitivity of the Atlantic Meridional Overturning Circulation to the melting from northern glaciers in climate change experiments. *Geophysical Research Letters*, 33, -.
- Taylor, K. E., Crucifix, M., Braconnot, P., Hewitt, C. D., Doutriaux, C., Broccoli, A. J., Mitchell, J. F. B., and Webb, M. J.: Estimating Shortwave Radiative Forcing and Response in Climate Models. *J. Clim.*, 20, 2530-2543, 2007.
- Terray, P., E. Guilyardi, A. Fischer, and P. Delecluse, 2005: Dynamics of the Indian monsoon and ENSO relationships in the SINTEX global coupled model. *CLIMATE DYNAMICS*, 24, 145-168.
- Textor, C., M. Schulz, S. Guibert, S. Kinne, Y. Balkanski, S. Bauer, T. Bernsten, T. Berglen, O. Boucher, M. Chin, F. Dentener, T. Diehl, J. Feichter, D. Fillmore, P. Ginoux, S. Gong, A. Grini, J. Hendricks, L. Horowitz, P. Huang, I.S.A. Isaksen, T. Iversen, S. Kloster, D. Koch, A. Kirkevåg, J.E. Kristjansson, M. Krol, A. Lauer, J.F. Lamarque, X. Liu, V. Montanaro, G. Myhre, J.E. Penner, G. Pitari, S. Reddy, Ø. Seland, P. Stier, T. Takemura, and X. Tie, The effect of harmonized emissions on aerosol properties in global models - an AeroCom experiment, *Atmos. Chem. Phys. Discuss.*, 7, 1699-1723, 2007.
- Timmermann, R., H. Goosse, G. Madec, T. Fichefet, C. Etche, and V. Duliere, 2005: On the representation of high latitude processes in the ORCA-LIM global coupled sea ice-ocean model. *OCEAN MODELLING*, 8, 175-201.
- Webb, M. J., C. A. Senior, D. M. H. Sexton, W. J. Ingram, K. D. Williams, M. A. Ringer, B. J. McAvaney, R. Colman, B. J. Soden, R. Gudgel, T. Knutson, S. Emori, T. Ogura, Y. Tsushima, N. Andronova, B. Li, I. Musat, S. Bony, and K. E. Taylor, 2006: On the contribution of local feedback mechanisms to the range of climate sensitivity in two GCM ensembles. *Climate Dynamics*, 27, 17-38.
- Williams, K. D., et al., 2006 : Evaluation of a component of the cloud response to climate change in an intercomparison of climate models. *Clim. Dyn.*, 26 (2-3), 145{165, doi : 10.1007/s00382{005{0067{7.
- YU, KAUFMAN, CHIN, FEINGOLD, REMER, ANDERSON, BALKANSKI, BOUCHER, CHRISTOPHER, FEICHTER, KAHN, KOCH, LOEB, SCHULZ, TAKEMURA, ZHOU, DECOLA, A Review of Measurement-based Assessment of Aerosol Direct Radiative Effect and Forcing, *Atmospheric Chemistry and Physics*, Vol. 6, pp 613-666, 2006.
- Zhao, Y., Braconnot, P., Harrison, S. P., Yiou, P., and Marti, O.: Simulated Changes in the Relationship between Tropical Ocean Temperatures and the Western African Monsoon During the Mid-Holocene. *Clim. Dyn.*, 28, 533-551, 2007.
- Zhao, Y., P. Braconnot, O. Marti, S. P. Harrison, C. Hewitt, A. Kitoh, Z. Liu, U. Mikolajewicz, B. Otto-Bliesner, and S. L. Weber, 2005: A multi-model analysis of the role of the ocean on the African and Indian monsoon during the mid-Holocene. *Climate Dynamics*, 25, 777-800.
- Zheng, W., et al. (2007), ENSO at 6ka and 21ka from ocean-atmosphere coupled model simulations, *Clim. Dyn.*, DOI 10.1997/s00382-00007-00320-00383.

Pôle Système Solaire

- Encrenaz, T., T. K. Greathouse, M.J. Richter, N. Bézard, T. Fouchet, F. Lefèvre, F. Montmessin, F. Forget, S. Lebonnois, and S.K. Atreya, Simultaneous mapping of H₂O and H₂O₂ on Mars from IR imaging spectroscopy, *Icarus* 195, Issue 2, p. 547-556, 2007.
- Fast, K., T. Kostiuk, T. Hewagama, M. F. A'Hearn, T. A. Livengood, S. Lebonnois, and F. Lefèvre, Ozone abundance on Mars from infrared heterodyne spectra II: validating photochemical models, *Icarus*, 183, 396-402, 2006.
- Hébrard E., Coll P., Marticorena B., Bergametti G., Montmessin F. et Forget F. An aerodynamic roughness map derived from martian rock abundance data and its effect on aeolian erosion thresholds in a MGCM. Submitted to *Journal of Geophysical Research*, 2008.
- Koutroumpa, D., R. Modolo, J.-Y. Chaufray, R. Lallement, G. Chanteur, V. Kharchenko: Charge exchange induced X-ray in the environment of Mars, *Astron. Astrophys.*, soumis, 2008.

- Lebonnois, S., E. Quémerais, F. Montmessin, F. Lefèvre, S. Perrier, J.-L. Bertaux, and F. Forget, Vertical distribution of ozone on Mars as measured by SPICAM/Mars Express using stellar occultation, *J. Geophys. Res.*, 111, doi:10.1029/2005JE002643, 2006.
- Lefèvre, F., S. Lebonnois, F. Montmessin, and F. Forget, Three-dimensional modeling of ozone on Mars, *J. Geophys. Res.*, 109, E07004, doi:10.1029/2004JE002268, 2004.
- Lefèvre, F., J.-L. Bertaux, R. T. Clancy, T. Encrenaz, K. Fast, F. Forget, S. Lebonnois, F. Montmessin and S. Perrier, Heterogeneous chemistry in the atmosphere of Mars, *Nature*, 454, doi:10-1038, 2008.
- Le Gall, A., V. Ciarletti, J.J. Berthelier, A. Reineix, C. Guiffaut, R. Ney, F. Dolon, S. Bonaimé, R. Clairquin, D. Nevejans, An imaging stationary HF GPR: Experimental validation over the Antarctic ice sheet, *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 2008.
- Nguyen, M.-J., F. Raulin, P. Coll, S. Derenne, C. Szopa, G. Cernogora, G. Israël, and J.-M. Bernard, Carbon isotopic enrichment in Titan's tholins ? Implications for Titan's aerosols, *Planetary and Space Science*, 55 (2010-2014), 2007.
- Perrier, S., J.-L. Bertaux, F. Lefèvre, S. Lebonnois, O. Korablev, A. Fedorova, and F. Montmessin, Global distribution of total ozone on Mars from SPICAM/MEX UV measurements, *J. Geophys. Res.*, 111, doi:10.1029/2006JE002681, 2006.
- Proposition de création du pôle "Système Solaire" de l'IPSL, Actes de l'atelier de Trouville, 24-25 Novembre 2005, Note du Pôle de Planétologie n°16, 2006.
- Séran, E., H. U. Frey, M. Fillingim, J.-J. Berthelier, R. Pottelette, G. Parks, Demeter high resolution observations of the ionospheric thermal plasma response to magnetospheric energy input during the magnetic storm of November 2004, *Annales Geophysicae*, 25, 2503-2511, 2007.
- Séran, E., M. Godefroy, K. Kauristie, J.-C. Cerisier, L.-E. Sarri, What we can learn from the HF signal scattered from discrete arc, is submitted in *Annales Geophysicae*, 2008a.
- Smets, R., G. Belmont, D. Delcourt, L. Rezeau, "Diffusion at the Earth magnetopause: enhancement by Kelvin-Helmholtz instability", *Ann. Geophys.*, 25, 271-282, 2007.
- Stalport, F., P. Coll, M. Cabane, A. Person, R. Navarro-González, M.J. Vaulay, P. Ausset, C.P. McKay, C. Szopa, and F. Raulin, Search for past life on Mars: physical and chemical characterisation of minerals of biotic and abiotic origin. Part 1: Calcite, *Geophysical Research Letters*, 32, L23205, 2005.
- Stalport, F., P. Coll, C. Szopa, A. Person, R. Navarro-Gonzalez, M. Cabane, P. Ausset, and M.J. Vaulay, Search for past life on Mars: Physical and chemical characterization of minerals of biotic and abiotic origin: part 2 - Aragonite, *Geophys. Res. Lett.*, 34, Issue 24, CiteID L24102, 2007.
- Stalport, F., P. Coll, C. Szopa, and F. Raulin, Search for organic molecules at the Mars surface : The "Martian Organic Material Irradiation and Evolution" (MOMIE) project, *Advances in Space Research*, sous presse, 2008a.
- Stalport, F., P. Coll, C. Szopa, and F. Raulin, Behaviour of carboxylic acids exposed to the surface Martian UV radiation conditions, *Astrobiology*, sous presse, 2008b.
- Szopa, C., G. Cernogora, L. Boufendi, J.-J. Correia and P. Coll, PAMPRE: A dusty plasma experiment for Titan's tholins production and study, *Planetary and Space Science*, 54, 394-404, 2006.

PROMETEE

- Champollion C., P. Drobinski, M. Haeffelin, J. Tarniewicz, O. Bock, R. Vautard, M.-N. Bouin, Water vapour variability induced by urban surface heterogeneities during convective conditions, *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, Manuscript ID: QJ-07-0020; en revision.
- O. Bock, M. Haeffelin, P. Albert, J.P. Aubagnac, L. Barthès, S. Bouffies-Cloché, M.-N. Bouin, P. Bosser, M. Capderou, S. Crewell, A. Dabas, P. Drobinski, S. Kneifel, L. Picon, C. Pietras, K. Ramage, R. Roca, G. Scialom, J. Tarniewicz, R. Vautard, The VAPIC_2004 water vapor intercomparison experiment. Description of the experiment and preliminary results. Manuscript en préparation.

Services d'observation et Outils Nationaux

- Ait-Ameur N, and C. Goyet (2006). Distribution and transport of natural and anthropogenic CO₂ in the Gulf of Cadiz, *Deep-Sea Research II*, 53: 1329-1343.
- Bousquet et al., Contribution of anthropogenic and natural sources to atmospheric methane variability, *Nature*, 443 (7110), 439-443, 2006.
- Brévière et al., 2006. Changes of oceanic CO₂ sink in the Eastern Indian sector of the Southern Ocean. *Tellus*, 58B, 438-446;
- Chang et al., 2007 : Climate Fluctuations of Tropical Coupled Systems - The Role of Ocean Dynamics, *Journal of Climate*, 19, 20, 5122-5174, doi:10.1175/JCLI3903.1
- Corbière et al., 2007. Interannual and decadal variability of the oceanic carbon sink in the North Atlantic subpolar gyre. *Tellus B*, Vol. 59, issue 2, 168-179, DOI: 10.1111/j.1600-0889.2006.00232.x
- Dobricic, S. and N. Pinardi, 2008 : An oceanographic three-dimensional variational data assimilation scheme, *Ocean Modelling*, In Press, doi:10.1016/j.ocemod.2008.01.004
- Goutail et al., 2005, Early unusual ozone loss during the Arctic winter 2002/2003 compared to other winters, *Atmos. Chem. Phys.*, 5, 665-677.
- Haeffelin et al., 2005: SIRTA, a ground-based atmospheric observatory for cloud and aerosol research." *Annales Geophysicae*, 23, pp 253-275.
- Hanuise et al., Impact of the 26-30 May 2003 solar events on the earth ionosphere and thermosphere, *Annales Geophysicae*, 24, 129-151, 2006.
- Keckhut et al., Observation of a polar stratospheric cloud down to the mediterranean coast, *Atmos. Chem. Phys.*, 7, 5275-5281, 2007. www.atmos-chem-phys.net/7/5275/2007/
- Lathuillère C. et M. Menvielle, WINDII thermosphere temperature perturbation for magnetically active situations, *J. Geophys. Res.*, 109, A11304-A11311, doi:10.1029/2004JA010526, 2005.
- Le Quéré et al., 2007. Saturation of the Southern ocean CO₂ sink due to recent climate change. *Science*, doi: 10.1126/science.1136188
- Lo Monaco et al., 2005. Anthropogenic CO₂ in the Southern Ocean : distribution and inventory at the Indo-Atlantic boundary (WOCE line I6), *Journal Geophys. Res.* 110, C06010, doi:10.1029/2004JC002643.
- Messenger et al., Ten years of CO₂, CH₄, CO and N₂O fluxes over western Europe inferred from atmospheric measurements at Mace Head, Ireland, *ACPD*, Submitted, 6 Dec. 2007, 2007.
- Mathieu et al., 2006: Identification of error sources in planetary boundary layer cloud forecast using SIRTA observations, *Geophys. Res. Lett.*, 33, L19812, doi:10.1029/2006GL026001.

- Menvielle M. et A. Marchaudon, Geomagnetic indices in Solar-Terrestrial Physics and Space Weather, Space Weather, J. Liliensten (ed.), Springer, 277-288, 2006.
- Pison et al., 2007 Inverse modeling of surface NOx anthropogenic emissions fluxes in the Paris area during the ESQUIF campaign, *J. Geophys. Res.*, 112, D24302, doi:10.1029/2007JD008871.
- Papayannis, A., et al. (2008), Systematic lidar observations of Saharan dust over Europe in the frame of EARLINET (2000-2002), *J. Geophys. Res.*, 113, D10204, doi:10.1029/2007JD009028.
- Séran et al., What can we learn from HF signal scatter from a discrete arc ?, *Annales Geophysicae*, in press.
- Simmonds et al., A burning question. Can recent growth rate anomalies in the greenhouse gases be attributed to large-scale biomass burning events?, *Atmospheric Environment*, 39 (14), 2513-2517, 2005.
- Somot et al., 2008 : 21st Century climate change scenario for the Mediterranean using a coupled atmosphere-ocean regional climate model, *Global and Planetary Change*, In Press, doi:10.1016/j.gloplacha.2007.10.003
- Steinbrecht et al., 2006, Long-term evolution of upper stratospheric ozone at selected stations of the Network for the Detection of Stratospheric Change (NDSC), *Journal of Geophysical Research*, 111(D10), D10308, DOI: 10.1029/2005JD006454
- Szopa et al., Future global tropospheric ozone changes and impact on European air quality, *Geophysical Research Letter*, 2007, in press
- Vautard et al., 2004: Simulation of ozone during the August 2003 heat wave and emission control scenarios, *Atmospheric Environment*, in press

SAMA

- Szunyogh, I., H. Wernli, J. Barkmeijer, C. H. Bishop, E. Chang, P. Harr, S. Jones, T. Jung, N. Kitabatake, P. Knippertz, S. Maeda, S. Majumdar, C. Schwierz, O. Talagrand et F. Vitart, 2008, Recent Developments in Predictability and Dynamical Processes (PDP) Research: A Report by the THORPEX PDP Working Group, soumis pour publication dans *Bull. Amer. Meteor. Soc.*
- Perez Chavaria M., Meija C., Crepon M., Thiria S. & Badran F., 2008, Rain rate retrieval by processing the observations of the 85V and 85GHz channels of the SSM/I and TMI passive microwave sensors,
- De Montera L., Barthes L. & Mallet C., 2008 Rain multifractal parameters derived from dual-beam spectropoliometer measurements, soumis pour publication dans *J. Hydrometeorology*.
- Dielbolt J., Guillou A., Naveau P. & Ribereau P., 2008, Improving Probability-Weighted Moment Methods for the Generalized Extreme Value Distribution, *RevStat* (in press).
- Naveau P., Guillou A., Cooley D. & Diebolt J., 2008, Modeling Pairwise Dependence of Maxima in Space. Accepted by *Biometrika*.
- De Montera L., Mallet C., Barthes L. & Gole, P., 2008, Short-term prediction of rain attenuation level and volatility in Earth-to-Satellite links at EHF band. Accepted pour publication dans *Nonlin. Processes Geophys.*
- Bernacchia A. & Naveau P. 2008., Detecting spatial patterns with the cumulant function. Part I : The theory, in press, *Nonlin. Processes Geophys.*
- Bernacchia A., Naveau P., Vrac M. & Yiou P., 2008, Detecting spatial patterns with the cumulant function. Part II: An application to El Nino, *Nonlin. Processes Geophys.* (in press).
- Talagrand, O., G. Candille et L. Descamps, 2008, On Some Aspects of Validation of Probabilistic Prediction, *Comptes-rendus, Atelier 'Ensemble Prediction', Centre Européen pour les Prévisions Météorologiques à Moyen Terme, Reading, Royaume-Uni, Novembre 2007, 1-11, disponible à l'adresse <http://www.ecmwf.int/publications/library/do/references/list/12052007>.*
- Gereige I., Robert S., Thiria S., Badran F., Granet G. & Rousseau J.-J., 2008, Recognition of diffraction-grating profile using a neural network classifier in optical scatterometry, accepté pour publication dans *J. Opt. Soc. Am. A*.
- Carrassi, A., A. Trevisan, L. Descamps, O. Talagrand et F. Uboldi, 2008, Controlling instabilities along a 3DVar analysis cycle by assimilating in the unstable subspace: a comparison with the EnKF, *Non. Proc. Geophys.*, 15, 503-521 (Numéro Spécial Predictability in Earth Sciences), accessible à l'adresse <http://www.nonlin-processes-geophys.net/15/503/2008/npg-15-503-2008.html>
- Ammar A., Labroue S., Obligis E., Meija C. & Thiria S. Sea Surface Salinity Retrieval for SMOS Mission Using Neural Networks, 2008, *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 46(3).
- Rivière, O., G. Lapeyre et O. Talagrand, Nonlinear Generalization of Singular Vectors: Behavior in a Baroclinic Unstable Flow, 2008, *J. Atmos. Sci.*, 65, 1896-1911, DOI: 10.1175/2007JAS2378.1.
- Badran F., Berrada M., Crepon M., Sorrow C., Thiria S., Hermand J.-P., Meyer M., Perichon L. & Asch M., 2008, Inversion of satellite ocean colour imagery and geoacoustic characterization of seabed properties Variational data inversion using a semi-automatic adjoint approach *Journal of Marine Systems*, 69, 126-136, 2008
- Candille, G., et O. Talagrand, Impact of observational error on the validation of ensemble prediction systems, 2008, *Q. J. R. Meteorol. Soc.*, 134, 959-971, DOI: 10.1002/qj.268, disponible à l'adresse <http://www3.interscience.wiley.com/journal/113388514/home>.
- Chazottes A., Crépon M., Bricaud A., Ras J. & Thiria S. Statistical analysis of absorption spectra of phytoplankton and of pigment concentrations observed during three POMME cruises using a neural network clustering method, 2007, *Applied Optics*, 46 (18), 3790-3799.
- Allard D. & Naveau P., Simulating and analyzing Spatial Skew Normal random fields, 2007, *Communications in Statistics*, 36, Issue 9.
- Furrer R. & Naveau P., 2007, Probability Weighted Moments Properties for Small Samples. *Statistics and Probability Letters*, 77, 190-195.
- Cooley D., Nychka D. & Naveau P., 2007, Bayesian Spatial Modeling of Extreme Precipitation Return Levels, *Journal of The American Statistical Association*, 102(479), 824-840.
- Jomelli V., Grancher D., Naveau P., Cooley D. & Brunstein D. Assessment study of lichenometric methods for dating surfaces, 2007, *Geomorphology*, 86(1-2), 131-143. doi:10.1016/j.geomorph.2006.08.010.
- Naveau P., Jomelli V., Cooley D. & Rabatel A., 2007, Modeling Uncertainties in Lichenometry Studies, *Arctic, Antarctic, and Alpine Research*, 39, 2, 277-285.
- Naveau P. & Poncet P. State-space models for precipitation maxima, 2007, *Journal de la Société Française de Statistique et Revue de Statistique Appliquée*, 148, 107-120.
- Descamps, L., et O. Talagrand, 2007, On Some Aspects of the Definition of Initial Conditions for Ensemble Prediction, *Mon. Wea. Rev.*, 135, 3260-3272, DOI: 10.1175/MWR3452.1.
- Puceat E., Lecuyer C., Donnadieu Y., Naveau P., Cappetta H., Ramstein G. & Huber B. T., 2007, Fish tooth $\delta 18O$ revising Late Cretaceous meridional SST gradients, *Geology*, 35(2), 107-110, doi : 10.1130/G23103A.1.
- Vannitsem S. & Naveau P. Spatial dependences among precipitation maxima over Belgium, 2007, *Nonlin. Processes Geophys.*, 14, 621-630.
- Vrac M. & Naveau P. Stochastic downscaling of precipitation : From dry events to heavy rainfalls. 2007, *Water Resources Research*, 43, W07402, doi:10.1029/2006WR005308.

- Vrac M., Marbaix P., Paillard D. & Naveau P., 2007, Non-linear statistical downscaling of present and LGM precipitation and temperatures over Europe, 2007, *Clim. Past*, 3, 669-682.
- Vrac M., Naveau P. & Drobinksy P. Modeling pairwise rainfall intensities, 2007, *Nonlin. Processes Geophys.*, 14, 789-797.
- Elbern, H., A. Strunk, H. Schmidt et O. Talagrand, 2007, Emission rate and chemical state estimation by 4-dimensional variational inversion, *Atmos. Chem. Phys.*, 7, 3749-3769 (disponible à l'adresse <http://www.atmos-chem-phys.net/7/3749/2007/>).
- Yiou P., Ribereau P., Naveau P., Nogaj M. & Brazdil R., 2007, Statistical analysis of floods in Bohemia (Czech Republic) since 1827, *Hydrological Sciences Journal*, 51(5), 930-945.
- Yiou P., Vautard R., Naveau P. & Cassou C. Inconsistency of 2006/07 and previous decade fall/winter European warming with atmospheric flow change, 2007, *Geophys. Res. Lett.*, 34, L21808, doi:10.1029/2007GL031981.
- Lahoz, W. A., Geer, S. Bekki, N. Bormann, S. Ceccherini, H. Elbern, Q. Errera, H. J. Eskes, D. Fonteyn, D. R. Jackson, B. Khattatov, M. Marchand, S. Massart, V.-H. Peuch, S. Rharmili, M. Ridolfi, A. Segers, O. Talagrand, H. E. Thornton, A. F. Vik et T. von Clarmann, 2007, The Assimilation of Envisat data (ASSET) project, *Atmos. Chem. Phys.* 7, 1773-1796 (disponible à l'adresse <http://www.atmos-chem-phys.net/7/issue7.html>).
- Bricaud A. C., Mejia C., Blondeau D., Claustre H., Crepon M., Thiria S., 2007, Retrieval of pigment concentrations and size structure of algal populations from the absorption spectra using multilayered perceptrons. *Applied Optics*, 46(8).
- Brajard J., Niang A., Sawadogo S., Fell F., Santer R. & Thiria S., 2006, Estimating Aerosol parameters from MERIS ocean colour sensor observations by using topological maps. *International Journal of Remote Sensing* 28(3).
- Chazottes A., Bricaud A. C., Crepon M. & Thiria S., 2006, Statistical analysis of a data base of absorption spectra of phytoplankton and pigment concentrations using self-organizing maps. *Appl. Opt.* 45, 8102-8115.
- Leloup J. A., Lachkar Z., Boulanger J. P. & Thiria S., 2006, Using neural networks to classify El Niño-Southern Oscillation events. *Climate Dynamics* DOI 10.1007/s00382-006-0173-1.
- Juillet-Leclerc A., Thiria S., Le Bec N., Delcroix T., Naveau P., Blamart D. & Corrège T., 2006, SPCZ migration and ENSO events during the XXth century as revealed by multiproxies analyses of a Fiji massive coral. *Geophys. Res. Lett.*, 33, L17710, doi:10.1029/2006GL25950.
- Brajard J., Jamet C., Moulin C. & Thiria S., 2006, Neurovariational inversion of ocean color images. *Journal of Atmospheric Space Research*, 38(2), 2169-2175.
- Brajard J., Jamet C., Moulin C. & Thiria S., 2006, Atmospheric correction and oceanic constituents retrieval with neuro-variational method. *Neural Networks*, 19(2), 178-185.
- Niang A., Badran F., Moulin C., Crepon M. & Thiria S., 2006, encoding aerosol typology and optical thickness over the Mediterranean from SeaWifs images using neural methodology. *RSE n°100*, 15
- Brisseau O., Mallet C., Barthes L. & Marsault L. T., 2006, Frequency scaling of rain attenuation based on microphysical characteristics for SatCom link, *IEE Microwaves, Antennas & Propagation*, 153(6), 523-532.
- Barthes L., Mallet C. & Brisseau O., 2006, A neural network model for the separation of atmospheric effects on attenuation: Application to frequency scaling, *Radio Science paper n°2005RS003310R*, 41.
- Nogaj M., Yiou P., Parey S., Malek F. & Naveau P., 2006, Intensity and Frequency of Temperature Extremes over the North Atlantic Region, *Geo. Res. Letters*, 33, L10801, doi :10.1029/2005GL024251.
- Juillet-Leclerc A., Thiria S., Le Bec N., Delcroix T., Naveau P., Blamart D. & Corrège T., 2006, SPCZ migration and ENSO events during the XXth century as revealed by multi-proxies analyses of a Fiji massive coral, *Geophysical Research Letters*, 33.
- Borchi F., Naveau P., Keckhut P., Hauchecorne A. & Goldfarb L., 2006, Detecting variability changes in Arctic total ozone column, *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*, 68, 1383-1395.
- Cooley D., Naveau P. & Poncet P., 2006, Variograms for spatial max-stable random fields. in *Lecture Notes In Statistics*, Springer, Statistics for dependent data.
- Danis P.A., Masson-Delmotte V., Stievenard M., Guillemin M.T., Daux V., Naveau P. & von Grafenstein U., 2006, Reconstruction of past precipitation d18O using tree-ring cellulose d18O and d13C : a calibration study near Lac d'Annecy, France, *Earth and Planetary Science Letters*,
- Toth, Z., O. Talagrand et Y. Zhu, 2006, The attributes of forecast systems: a general framework for the evaluation and calibration of weather forecasts, dans *Predictability of Weather and Climate*, publié sous la direction de T. N. Palmer and R. Hagedorn, Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni, 584-595 (disponible à l'adresse http://www.emc.ncep.noaa.gov/gmb/ens/ens_info.html).
- Chapnik, B., G. Desroziers, F. Rabier et O. Talagrand, 2006, Diagnosis and tuning of observational error statistics in a quasi-operational data assimilation setting, *Q. J. R. Meteorol. Soc.*, 132, 543-565, doi: 10.1256/qj.04.102.
- Hourdin, F., O. Talagrand et A. Idelkadi, 2006, Eulerian backtracking of atmospheric tracers. II: Numerical aspects, *Q. J. R. Meteorol. Soc.*, 132, 585-603, doi: 10.1256/qj.03.198.B.
- Hourdin, F. et O. Talagrand, 2006, Eulerian backtracking of atmospheric tracers. I: Adjoint derivation and parametrization of subgrid-scale transport, *Q. J. R. Meteorol. Soc.*, 132, 567-583, doi: 10.1256/qj.03.198.A.
- Goswami, P., K. C. Gouda et O. Talagrand, 2005, Ensemble initial conditions through 4D-Var assimilation, *Geophys. Res. Lett.* 32, L21801, doi: 10.1029/2005GL022542.
- Candille, G., et O. Talagrand, 2005, Evaluation of probabilistic prediction systems for a scalar variable, *Q. J. R. Meteorol. Soc.*, 131, 2131-2150, doi: 10.1256/qj.04.71.
- Robert S., Mure-Raynaud A., Thiria S. & Badran F., 2005, Estimation of local errors by a neural model in an inverse scattering problem. *European Physical Journal Applied Physics*, 31(1), 71-
- Geer, A.J., Lahoz W.A., Bekki S., et al., 2005, The ASSET intercomparison of ozone analyses: method and first results, *Atmos. Chem. Phys.*, 6, 5445-5474.
- Jamet C., Thiria S., Moulin C. & Crepon M., 2005, Use of a neural inversion for retrieving Oceanic and Atmospheric constituents for Ocean Color imagery a feasibility study. *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*:/ 22(4), 460-475, doi:10.1175/JTECH1688.1/.
- Mallet C., Barthes L., Chazottes A., Gole, 2005, Simulation of rain attenuation time series. *Space Communication IOS Press*, 20(1-2), 61-68.
- Cooley D., Naveau P. & Jomelli, V. 2005, A Bayesian Hierarchical Extreme Value Model for Lichenometry, *Environmetrics*, 16, 1-20.
- Naveau P., Genton M. & Shen X. 2005, A skewed kalman filter. *Journal of Multivariate Statistics*, 94(2), 382-400.
- Naveau P. & Ammann C., 2005, Statistical modeling of the impact of the volcanic forcing distribution on climate, *Geophysical Research Letters*, 32 :5
- Naveau P., Nogaj M., Ammann C., Yiou P., Cooley D., Jomelli, V., 2005, Statistical Analysis of Climate Extremes, *Comptes rendus Geosciences de l'Académie des Sciences*, 1013-1022
- Rabatel A., Jomelli V., Naveau P., Francou B. & Grancher D., 2005, Dating of Little Ice Age glacier fluctuations in the tropical Andes : Charquini glaciers, Bolivia, 16S, *Comptes rendus Geosciences de l'Académie des Sciences*, 337 :5, pp 1311-1322.

H. S. Hoang, R. Baraille et O. Talagrand, 2005, On an adaptive filter for altimetric data assimilation and its application to a primitive equation model, MICOM, Tellus A, 57A, 153-170.

Groupe de travail Stratosphère

- Eyring, V.; Butchart, N.; Waugh, D. W.; Akiyoshi, H.; Austin, J.; Bekki, S.; Bodeker, G. E.; Boville, B. A.; Brühl, C.; Chipperfield, M. P.; Cordero, E.; Dameris, M.; Deushi, M.; Fioletov, V. E.; Frith, S. M.; Garcia, R. R.; Gettelman, A.; Giorgetta, M. A.; Grewe, V.; Jourdain, L.; Kinnison, D. E.; Mancini, E.; Manzini, E.; Marchand, M.; Marsh, D. R.; Nagashima, T.; Newman, P. A.; Nielsen, J. E.; Pawson, S.; Pitari, G.; Plummer, D. A.; Rozanov, E.; Schraner, M.; Shepherd, T. G.; Shibata, K.; Stolarski, R. S.; Struthers, H.; Tian, W.; Yoshiki, M. 2006: Assessment of temperature, trace species, and ozone in chemistry-climate model simulations of the recent past, *J. Geophys. Res.*, 111, D22308
- Gettelman, A., T. Birner, V. Eyring, H. Akiyoshi, D. A. Plummer, M. Dameris, S. Bekki, F. Lefevre, F. Lott, C. Bruhl, K. Shibata, E. Rozanov, E. Manzini, G. Pitari, H. Struthers, W. Tian, and D. E. Kinnison, The tropical tropopause layer 1960-2100, *Atmos. Chem. Phys. Discuss., Atmos. Chem. Phys. Discuss.*, 8, 1367-1413, 2008.
- Austin, J., K. Tourpali, E. Rozanov, H. Akiyoshi, S. Bekki, G. Bodeker, C. Bruhl, N. Butchart, M. Chipperfield, M. Deushi, V. I. Fomichev, M. A. Giorgetta, L. Gray, K. Kodera, F. Lott, E. Manzini, D. Marsh, K. Matthes, T. Nagashima, K. Shibata, R.S. Stolarski, H. Struthers, and W. Tian, Coupled chemistry climate model simulations of the solar cycle in ozone and temperature, *Journal of Geophysical Research*, 113, D11306, doi:10.1029/2007JD009391.
- Jourdain, L., S. Bekki, F. Lott, and F. Lefevre, The coupled chemistry climate model LMDz Repobus: description of a transient simulation of the period 1980-1999: *Annales Geophysicae, Annales Geophysicae*, 26, 6, 1391-1413, 2008.
- Lott, F., L. Fairhead, F. Hourdin, and P. Levan, The stratospheric version of LMDz: Dynamical Climatologies, Arctic Oscillation, and Impact on the Surface Climate, *Climate Dynamics*, 25, 851-868, DOI: 10.1007/s00382-005-0064-x, 2005.
- Lott, F., O. de Viron, P. Viterbo and F. Vial, Axial Atmospheric Angular Momentum Budget at Diurnal and Subdiurnal Periodicities, *Journal of the Atmospheric Sciences*, 65, 156-171, 2008.
- Haefele, A., K. Hocke, N. Kämpfer, P. Keckhut, M. Marchand, S. Bekki, B. Morel, T. Egorova, and E. Rozanov, Diurnal Changes in Middle Atmospheric H₂O and O₃: Observations in the Alpine Region and Climate Models, *Journal of Geophysical Research*, under press.
- Lott, F., and C. Millet: the representation of gravity waves in Atmospheric General Circulation Models, "infrasound monitoring for atmospheric studies", Soumis.
- Nikulin, G. and F. Lott, Tropospheric planetary wave response to anomalies in the stratospheric circulation, *Journal of Climate*, Soumis.
- Lott, F., J. Kutippurath, and F. Vial, 2008: A Climatology of the Gravest Waves in the Equatorial Lower and Middle Stratosphere: Method and comparison between the ERA-40 re-analysis and the LMDz-GCM, *Journal of the Atmospheric Sciences*, accepted.

Publications Franco-Indiennes

- Al Saafani M.A., S. S. C. Shenoi, D. Shankar, M. Aparna, J. Kurian, F. Durand and P. N. Vinayachandran, 2007, Westward movement of eddies into the Gulf of Aden from the Arabian Sea. *Journal of Geophysical Research*, sous presse,
- Bellon G. and J. Srinivasan, 2006: Comment on "Structures and mechanisms of the northward propagating boreal summer intraseasonal oscillation", *Journal of Climate*, 19 (18), 4738-4743.
- Boucher, O., C. Moulin, S. Belviso O. Aumont, L. Bopp, E. Cosme, R. von Kuhlmann, M. G. Lawrence, M. Pham, M. S. Reddy, J. Sciare, C. Venkataraman, 2003 : DMS atmospheric concentrations and sulphate aerosol indirect radiative forcing: a sensitivity study to the DMS source representation and oxidation, *Atmospheric Chemistry and Physics*, 3, 49-65.
- De Boyer Montégut, C., J. Vialard, S.S.C. Shenoi, D. Shankar, F. Durand, C. Ethé and G. Madec, 2007, Simulated seasonal and interannual variability of mixed layer heat budget in the northern Indian Ocean, *Journal of Climate*, 20, 3249-3268.
- Durand, F. D. Shankar, D., C. De Boyer Montégut, S. S. C. Shenoi, B. Blanke, and G. Madec, Modeling the Barrier-Layer Formation in the Southeastern Arabian Sea, *Journal of Climate*, 20, 2109-2120.
- Durand, F. D. Shankar, F. Birol, S.S.C. Shenoi, Estimating boundary currents from satellite altimetry: A case study for the east coast of India. *Journal of Oceanogr*, sous presse, Avril 2008.
- Durand, F.; Shetye, S. R.; Vialard, J.; Shankar, D.; Shenoi, S. S. C.; Ethe, C.; Madec, G., 2004 : Impact of temperature inversions on SST evolution in the South-Eastern Arabian Sea during the pre-summer monsoon season. *Geophys. Res. Lett.*, Vol. 31, No. 1, L01305, 10.1029/2003GL018906.
- Kone, V., O. Aumont, M. Levy and L. Resplandy, Physical and biogeochemical controls of the phytoplankton seasonal cycle in the Indian Ocean: a modeling study, *J. Geophys. Res.*, submitted.
- Lévy, M., D. Shankar, J.-M. André, S. S. C. Shenoi, F. Durand, and C. de Boyer Montégut (2007). Basin-wide seasonal evolution of the Indian Ocean's phytoplankton blooms, *J. Geophys. Res.* 112, C12014, doi:10.1029/2007JC004090.
- Lévy, M., J.-M. André, D. Shankar, F. Durand, S. S. Shenoi (2006). A quantitative method for describing the seasonal cycles of surface chlorophyll in the Indian Ocean, *Proc. SPIE Vol. 6406, 640611*, Remote Sensing of the Marine Environment; R. J. Frouin, V. K. Agarwal, H. Kawamura, S. Nayak, D. Pan; Eds.
- Rao K. G., M. Desbois, R. Roca and K. Nakamura, 2004 : Upper Tropospheric drying and the "transition to break" in the Indian summer monsoon during 1999, *Geophys. Res. Lett.*, 31, L03206, doi:10.1029/2003GL018269
- Sengupta, D., R. Senan, B.N. Goswami and J. Vialard, 2007, Intraseasonal variability of equatorial Indian Ocean zonal currents, *Journal of Climate*, 20, 3036-3055.
- Shankar, D., V. V. Gopalakrishna, S. S. C. Shenoi, F. Durand, S. R. Shetye, C. K. Rajan, Z. Johnson, N. Araligidad, and G. S. Michael, 2004 : Observational evidence for westward propagation of temperature inversions in the southeastern Arabian Sea, *Geophys. Res. Lett.*, 31, L08305, doi:10.1029/2004GL019652.
- Shenoi, S.S.C., D. Shankar, V.V. Gopalakrishna et F. Durand, Role of ocean on the formation and decay of the core of the warm pool in the southeastern Arabian Sea. *Mausam - Indian Journal of Meteorology, Hydrology and Geophysics*, 56, 1, 147-160, 2005.
- Vinayachandran P.N., D. Shankar, J. Kurian, F. Durand and S. S. C. Shenoi, 2007, Arabian Sea Mini Warm Pool and the Monsoon Onset Vortex. *Current Science*, 93, 203-214.
- Xavier, P.K., J.P. Duvel and F.J. Doblas-Reyes, 2007a: Representation of the tropical intraseasonal variability and its impact on seasonal predictability in a multi-model ensemble. *ECMWF Technical Memorandum* 522.
- Xavier, P.K., J.P. Duvel and F.J. Doblas-Reyes, 2008: Summer monsoon intraseasonal variability in coupled seasonal hindcasts. In press *Journal of Climate*.

Annexe 1- Répartition des financements 2006 et 2007

Dotation annuelle		Notifiés 2006	Total notifié	Repartition 2006		Dépenses au 31/12/06
CNRS			253 900	FEDERATION		
	Soutien de base	64 000		Fonctionnement courant	60 000	90 000
	Dotation exceptionnelle	0		Equipement courant	15 000	
	CSOA info fédé	15 000		Aménagementt plateau 45/55	45 000	0
	CSOA données	17 000		Personnel/vacations	5 000	5 000
	CNESIPSL	40 000		<i>Total FR</i>	<i>125 000</i>	<i>95 000</i>
	CNES ETHER	59 900		STRUCTURE FEDERATIVE		
	CNES ICARE	58 000		Informatique		
UVSQ			96 458	maintenance	40 000	
	Fonctionnement			logiciels	5 000	65 000
	Equipement	96 458		équipement	31 000	
	Personnel			Enseignement	30 000	25 000
	BQR	0		AO scientifiques 2006*	96 900	73 243
UPMC*			101 195	Soutien Pôles/GT***		
	Fonctionnement			Pole Modelisation		
	Equipement	101 195		Pole PROMETEE		
	Vacations			Pole Système Solaire	80 000	12 661
	BQR			Pole spatial et Instrumental		
				Groupes de travail		
				Centre données		
				Fonctionnement		17 400
				Equipement	126 000	70 000
				(ETHER/ICARE)		
				Abonnements en ligne	65 000	67 500
				Publications(Notes)	2 500	
					67 500	
contributions labos informatique fédérative* abonnements OL**			104 000	Communication	5 000	6 000
		42 000		Formation	2 500	0
		62 000		Soutien SOON	18 000	12 000
Recettes accidentelles				<i>Total Structures Fédératives</i>	<i>569 400</i>	
	solde PRISM	75 000	75 000	Dépenses exceptionnelles		10 000
				Film AMMA		31 778
				TOTAL DEPENSES PREVISIONNELLES	694 400	580 582
				Disponible	52 240	49 971
TOTAL		630 553	630 553	TOTAL GENERAL	746 640	630 553

BUDGET 2007								
Dotation annuelle	Notifiés 2007	Reports 2006	Total notifié		Repartition 2007	Engt 2006 reporté	Engt au 31/12/07	
CNRS					FEDERATION			
Soutien de base Moyens annuels	72 318	30 400	306 418		Fonctionnement courant			
LEFE	24 000					80 000	25 000	113 442
Vacations	7 000				Equipement courant			
Plateau 45/55	0				Infrastructure	7 000		7 000
DRI	10 000				Personnel/vacations	15 000		15 000
COPEES	20 000				<i>Total FR</i>	<i>102 000</i>	<i>25 000</i>	<i>135 442</i>
INSU- info fédé	10 000				STRUCTURE FEDERATIVE			
INSU- SIRT A	0				Informatique			
Jouvence					maintenanc-fonct	60 000	26 000	101 333
NDAC	0				equipement	10 000		5 705
INSU-NDACC-SIRT A	78 000	44 700			Enseignement AO	35 000		34 000
INSU-IPCC	10 000				AO scientifiques 2007	101 000		62 710
					repts 2006		18 000	30 000
CNES/CNRS *			242 836		Fonctionnement Pôles/GT	92 000	12 000	85 000
IPSL	73 836	74 500			<i>Pole Modelisation</i>			
ETHER	29 000	43 000			<i>Pole PROMETEE</i>			
ICARE		7 500			<i>Pole Système Solaire</i>			
COPEES		15 000			<i>Pole spatial et Instrumental</i>			
					<i>Groupes de travail</i>			
UVSQ					Centre données			
Fonctionnement					Fonctionnement Equipement (ETHER/ICARE)	79 500	67 200	62 667
Equipement	87 458	6 800	94 258		Documentation	60 000		61 333
Personnel					Communication	8 500		8 500
BQR					SOON (NDSC-SIRT A..)	78 000	64 000	218 367
UPMC					COPEES	20 000	15 000	25 000
Fonctionnement					IPCC	10 000		10 000
Equipement	83 335	5 300	88 635		<i>Total Structures Fédératives</i>	<i>554 000</i>	<i>202 200</i>	<i>704 615</i>
Vacations					TOTAL DEPENSES AU 30/09/07	656 000	227 200	840 057
BQR					Provision	53 881		97 024
contributions labos : informatique fédérative et abonnements	93 096		93 096		TOTAL GENERAL	709 881	227 200	937 081
Autres recettes: contrats,subventions..	111 838		111 838					
TOTAL	709 881	227 200	937 081					

Annexe 2- Principales acquisitions 2006 et 2007

Equipement	Projet	Date	Source budgétaire	Montant
Cluster de calcul (11 serveurs et périphériques réseaux et pilotage associés)	Mise en place du serveur de calcul du Centre d'expertise ICARE de l'IPSL	nov-04	IPSL	49 140 €
Baie de stockage FC/SATA de 6,4 To	Equipe ARA LMD : Réanalyse ATOVS	nov-04	CSOA (centre de données IPSL)	13 200 €
3 Baies de stockage FC/SATA de 6,4 To (Volumétrie totale de 19,2 To)	Mise en place du Cache ICARE du CExII	oct-05	CNES ICARE	28 851 €
Serveur WEB et FTP	ClimServ, CExII, AMMA	juin-06	CNES ICARE	3 070 €
Librairie de sauvegarde LTO-3 (88 slots - 2 lecteurs) + serveur de sauvegarde	CExII	oct-06	CNES ICARE	24 533 €
2 Baies de stockage FC/SATA de 12 To (Volumétrie totale de 24 To)	CExII : Projet CALIPSO	oct-06	CNES ICARE	27 194 €
Serveur de calcul	ClimServ, CExII, AMMA	nov-06	INSU ICARE	4 766 €
Système de stockage comprenant une baie de 24 To, 2 serveurs de fichiers, un switch Fibre Channel	CExII : Projet Megha-Tropiques	oct-07	CNES ICARE	23 790 €
Baie de stockage FC/SATA de 36 To	Projet Ensemble de Jean-Louis Dufresne	mars-08	Projet Européen	18 216 €
Système de stockage comprenant une baie de 24 To, 1 serveurs de fichiers, trois switches Fibre Channel	CExII : Renouvellement du Cache ICARE	oct-08	CNES ICARE	38 744 €

Prospective 2009-2013

Préambule

Ce document présente le projet de la fédération IPSL pour les années 2009-2013. Conformément à la demande de l'AERES il s'agit d'un texte court, qui s'appuie cependant sur deux séries de documents plus étendus, qui seront aussi rendus disponibles (sur un site Web de l'IPSL):

- Les documents des groupes de travail de la prospective IPSL à long-terme (15 ans), exercice de prospective mené par Daniel Vidal-Madjar au cours de l'année 2008
 - Les documents prospectifs des Pôles, Services et Groupes, entités déjà constituées à l'IPSL, qui ont mené de manière individuelle une réflexion approfondie à l'occasion de ce projet quadriennal
- L'ensemble de ces documents ont été discutés lors de 3 réunions successives du Comité de Direction de l'IPSL, pour dégager les éléments principaux qui sont repris dans le texte qui suit.

I : Rôle et fonctionnement général de l'IPSL

1.1 : Les objectifs scientifiques de l'IPSL

La création de l'IPSL est issue d'une réflexion engagée à la fin des années 80 sous l'impulsion de Gérard Mégie, pour permettre à plusieurs laboratoires d'Ile de France travaillant dans le domaine des sciences de l'environnement d'engager une dynamique scientifique collective. Les laboratoires rassemblés dans l'IPSL sont désormais au nombre de six (LATMOS, LISA, LMD, LOCEAN, LPMAA, LSCE). Ils couvrent l'étude des principales composantes du système climatique : atmosphère, océan, surfaces continentales, et leurs interactions physiques, chimiques ou biochimiques. La force de l'IPSL, son originalité au niveau national et international, réside dans cette multidisciplinarité très large. L'IPSL est aussi ouvert sur l'étude des autres planètes du système solaire, études qui se font dans bien des cas en liaison méthodologique étroite avec celle de Terre. Ce spectre scientifique large a ouvert des champs de recherche nouveaux, en permettant à des laboratoires dont l'identité était (et reste le plus souvent) fortement liée à une composante ou une fonction précise du système climatique (atmosphère, océan, aspects physiques, chimiques ou biochimiques) d'aborder collectivement l'étude du « Système Terre ». Il a permis à l'IPSL de répondre à des interrogations scientifiques nouvelles, qui mettent en jeu l'interaction des différentes composantes du système climatique, et leur évolution naturelle ou anthropique. Ce travail a d'abord été focalisé vers les grandes échelles spatiales et temporelles, associées aux variations naturelles et anthropiques du climat global de la planète. L'IPSL se tourne aussi de manière croissante vers la réalisation d'étude de processus à plus petite échelle. Ces processus déterminent les aspects régionaux du climat et les impacts de ses changements. Par ailleurs la compréhension des interactions entre échelles est également essentielle dans la mise au point des outils d'observation et de modélisation qui sous-tendent le travail de l'IPSL et de ses laboratoires.

1.2 : Missions et périmètre de l'IPSL

L'IPSL a d'abord existé pendant plusieurs années sans statuts, s'est ensuite constitué en fédération, puis en fédération associée à un OSU. A la suite d'évolutions institutionnelles récentes, l'IPSL redevient une fédération, s'appuyant à la fois sur ses laboratoires membres et 3 sur OSU (Observatoire de Versailles-Saint-Quentin (OVSQ), OSU Paris-Centre, OSU Paris-Est).

Quelle que soit l'évolution de ses statuts, l'IPSL répond à un besoin fort. Les problématiques environnementales sont multiples (climat, qualité de l'air, évolution des ressources en eau, impacts climatiques régionaux) et elles ont justifié dans beaucoup de pays la création d'instituts nouveaux. L'IPSL constitue une des réponses de la communauté française à ces évolutions. Le Pôle de Modélisation de l'IPSL, par exemple, joue un rôle dévolu en Angleterre au Hadley Centre, en Allemagne au Max Planck Institut de Hambourg, au Japon au CCSR et à Frontier Research. L'IPSL permet à des projets d'ampleur importante, liant les laboratoires, de se développer, puis d'exister sur des périodes de temps longues, qui sont souvent de l'ordre d'une ou plusieurs décennies. Ceci est vrai au niveau des outils (observation, modélisation) mais aussi à un niveau plus thématique (climat, planétologie, étude de processus, campagnes focalisées telle qu'AMMA, ...). L'IPSL a ainsi joué un rôle de coordination de ses laboratoires membres vis-à-vis de nombreux projets ou contrats, dans lesquels les laboratoires ont trouvé un intérêt, voire une nécessité, à apparaître sous une bannière commune. Cette gestion IPSL de nombreuses actions est le reflet de la dimension « supra-laboratoire » d'un grand nombre de projets internationaux ou de projets de valorisation, et de la reconnaissance du label IPSL dans ce cadre. L'IPSL a aussi pris en charge des actions communes de communication, ainsi qu'un grand nombre d'aspects plus concrets et fonctionnels (informatique et gestion des locaux communes à l'UPMC, ...)

L'IPSL a pour assise forte l'étude des aspects fondamentaux et physiques des sciences de l'environnement. Son périmètre est plus large toutefois: les laboratoires de l'IPSL regroupent désormais un ensemble de 1000 personnes environ, avec une grande diversité thématique, et a aussi vocation à s'ouvrir vers le domaine des applications. Des problèmes de frontière se posent cependant

à ce niveau. L'IPSL, par exemple, est actif dans le domaine des études d'impacts climatiques, et fournit beaucoup des outils qui leur sont nécessaires, mais il a besoin de partenariats pour aborder les domaines de l'écologie, de la biodiversité, de l'hydrologie continentale, de l'économie, de la santé ... La création du GIS « Climat, Environnement et Sociétés », en apportant ces partenariats, a permis d'étendre le champ des études réalisées par les laboratoires de l'IPSL. L'articulation des actions de l'IPSL et du GIS devra constituer un souci constant de leurs responsables respectifs dans les années à venir – et nécessitera peut-être des évolutions institutionnelles au-delà du présent quadriennal. L'exercice de prospective mené par l'IPSL a par ailleurs mis en avant l'intérêt de créer un groupe de travail « Interaction Environnement et Sociétés », qui permette d'animer scientifiquement cette interface – par exemple sous forme de séminaires réguliers.

Le rôle national et international important de l'IPSL l'oblige à avoir une politique de relations formalisée avec d'autres instituts. Au niveau national il est indispensable de citer le domaine de la modélisation, où les relations avec les laboratoires Toulousains sont essentielles à la définition d'une politique nationale (évolution coordonnée des grands outils de modélisation, actions coordonnées vis-à-vis du GIEC, participation commune aux grands projets européens). Dans le domaine de l'observation ou de l'instrumentation, des liens contractuels ont déjà été établis avec de nombreux partenaires, par exemple l'OHP, l'observatoire de la Réunion, le GSMA. La liste des laboratoires qui ont par ailleurs des relations fortes avec l'IPSL est longue, en dehors de la région parisienne (LGGE, LOA), ou à l'intérieur. Elle comprend des laboratoires candidats à une entrée dans l'IPSL et/ou participant aux nouvelles OSU.

Au niveau national toujours, l'action de l'IPSL s'inscrit dans le cadre du Chantier Méditerranée. Même si l'échelle à laquelle est défini ce chantier dépasse largement les contours de l'IPSL, l'IPSL doit y inscrire un certain nombre d'études multidisciplinaires ciblées (plateforme multidisciplinaire de modélisation à méso-échelle, synergie entre différents moyens d'observations, ...).

Au niveau international, l'IPSL joue un rôle dans la mise en place de projets importants (bureau AMMA, bureau WCRP-COPES, bureau Mégha-Tropiques à venir). Par ailleurs l'IPSL est le partenaire français dans des accords, conclus ou en négociation, avec plusieurs laboratoires ou groupe de laboratoires étrangers (par exemple : en Allemagne, en Argentine, en Inde dans le cadre du CEFIRE, en Afrique à la suite d'AMMA). L'Afrique de l'Ouest, l'Inde et l'Océan Indien, l'Amérique du Sud, mais aussi les régions Polaires constituent ainsi des domaines d'action privilégiés pour l'IPSL.

1.3 : Les grands axes stratégiques « outil »

Au-delà de ses objectifs thématiques, l'action de l'IPSL s'exprime par la mise en place d'outils communs :

- (i) *La modélisation* constitue un domaine de collaboration nécessairement très structuré. L'IPSL a développé un « Modèle du Système Terre », incluant les composantes atmosphériques, océaniques et continentales, au travers d'interactions physiques, chimiques et biologiques. Ce modèle mobilise des moyens importants en personnels et en calcul, réclame une collaboration très étroite, et même hiérarchisée, pour développer des logiciels complexes dans un contexte en évolution rapide (nouveau rapport du GIEC, apparition de thématiques « impacts », nouveaux calculateurs). Cet effort de modélisation a été défini pour l'échelle du climat global, mais il commence à être décliné à plus petite échelle spatiale et temporelle, un effort qui devra être poursuivi dans le futur.
- (ii) *Le recueil, la mise à disposition et l'analyse des données observées ou simulées* constituent aussi un domaine de synergie entre les laboratoires de l'IPSL et la fédération a mis en place un « service (centre) de données » interne. L'action de ce service s'est étendue au fil des années en interaction avec le développement de la fonction « observatoire » de l'Institut (qui s'appuie sur des services labélisés qui seront désormais soutenus par les OSU), en soutien aux Pôles thématiques mis en place par l'INSU et le CNES, ou encore pour aider à l'analyse de campagnes (AMMA) ou de missions satellitaires. Il existe bien sûr un lien fort et nécessaire entre l'orientation thématique de l'Institut, et le choix des données qui sont ainsi mises à disposition.
- (iii) *Le développement d'une instrumentation spécifique* (et donc innovante), dans des filières qui vont de la mesure in situ jusqu'aux instruments satellitaires en passant par les avions ou les ballons est une force des différents laboratoires de l'IPSL. Le développement de cette instrumentation fait l'objet de collaborations nombreuses entre les équipes des différents laboratoires de l'IPSL. Ces

filiales instrumentales ont beaucoup souffert d'un effet générationnel et de départs à la retraite et réclament une coordination plus forte à l'avenir.

1.5 : Structuration de l'IPSL : évolution de la gouvernance

Pour faire face à ces enjeux, l'IPSL doit renforcer sa structuration. Cette structuration est placée sous le contrôle et l'autorité du Conseil de Surveillance rassemblant les tutelles de l'IPSL, et elle est définie par des statuts, dont la version révisée sera soumise à l'approbation du Conseil de Surveillance.

Les évolutions principales sont les suivantes :

1. Il est d'abord proposé de renforcer la direction, au travers de trois adjoints, couvrant certains des axes stratégiques mentionnés plus haut : Jean-Louis Dufresne (LMD, modélisation), Philippe Keckhut (LATMOS, observations et données), et Philippe Bousquet (LSCE, enseignement et formation). Définir une politique spatiale de l'IPSL nécessitera la mise en place d'une forme de direction spécifique, s'appuyant sur le Pôle d'Innovation et d'Instrumentation Spatiale, qui sera discutée en 2009.

2. L'IPSL s'appuiera par ailleurs sur deux instances principales :

- *le Comité de Direction* (CD IPSL), présidé par le directeur de la fédération IPSL, réunissant mensuellement les directeurs adjoints de la fédération IPSL, les directeurs de laboratoires et les directeurs d'OSU, ou leurs représentants. Les responsables des Pôles, Groupes et Services de l'IPSL ou leurs représentants seront invités régulièrement au CD IPSL (au moins une fois sur deux).
- *le Conseil Scientifique* (CS IPSL), dont la composition sera modifiée. Il comprendra désormais 8 membres internes, 8 membres externes ainsi que les responsables des Pôles, Services et Groupes. Le Conseil Scientifique devra continuer son rôle d'évaluation de projets internes à l'IPSL, mais devra également porter un jugement sur les orientations stratégiques de l'Institut.

3. L'action de l'IPSL est organisée au travers de Pôles, Services et Groupes, dont la liste actuelle est détaillée dans le paragraphe suivant. L'action de ces structures sera renforcée en leur accordant un budget, qui sera discuté en Comité de Direction, et soumis au Conseil de Surveillance.

4. La réforme du Conseil Scientifique, la fin du rôle joué jusqu'ici par le Conseil de l'OSU IPSL, imposera de trouver d'autres méthodes de représentation des personnels de l'IPSL (Assemblée Générale, réunions de délégué), dont la forme sera décidée par la direction de l'IPSL et le CD IPSL.

1.5 : Structuration de l'IPSL : rôle des Pôles, Services ou Groupes

L'IPSL s'est constitué autour d'entités internes : Pôles, Services, Groupes, qui ont joué un rôle de structuration extrêmement fort et concret. Une meilleure reconnaissance des ces entités, du rôle de leurs responsables, est un objectif des années à venir, et l'évolution de leur mission et de leurs actions au cours des prochaines années, constitue l'essentiel du présent projet. Nous passons l'ensemble de ces structures en revue de manière rapide dans ce paragraphe et nous les détaillerons ensuite.

Les Pôles effectuent un travail scientifique pérenne, associant presque toujours une dimension outil et une dimension thématique, dans une proportion qui peut fortement varier :

- Le Pôle de Modélisation (responsable : P. Braconnot, qui doit être remplacée par Jean-Louis Dufresne) a développé des outils de modélisation dans une perspective fortement orientée par la problématique « Changements anthropiques et naturels du climat global » de la planète
- Le Pôle Système Solaire (responsable : E. Chassefière, qui doit être remplacé par F. Forget), ancien Pôle de Planétologie désormais étendu à une action qui comprend l'ensemble du système solaire, a permis de mettre en commun des démarches de modélisation, d'observation au service d'un projet qui a une dimension spatiale forte et aborde aussi les problèmes d'enseignement et de formation.
- Le Pôle « Prométée » (resp : Y. Lemaitre) s'est focalisé sur l'étude des processus actifs aux interfaces dans le système climatique (interfaces sol/atmosphère, troposphère/stratosphère), avec une orientation surtout thématique. Ces études constituent aussi un intermédiaire nécessaire entre les

études climatiques à grande échelle et les études d'impact. La proposition portée par le présent projet quadriennal a une forte dimension outil, puisqu'elle met en avant une plateforme de modélisation à méso-échelle, avec des études complémentaires (approches statistiques, assimilation). Elle se veut désormais multidisciplinaire, impliquant les aspects chimiques (qualité de l'air) et biologiques

- Le PI2S, Pôle en Instrumentation Innovante et Spatiale est encore très largement en gestation, sous la conduite de J. Pelon. Son rôle dans l'évolution future de la Fédération IPSL est essentiel, car il lui appartient à la fois d'aider à renforcer des filières instrumentales (lidar, techniques micro-onde, ballon, avion, spectrométrie optique haute résolution, chromatographie en phase gazeuse,...), mais aussi d'aider à la structuration d'une politique spatiale de l'IPSL. Définir une politique spatiale cohérente de l'Institut constitue une nécessité pour la valorisation du site de Guyancourt et l'un des grands défis pour l'IPSL dans les années à venir.

Les « Services » correspondent à la mise en communs de moyens pérennes au service des laboratoires. Le Service SOON (Services d'Observations et Outils Nationaux, resp : Philippe Keckhut) met en cohérence des moyens dont une part, labellisée, sera désormais supporté par les OSU : c'est le cas des services RAMCES, CARAUS, EARLINET (voir plus bas). Le site d'observation SIRTA, installé à l'Ecole Polytechnique, lui aussi labellisé, mérite une mention particulière, par l'importance qu'il a prise (nombre d'instruments et de laboratoires impliqués : les réunions scientifiques annuelles rassemblent une centaine de personnes) et par la variété des partenaires (incluant le CEREAS, un laboratoire mixte ENPC/EDF ou Météo-France). Le Centre de Données (resp : Cathy Clerbaux) permet, en liaison avec les Pôles, la distribution d'un grand nombre de données observées ou simulées. Le rôle de la Fédération IPSL va consister d'une part à gérer les moyens qu'elle a mis en place en interne, et d'autre part à proposer une coordination qui permette d'articuler le travail d'observation et de modélisation avec les OSU, et avec les thématiques fortes de l'IPSL telles qu'elles sont portées par les Pôles.

Les groupes de travail sont actuellement au nombre de deux : un groupe SAMA (Statistiques pour l'Analyse, la Modélisation et l'Assimilation, resp : F. Aires, P. Naveau, O. Talagrand, S. Thiria), et un groupe Stratosphère (resp : F. Lott et S. Bekki). Ces groupes correspondent à des actions plus focalisées, organisées au travers de séminaires, de réunions régulières. Le détail de l'activité de ces groupes ne sera pas repris dans la suite de ce document – mais fait l'objet de documents détaillés qui seront mis à disposition sur le site Web de l'IPSL. Ils portent aussi le développement d'outils et de méthodes utilisés dans l'ensemble de l'IPSL. Le groupe SAMA, qui a été créé par la réunion de trois groupes préexistants, a animé le développement et l'utilisation de méthodes statistiques et de méthodes d'assimilation à l'IPSL, avec des actions spécifiques orientées vers l'étude des événements extrêmes. Il envisage d'organiser sur ces thèmes des Ecoles d'été et des sessions à l'EGU. Le groupe Stratosphère a ajouté une dimension particulière aux travaux du Pôle de Modélisation, en permettant de créer un modèle atmosphérique étendu en altitude, et couplé à plusieurs codes de chimie stratosphérique. Ce modèle est utilisé à la compréhension de modes atmosphériques observés à grande échelle.

Les groupes de travail IPSL peuvent constituer la matrice de futurs Pôles de recherche. Il y a ainsi une nécessité de coordonner les travaux sur la Stratosphère au-delà de leur seul aspect de modélisation. Les outils de SAMA sont essentiels pour le travail de Prométhée tel qu'il est nouvellement focalisé.

Le fonctionnement de ces Pôles, Services et Groupes requiert une réelle pérennité, puisqu'il s'agit d'actions d'envergure, dont le développement demande souvent une ou plusieurs décennies. Cette pérennité, assurée par la fédération, doit s'accompagner d'évolutions. Au cours des années à venir, le CD et le CS IPSL devront envisager la création de nouveaux Pôles. L'arrivée de deux nouveaux laboratoires (LPMAA et LISA) ouvre des possibilités de coopérations structurées nouvelles. La composition atmosphérique, le cycle du carbone, l'hydrologie continentale, pour ne prendre que quelques exemples, demandent une coordination IPSL plus forte. L'articulation des recherches de l'IPSL avec la demande « sociétale » et avec le GIS « Environnement Climat et Société » a suscité, comme indiqué plus haut et repris plus bas, la demande d'un nouveau Groupe « Interaction Environnement et Sociétés »)

II. Prospective des Pôles et Services de l'IPSL

II.1 : Le pôle de modélisation de l'IPSL

Le Pôle de Modélisation s'est d'abord construit pour développer des modèles couplés océan/atmosphère, puis, dans les 5 ou 10 dernières années, il s'est développé autour d'une extension de ce projet, destiné à mettre en place un véritable modèle intégré du climat terrestre (en anglais Earth System Model, « modèle du Système Terre », ou ESM). Ce modèle s'appuie sur des composantes originales construites par l'IPSL ou les laboratoires de l'IPSL : OPA-NEMO (océan), LMDZ (atmosphère), ORCHIDEE (sols continentaux), INCA (chimie atmosphérique), PISCES (géochimie océanique). La réalisation et l'analyse de simulations des changements climatiques au 20e et 21e siècle ont constitué un autre élément de développement très fort du Pôle. Ces travaux sont très bien positionnés au niveau international. Ils ont permis à l'IPSL de participer pleinement au dernier rapport du GIEC, et de lui donner une visibilité considérable (environ 200 papiers ont été écrits à partir des simulations du GIEC). L'IPSL, a aussi joué un rôle pionnier, et reconnu comme tel au niveau international, dans de nouvelles thématiques pluridisciplinaires, telles que la rétroaction entre climat et cycle du carbone.

Ce travail s'organise à long terme, mais doit faire face à des contraintes qui surgissent en permanence, qu'il s'agisse de l'évolution des projets internationaux (et du GIEC), des thématiques scientifiques, des moyens de calcul, de stockage et distribution des données. Pour cela des conditions difficiles doivent continuer à être remplies : (i) une très forte coordination dans le développement des différentes composantes du modèle ; (ii) une mise en commun de moyens importants entre les différents laboratoires de l'IPSL, en particulier au niveau du travail des quelques dizaines de personnes issues de laboratoires distincts et dont le travail réclame une imbrication très étroite, qui dépasse très largement le cadre d'une collaboration habituelle. Ces conditions demandent un choix clair et assumé de certaines priorités (en matière de recrutement ITA en particulier) qui peuvent avoir un impact significatif sur chacun des laboratoires de l'IPSL.

Entre 2009 et 2013 les axes de travail principaux seront :

- de renforcer et d'améliorer le modèle intégré, qui doit constamment évoluer pour rester à niveau. Il est en particulier nécessaire: (i) D'améliorer les composantes actuelles du modèle et de leurs couplages. Ceci est particulièrement critique pour la partie physique du modèle, qui est l'ossature du modèle complet. La prise en compte de nouveaux couplages, le besoin d'étudier les changements des événements extrêmes ou du climat à l'échelle régionale nécessitent d'avoir des modèles qui simulent mieux la complexité des phénomènes météorologiques réels. (ii) D'augmenter la complexité des modèles, en prenant en compte de nouvelles composantes (par exemple : les calottes de glace) (iii) De développer un nouveau cœur dynamique pour les modèles atmosphériques ou océaniques, adapté à des calculateurs à architecture massivement parallèle.

- de renforcer l'évaluation des modèles et leur interprétation par rapport aux variations observées du climat, venant du passé lointain ou plus récent : (i) En tirant partie des observations satellitales nouvelles, qu'il s'agisse du croisement de données issues de plateformes différentes, ou de séries longues désormais disponibles. Ce lien aux données satellitaires réclame désormais d'intégration aux logiciels de post-traitement des modèles, de véritables simulateurs d'instruments. (ii) En s'attachant à la reproduction par les modèles de phénomènes de corrélations et téléconnexions observés dans un passé récent, ou encore à l'étude d'évènement traduisant le rôle des composantes lentes du climat, par exemple l'étude des entrées et sorties de glaciations, des variations abruptes du climat

- d'estimer les variations futures du climat aux échelles de temps décennales, centennales et millénaire, à la fois sur la base de scénarios complexes ou plus idéalisés, et à des échelles de temps allant de quelques décennies à 100 ou 200 ans (c'est l'horizon des simulations du GIEC jusqu'à présent) et jusqu'au millénaire pour l'étude de certaines réponses lentes (calottes polaires, océan profond, cycle du carbone)

Le GIEC dans la définition préalable des simulations destinées à son 5eme rapport, met un accent fort sur l'étude des variations du climat aux échelles décennales. Il s'agit là d'un domaine d'étude qui permet de dégager des problématiques nouvelles à l'interface climat-sociétés, qu'il s'agisse du

changement des ressources en eau, des relations énergie-climat ou des études de climats régionaux, ce que permettait moins l'horizon très lointain de 2100. C'est aussi une échéance qui correspond à des préoccupations très concrètes, qui sont celles des négociations politiques à venir. L'IPSL peut mener un projet interdisciplinaire d'envergure à ces échelles de temps.

II.2 :Le Pôle Système Solaire

La fusion du SA et d'une partie du CETP en un seul laboratoire, le LATMOS, et l'élargissement de l'IPSL à de nouveaux laboratoires où se pratique la planétologie (LPMAA-P6, LISA-P12) renforce la pertinence du Pôle Système Solaire (PSS). Le rapprochement, au sein du PSS, avec de nouveaux laboratoires aux compétences complémentaires (physique cométaire au LPMAA, exo-astrobiologie au LISA, physicochimie des atmosphères planétaires au GSMA-Reims-, dynamique des environnements de surface à l'IDES –Paris Sud Orsay-) va nécessiter un travail d'intégration scientifique important. D'ores et déjà, avec l'entrée dans l'IPSL du LPMAA et du LISA, le PSS constitue une force significative du paysage francilien en planétologie. Dans cette construction, le PSS pourra se reposer sur des coopérations déjà bien établies autour de grandes thématiques telles que : météorologie et climat (LMD-LATMOS), échappement et évolution des atmosphères (LATMOS-LPP), astro-exobiologie (LISA-LATMOS). De nouveaux axes émergents sont en train de se dessiner, matérialisés par des financements incitatifs de l'IPSL sur des thématiques focalisées, comme le soulèvement des poussières martiennes (LATMOS-LISA) ou le sondage radar des subsurfaces (LATMOS-IDES). Des projets de physique cométaire en coopération LATMOS-LPMAA ont également été inscrits au prochain quadriennal de l'IPSL à l'UPMC Paris 6.

L'exercice de prospective a été mené suivant un découpage en trois grandes thématiques :

- Climat et météorologie des planètes (LMD, LATMOS, LISA, IDES, laboratoires de Sciences de la Terre de l'UFR TEB, GSMA)
- Origine des planètes et de la vie (LISA, LATMOS, LPMAA)
- Evolution des atmosphères et interactions magnéto-héliosphériques (LATMOS, LMD, chercheurs du LPP associés au LATMOS)

L'étude des atmosphères des trois principales atmosphères telluriques du système solaire (Mars, Titan Vénus) restera au coeur de l'activité des équipes de l'IPSL, dans un esprit de planétologie comparée, où les concepts et outils terrestres sont testés et enrichis sur les autres planètes. Les équipes de l'IPSL, fortement impliquées dans les missions spatiales martiennes (Mars-Express, MSL, Exomars), poursuivront la modélisation numérique du climat martien, intégrant les couplages avec la subsurface, dont l'objectif premier est de construire un modèle « complet » intégrant les grands cycles du climat. Le premier vrai modèle de circulation générale de l'atmosphère de Vénus, en cours de développement à l'IPSL, sera utilisé afin simuler les nuages, la photochimie de l'atmosphère et la thermosphère, en soutien à l'interprétation des mesures de la mission Venus-Express. L'IPSL possède le modèle de climat de Titan le plus performant au monde. Cependant, celui-ci doit à l'avenir évoluer pour mieux prendre en compte les processus 3D et s'étendre jusqu'à la mésosphère (qui s'avère être la clé de la photochimie sur Titan). En vue d'étudier l'atmosphère primitive de la Terre et les atmosphères des planètes extrasolaires, un modèle de circulation générale « universel », basé sur un code de transfert radiatif complet capable de simuler des atmosphères épaisses et de multiples compositions, sera développé. Enfin, grâce aux capacités de calculs toujours croissantes des ordinateurs, et aux observations de missions spatiales comme Cassini (stratosphère de Saturne), le développement des premiers modèles de circulation générale pour les atmosphères des planètes géantes sera amorcé.

Les travaux menés à l'IPSL dans le domaine de l'exobiologie ont pour but de comprendre la formation des planètes, ainsi que les processus de synthèse, évolution et dégradation de la matière organique dans des environnements pertinents. Ces environnements sont choisis au vu de leur importance exobiologique, en tenant compte des perspectives de missions spatiales (Rosetta, Phobos-Grunt, Marco-Polo -retour d'échantillons d'un astéroïde-, TSSM –exploration de Titan-). La physique des interactions coma-vent solaire et rayonnement-particules dans les environnements cométaires, et la caractérisation de la structure et de l'histoire du noyau cométaire, feront l'objet de travaux de modélisation en support à la participation large de l'IPSL à la mission Rosetta. La filiation chimique entre certaines molécules modérément complexes, détectées dans les milieux astrophysiques, et la matière cométaire sera étudiée via la confrontation entre mesures spectroscopiques et résultats de la modélisation. L'étude de la matière moléculaire, et plus particulièrement des composés organiques, dans les comètes, à la surface de Mars, dans le système de Saturne (et Titan), en termes de : nature, propriétés spectrales (pour l'interprétation des mesures

par télédétection), évolution, dégradation, caractère précurseur de la vie, sera menée par mesure in-situ et simulations analogiques en laboratoire. Les nombreux simulateurs développés, ainsi que les expériences d'exposition de matière organique en orbite, permettront de caractériser de manière complète les voies de complexification (abiotique) de la matière organique.

L'étude de la formation des exosphères planétaires, un élément clef pour l'évolution des atmosphères, se poursuivra à travers l'exploitation des missions en cours (Cassini, Mars-Express, Venus-Express), de futures missions (NASA/Scout 2013, Bepi-Colombo –à forte participation de l'IPSL-) et de modélisation de l'interaction atmosphère/vent solaire. L'objectif essentiel de ces développements est de caractériser l'échappement atmosphérique des planètes sans champ magnétique intrinsèque (Mars, Vénus, Titan), qui a joué un rôle essentiel dans leur évolution. L'étude de la dynamique globale de l'héliosphère et de son interface avec le milieu interstellaire local se concentre sur l'exploitation de l'expérience SWAN/SOHO (et bientôt de la mission IBEX) et des simulations numériques à grande échelle (PIC et particule test, tout comme la modélisation des émissions X). Enfin, l'étude des effets des grands événements de la couronne et du vent solaire sur les environnements planétaires (phénomènes auroraux, émissions radio-planétaires) repose sur une double approche, d'observation (expériences embarquées, DEMETER, THEMIS, X-SCALE, MMS, BepiColombo ou au sol ALFA, ARES/Exomars) et de simulation numérique (à très grande échelle).

II.3. Le Pôle Prométée

L'un des grands enjeux des dix prochaines années est une meilleure compréhension couplée du climat global et de l'environnement régional afin de mieux préciser les réponses climatiques ou environnementales à l'échelle locale. L'IPSL a acquis une compétence forte dans l'étude de processus qui jouent un rôle clef entre l'échelle globale et l'échelle régionale, en particulier l'étude des processus mis en œuvre aux interfaces entre milieux (sol/atmosphère, troposphère/stratosphère). L'IPSL est aussi en mesure de traduire à l'échelle régionale les études interdisciplinaires qu'elle a menée à grande échelle, impliquant les couplages océan/atmosphère, la chimie atmosphérique ou la bio-géochimie océanique, et ces études doivent constituer une contribution forte au Chantier Méditerranée. Enfin plusieurs modèles et outils déjà développés à l'IPSL constituent des apports originaux : le code LMDZ dans sa version zoomée, l'outil labellisé Chimère, la montée en puissance de l'utilisation de méthodes statistiques (applicables à l'étude des événements extrêmes et de leur variabilité), le lien entre modélisation et observation établi lors de plusieurs campagnes (dernièrement : AMMA).

Le Pôle Prométée, issu d'une réflexion lancée en 2005, et formalisé en 2006, est précisément défini par une focalisation sur les petites échelles spatio-temporelles et leur rôle dans le système climatique. Ces échelles sont accessibles de manière très directe par des observations variées : missions spatiales, satellites opérationnels, réseaux de mesures opérationnels, stations sol, ou encore campagnes. Elles sont aussi décrites par des outils numériques spécifiques (modèles à méso-échelle).

L'action du Pôle Prométée a été focalisée sur plusieurs thèmes :

- L'hydrogéologie à l'échelle des bassins versants. Une action précise concerne l'évaluation de l'impact des mesures satellitaires d'humidité du sol sur la prévision de la réponse hydrologique des sous-bassins du bassin d'Orgeval,
- La documentation du cycle de vie des aérosols et leur impact sur la microphysique des nuages,
- La paramétrisation des flux (de quantité de mouvement, de chaleur, radiatifs solaire et infrarouge, de constituants (CO₂, DMS) et d'aérosols),
- La documentation des processus contrôlant la variabilité et la tendance de la vapeur d'eau dans l'UTLS (Upper Troposphere – Lower Stratosphère) et des nuages de glace,
- L'évaluation/validation de bilans d'eau par inter-comparaisons de capteurs.

Ces études sont liées au niveau méthodologique, en particulier en ce qui concernent leurs aspects plus complexes : étude de processus couplés souvent non-linéaires incluant le rôle de la dynamique atmosphérique ou océanique, de la chimie atmosphérique, de la biosphère, ou encore étude des interactions entre échelles avec une attention particulières pour les événements extrêmes.

Dans ce cadre le Pôle a retenu deux formes d'actions pour les années à venir :

- (i) La réalisation d'études intégrées dans le cadre de chantiers. Le Pôle Prométée se veut l'initiateur de campagnes de dimensions moyennes, qui peuvent préfigurer des campagnes de plus grande

envergure dans lesquelles l'IPSL pourra jouer un rôle de leadership. Ces campagnes de grande envergure (AMMA, Chantier Méditerranée) ont une dimension qui dépasse le cadre d'un Pôle de l'IPSL tel que Prométée. Mais l'IPSL doit jouer un rôle d'incubateur vis-à-vis de projets encore commençants.

- (ii) Le portage de développements majeurs en observation, modélisation et analyses statistiques.

C'est ce deuxième axe qui déterminera l'organisation interne du Pôle Prométée, autour de 3 groupes de travail :

1. un groupe consacré au développement d'une plateforme de modélisation Mésio-Echelle multidisciplinaire (atmosphère-océan-sol, interactions physiques, chimiques et biologiques). Cet outil sera fortement articulé avec le modèle du « Système Terre » développé à grande échelle par le Groupe de Modélisation
2. Un groupe consacré aux développements d'outils d'assimilation autour des modèles méso-échelles, outils nécessaires pour l'interprétation des campagnes.
3. Un groupe consacré aux méthodes statistiques

Tous ces projets ont reçu un début de réalisation. La plateforme de modélisation a été initiée dans le cadre d'un projet soumis au GIS. Les groupes 2 et 3 proposent l'application plus précise de méthodes discutées dans le cadre du groupe SAMA.

Les projets de campagne seront discutés au niveau du Conseil Scientifique de Prométée, et soumis aux CD et CS de l'IPSL

II.4 : Evolution de la structuration des Services et Outils de la Fédération

Le développement de systèmes de collecte d'observations systématiques, à partir de plateformes, depuis des sites multi-instrumentés, ou depuis l'espace, l'analyse et le traitement de ces données, leur archivage et leur mise disposition des informations à une large communauté, constituent un enjeu fort à l'appui des politiques scientifiques mentionnées plus hauts. Les services mis en place dans ces domaines par l'IPSL constituent l'un des « bras armés » des Pôles et Groupes de la Fédération.

L'IPSL a collecté des séries d'observation depuis plus d'une décennie, les a rendues disponibles pour la communauté, et certains dispositifs ont été reconnus d'intérêt national, par le label de Service d'Observation. Succédant à l'OSU IPSL, les 3 OSUs, créés en région parisienne, ont pour vocation d'assurer la gestion de ces outils. La fédération IPSL a par ailleurs développé des outils internes de collaboration (Centre de Données), a pris en charge l'hébergement du Pôle Thématique ETHER et du Centre d'Expertise ICARE (CeXII).

Une organisation nouvelle et pérenne de cet ensemble doit être proposée pour répondre aux défis de demain et profiter des nouvelles structures mises en place. Au-delà de la mise en place du travail des Pôles et Groupes (et pour permettre cette mise en place), l'une des missions de la fédération IPSL consiste à interagir avec les tutelles et les autres acteurs (autres OSU, INSU, Météo-France, CNES, IPEV...), pour déterminer la mise en œuvre de ces outils la plus appropriée pour sa politique scientifique, et permettre aussi la valorisation de ces activités, notamment dans un contexte où l'environnement est traité par un nombre d'acteurs variés et grandissants. Il est donc nécessaire de présenter ces activités intégrées dans le cadre d'une stratégie scientifique globale que seule la fédération IPSL peut porter. Du fait de la nature nationale de ces tâches, elles doivent de fait pouvoir se répartir sur plusieurs OSU dans un esprit de complémentarité, même si un seul OSU doit prendre en charge chacun des outils labellisés. (sauf dans le cas du SIRTA, qui est soutenu par l'Ecole Polytechnique en premier lieu, qui restera principalement affilié à la Fédération IPSL et à l'Ecole Polytechnique, et établira des relations contractuelles avec les différents OSU impliqués).

Si tous ces domaines conduisent à des stratégies scientifiques distinctes, ils réclament des moyens communs, et s'appuient sur des services d'observations, des bases de données, des plateformes et outils nationaux, des Outils Numériques. La justification scientifique, qui est le préalable à la mise en place de ces tâches communautaires, est assurée par la fédération IPSL à travers ses pôles et groupes scientifiques. Plusieurs thèmes « fédérateurs » peuvent ainsi être mis en avant :

- Changement climatique, avec le Pôle de modélisation

Les tâches pérennes d'intérêt national que prend en charge l'IPSL sont le partage et la mise à disposition de champs 3D de modèles numériques (test des scénarios de forçages anthropique dans le cadre du GIEC, confrontation avec les longues séries d'observation), le partage de codes numériques (actuellement le code OPA-NEMO est labellisé ; LMD-Z a initié une demande), incluant l'interaction avec une large communauté de chercheurs et d'agences opérationnelles. La stratégie scientifique autour de ces travaux est décidée par le Pôle de Modélisation.

Suivi des changements de la composition atmosphérique

Les laboratoires de l'IPSL collectent les variables clés à mesurer pour assurer le suivi de la composition atmosphérique (ozone, gaz à effet de serre, aérosols et nuages). Ils contribuent à mettre au point des techniques de mesures et plateformes d'analyses performantes (parfois disponibles pour d'autres applications à l'extérieur de l'IPSL) et mettent en place des observations systématiques en contribuant à des réseaux sol internationaux coordonnés au niveau de l'OSU (RAMCES-ICOS, CARAUS-SNAPO-CO2, NDACC, EARLINET). Certaines séries couvrent presque 3 décennies, et l'IPSL participe à leur gestion et leur mise en œuvre (SIRTA, OPAR-La Réunion, OHP). Les mesures depuis l'espace permettent des estimations globales en s'appuyant sur l'utilisation des réseaux sol. Dans ce cadre, les Pôles thématiques, dont certaines composantes sont hébergées par l'IPSL (Ether) et grâce aux moyens de calculs assurés par la fédération (eg CICLAD à Jussieu), fournissent de longues séries de données obtenues par satellite, et des outils annexes de diagnostic, de visualisation ou d'intégration des données. L'étude de l'évolution de la composition chimique rentre dans le cadre d'une stratégie d'observation internationale (GEO-GMES-Kopernikus), qui intègre également les outils de modélisation, d'assimilation et d'intégration des données. Au niveau international des besoins sont identifiés notamment à travers des projets européens tels que GEMS-MACC, et PROMOTE dans lequel l'IPSL se trouve fortement impliqué. Ils préparent une structuration de la communauté « composition atmosphérique » (GAS) pour lequel le projet européen GEOMON s'attache à démontrer la faisabilité d'une base de données inter-opérable.

Processus à l'échelle régionale

Les laboratoires de l'IPSL sont impliqués dans des sites multi-instrumentés (SIRTA, QUALAIR, OPUR, OHP, OPAR), des scènes de campagne (AMMA) ou des tests en chambres de simulation (CESAM). Un effort continu est nécessaire pour disposer de longues séries, pour développer et améliorer un ensemble instrumental cohérent. En particulier l'ensemble des données d'une plateforme (par exemple au SIRTA) doit être disponible rapidement dans une même base de données gérée localement (actuellement pour le SIRTA : CLIMSERV, géré par la Fédération IPSL) et l'accès aux infrastructures doit être rendu possible pour une communauté large. Les moyens d'analyse utilisés par l'IPSL consistent en des modèles méso-échelles comme les modèles de qualité de l'air à vocation opérationnelle (eg CHIMERE pour le système de prévision des pics de pollution Prev'Air). Le Pôle Prométhée doit favoriser la réflexion autour de ces outils.

Atmosphères planétaires et activité solaire, avec le Pôle Système Solaire

Dans le domaine des atmosphères planétaire, la stratégie de l'IPSL repose sur la conduite de missions spatiales de longue durée (Bepi-Colombo, Rosetta,...) et de l'organisation de ces données dans des bases de données de type observatoires virtuels constituant des banques de données élaborées (BDAP), partagées et très ouvertes sur l'extérieur comme le souhaite la communauté astronomie. La stratégie scientifique autour de ces missions est décidée par le Pôle de Planétologie. Les développements des missions spatiales devront se concevoir en forte liaison avec le Pôle d'Innovation et d'Instrumentation Spatiale.

Un autre domaine, qui nécessite de pérenniser des actions sur le long terme, concerne l'impact des variations d'activité solaire. Aux observations et modélisations déjà citées de la composition et des atmosphères terrestre et planétaires, il s'agit d'agréger les mesures plus directes caractérisant l'activité solaire (PICARD), leur reconstruction dans le passé, la détermination des conditions de pénétration des diverses particules, notamment par le biais du champ magnétique terrestre (SIIG). Ces activités s'intègrent dans le cadre du programme international CAWSES.

II.5 :Le Pôle d'Innovation et d'Instrumentation Spatiale (PI2S). La nécessité d'une politique spatiale de l'IPSL

Le développement d'une instrumentation nouvelle, innovante, fait partie des missions de l'IPSL. Elle se décline selon différentes techniques et différents modes d'exploitation des instruments (in situ, sous avion, sous ballon, à la mer, sur plateforme satellitaire). Le développement de filières instrumentales originales conditionne la capacité des équipes de l'IPSL à mettre en œuvre une politique spatiale.

L'IPSL a certainement moins progressé dans sa structuration instrumentale et spatiale que dans d'autres domaines, comme en témoignent par exemple les réponses dispersées à l'appel à idées du CNES. Un exercice de recensement des développements instrumentaux de l'IPSL et de propositions d'organisation a été conduit dans le cadre de la prospective par P. Flamant (LMD), J.-L. Maria (LATMOS), et J. Orphal (LISA). Il a conduit à structurer le contenu potentiel d'un Pôle d'Innovation et d'Instrumentation Spatiale.

Deux besoins principaux ont été identifiés :

- *la capacité à mettre en place des groupes projet autour de missions ou de projets labellisés IPSL* (ce qui implique aussi une capacité à interagir avec les agences spatiales). Une certaine dissymétrie existe entre le domaine de la planétologie, où la pratique de projets entièrement réalisés dans les laboratoires reste la norme, et le domaine « Océan-Atmosphère » où une part croissante de la réalisation des instruments spatiaux est réalisée par sous-traitance. Les moyens nouveaux mis en place à Guyancourt apporteront un changement important que l'IPSL doit exploiter.
- *le soutien à des filières instrumentales précises et innovantes sous forme d'incubateurs*. Le groupe POLIMI, qui met en œuvre (principalement sur le site de Palaiseau) des instruments lidar nouveaux pour une multiplicité d'usage est un exemple d'incubateur dont le périmètre est bien défini. Les filières liées à la spectrométrie optique haute résolution, les filières ballon, avion, constituent d'autres exemples potentiels d'incubateurs.

La mise en place de groupe projets ou d'incubateurs doit aussi servir les projets de formation et de valorisation de l'IPSL.

Un tel projet doit s'articuler avec une politique spatiale de l'IPSL coordonnée, en liaison active avec les agences spatiales et les autres Pôles de l'IPSL, de manière à développer des actions intégrées « observation/modélisation/instrumentation nouvelle » qui permettent pour certains processus de couvrir toute la gamme qui va des études de processus jusqu'aux projets spatiaux portés par l'IPSL.

Un séminaire interne de l'IPSL sera consacré à ce sujet courant Février. Dans tous les cas cette structuration de l'activité instrumentale et spatiale de l'IPSL, demandera une direction organisée, et passera par l'identification d'un responsable.

III. Formation et Valorisation

Formation

Les tutelles des laboratoires de l'IPSL comprennent 4 Universités et 2 Grandes Ecoles : L'IPSL est par ailleurs adossé à 3 OSU. Il est clair qu'en matière de formation comme ailleurs, mais là plus qu'ailleurs, l'action de la Fédération doit suivre de manière forte un principe de subsidiarité.

Il existe cependant deux raisons plus importantes qui réclament une coordination de ces activités :

- La première, d'ordre général, est d'affirmer l'unité des sciences de l'environnement au niveau de l'Ile de France. Cette approche a justifié la création par Gérard Mégie d'une Ecole Doctorale unique « Environnement en Ile-de-France », administrativement distincte de l'IPSL, mais largement portée par les laboratoires de l'IPSL. Il s'agit là d'un acquis fortement structurant, qui doit être préservé.
- La seconde est d'ordre pratique : la communauté scientifique n'est pas assez étendue pour porter à tous les niveaux du cursus universitaire des enseignements pluri-disciplinaires dans chacune des

universités ou écoles concernées – et encore moins pour valoriser ces enseignements de manière optimale dans un contexte international.

De fait, si la « communauté enseignante IPSL » n'existe de manière vraiment organisée qu'au niveau doctoral, elle existe aussi de manière plus informelle au niveau des Masters, où, malgré l'existence de filières distinctes, des mouvements d'enseignants ont lieu de l'une à l'autre de manière constante ; certaines plateformes expérimentales (SIRTA, OHP) sont également utilisées pour l'enseignement par l'ensemble des universités ou écoles. Il est souhaitable d'arriver à mieux coordonner ces enseignements au moins au niveau du Master 2, et cette coordination doit être l'une des missions de l'IPSL.

L'enseignement dans nos disciplines, lié à des problèmes de société nouveaux, et pouvant conduire à des métiers de l'environnement de plus en plus nombreux, doit aussi toucher des étudiants qui ne se destinent pas à la recherche, des professionnels qui souhaitent acquérir une formation nouvelle, des décideurs, des journalistes qui auront à utiliser l'information venue de nos disciplines. Elle doit aussi toucher les écoles, collèges ou lycées.

Il est difficile de prétendre coordonner de manière complète le travail multiforme associé à l'ensemble de ces tâches, mais le Groupe de Travail consacré à ce thème (prospective à 10 ans de l'IPSL) a émis des recommandations concrètes qui seront mises en œuvre. Principalement:

- mise en place d'Ecoles d'Eté et de journées de l'IPSL, par exemple sur des thèmes transversaux (éventuellement à l'étranger)
- réalisation de manuels d'enseignement en français
- promotion des filières d'enseignement portées par les OSU
- participation aux formations continues pilotées par les universités et certaines écoles d'ingénieurs

Communication

La communication vers les décideurs, vers les tutelles, vers le grand public, mais aussi la communication en interne à l'IPSL, chercheurs et étudiants confondus, constitue une dimension de l'action de l'IPSL étroitement liée à celle de l'enseignement et de la formation. L'action développée autour de Catherine Senior et Isabelle Genau touche un public large et rend des services importants (par exemple au niveau des offres d'emploi à destination des étudiants). Elle doit impérativement être renforcée dans les années qui viennent, d'autant que cette cellule Communication se trouve sollicitée pour organiser les réunions et la communication des projets pris en charge par l'IPSL.

Valorisation

Beaucoup de groupes industriels sont intéressés aux résultats de modélisation et aux développements instrumentaux de l'IPSL, qu'il s'agisse d'entreprises liées au domaine du spatial, de producteurs d'énergie, d'entreprise de surveillance ou de météorologie de l'environnement, de groupes susceptibles de souffrir de manière directe du changement climatique ... Une étude engagée au moment de la création de l'IPSL avait mis en avant le besoin d'outils de valorisation adossés à l'IPSL. La situation actuelle n'est toutefois pas satisfaisante : les liens avec les industriels passent parfois par Climact (qui a désormais quitté le giron de l'IPSL), par l'IDDRI, ou par la création de Startup, mais reste le plus souvent traité directement au niveau des laboratoires, avec une certaine restriction dans les thèmes traités. Une nouvelle politique de valorisation de la recherche IPSL devra être discutée dans les années à venir.

Interactions Environnement et Sociétés : projet d'un nouveau Groupe

Les paragraphes qui précèdent montrent l'importance d'une réflexion organisée sur les liens entre Environnement et Sociétés. Le Groupe de Travail qui s'est penché sur ce sujet dans le cadre de la prospective a retenu 3 thèmes forts, qui peuvent aussi être articulés en chantiers géographiques plus focalisés (zone euro-méditerranéenne, Afrique, Inde et océan Indien, Amérique du Sud, régions polaires, ...)

- Le rôle général du climat comme l'un des facteurs affectant les sociétés actuelles
- Le rôle des extrêmes climatiques, susceptible d'affecter de manière particulière la résilience des écosystèmes et des sociétés.

- L'analyse des interactions homme-sociétés au travers de l'histoire des siècles ou millénaires passés.
La mise en place d'un Groupe dédié à ces thèmes, chargé d'élaborer et de diffuser une réflexion plus approfondie, de la lier à des actions scientifiques plus spécifiques, sera réalisée dans le cadre du présent projet quadriennal.

IV : Les moyens nécessaires

La Fédération IPSL a mis en place au fil des années une longue liste d'actions internes qui ont permis aux laboratoires membres d'acquérir une proximité tout à fait exceptionnelle, qui se traduit par des projets communs de grande envergure.

Ce travail n'est possible que grâce à un soutien en personnels et en moyens financiers dont la pérennité (ou la pérennité de la croissance) doit être assurée – au-delà bien sûr de la part des moyens associés à la gestion des postes CNAP et des services labellisés, qui reviendra désormais aux OSU.

Personnels

L'IPSL dispose de personnels dédiés, mis en place pour l'essentiel par le CNRS, pour :

- assurer les tâches centrales de communication, de gestion des projets, de gestion des finances, de gestion des actions de collaboration internationale
- apporter un soutien au Pôle de Modélisation, au Centre de Données, assurer la direction du SIRTA
- gérer des moyens logistiques communs (informatique)

Il s'appuie aussi sur les moyens mis en place par les laboratoires en soutien aux actions fédératives : les ingénieurs et techniciens des laboratoires constituent la part dominante des moyens IPSL impliqués dans des projets tels que le Pôle de Modélisation ou le SIRTA.

L'expérience quotidienne montre que tous ces projets souffrent d'un déficit chronique de personnels : il est donc capital de ne pas disperser les moyens de la fédération, et de maintenir sa capacité à prendre en charge des projets qui impliquent fortement les laboratoires, en continuant de développer une forme de mobilité interne à la fédération.

Finances

Les Pôles, Groupes et Services ne peuvent vivre que grâce aux ressources financières de la Fédération. Ce budget, qui était auparavant examiné au niveau du CS de l'OSU IPSL, sera désormais examiné par le CD IPSL, avec la discussion d'un budget propre à chaque entité.

L'IPSL a par ailleurs développé au cours des dernières années une politique incitative, visant à susciter des projets émergents (liés aux Pôles) au travers d'un appel d'offre annuel. Cette politique mérite d'être maintenue.

La séparation entre Fédération et OSU ne doit donc pas se traduire par une diminution des moyens de la Fédération, pour que celle-ci puisse continuer à jouer le rôle qui a été le sien.

Annexe 1 – Organigramme

L'organigramme est à la fois hiérarchique (pour la partie IPSL) et fonctionnel. Les structures apparaissant dans la colonne de droite sont des structures opérationnelles transversales, qui impliquent plusieurs laboratoires en fonction des thématiques scientifiques et dont les responsables, affectés dans les laboratoires ne sont pas, sauf pour les services d'observation, placés sous l'autorité directe du Directeur de l'Institut. La colonne de gauche rappelle les laboratoires constitutifs de la FR

LABORATOIRES

Laboratoire de Météorologie

Dynamique

LMD UMR 8539

Directeur : Vincent CASSE

Directeurs Adjoints :

Vladimir ZEITLIN

François VIAL

Laboratoire d'Océanographie et du Climat :Expérimentation et Approches Numériques

LOCEAN UMR 7159

Directeur : Laurence EYMARD

Directeur Adjoint :

Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement
LSCE UMR 1572

Directeur : Robert VAUTARD

Directeurs Adjoints :

Elsa CORTIJO

Philippe CIAIS

Laboratoire Atmosphères, Milieux, Observations Spatiales – LATMOS- UMR

8190

Directrice : Danièle Hauser

Laboratoire Interuniversitaire des Systèmes Atmosphériques- LISA- UMR 7583

Directeur : Jean-Marie Flaud

Laboratoire de Physique Moléculaire pour l'Atmosphère et l' Astrophysique. LPMAA- U.M.R. 7092

Directeur : Marie-Lise Dubernet-Tuckey

Directeur : **Hervé LE TREUT**

Directeurs adjoints : Philippe BOUSQUET

Jean-Louis DUFRESNE

Philippe KECKHUT

Chargé de Mission : Daniel VIDAL-

MADJAR

Chef de projet Guyancourt : *Laurent MUSSIO*

ADMINISTRATION

Administratrice : **Armella LONGREZ**

Secrétaire : Sophie BARBARIC

Gestionnaires : Blandine MOUTIERS

Maghnia OUASTI

Soutien Logistique

ACMO resp. de site: Emna MELLOULCHI

MOYENS INFORMATIQUES

Franck CORSINI Administrateur système

Ferdéric BONGAT *Seucrité (50%)*

NN...

INFORMATIQUE SCIENTIFIQUE

MODELISATION

Marie Alice FOUJOLS (*Responsable*)

Elodie BURILLON

Patricia CADULE

Céline DEANDREIS

Sébastien DENVIL

Martial MANCIP

Carlos MEJIA -Neuratel

David CUGNET - SAMA

CENTRE DE DONNEES

Florian AMORAVAIN

Renaud BODICHON

Cathy BOONNE (chef de Projet Ether)

Sophie BOUFFIES-CLOCHE (CeXII)

Nathalie POULET- CROVISIER

Karim RAMAGE

SERVICES D'OBSERVATIONS

Martial HAEFFELIN

COMMUNICATION

Chargée de mission: Catherine SENIOR

Isabelle GENAU *Communication 80%*

Unité support WCRP/COPEs

Responsable : Catherine MICHAUT

Bureau AMMA

Karine GINOUX IGE

POLES SCIENTIFIQUES SERVICES GROUPES DE TRAVAIL

PÔLES SCIENTIFIQUES

POLE MODELISATION

Responsable : Pascale BRACONNOT

POLE SYSTEME SOLAIRE

Responsable : Eric CHASSEFIERE

POLE PROMETEE

Responsable : Yvon LEMAITRE

SERVICES

CENTRE DE DONNEES

Comité de pilotage : Cathy CLERBAUX

SERVICES D'OBSERVATIONS

NDACC : Resp. Philippe KECKHUT

RAMCES : Resp. : Michel RAMONET

OISO : Resp. : Nicolas METZL

SIRTA : Resp. : Martial HAEFFELIN

OPA: Resp. Claire LEVY

GROUPES DE TRAVAIL

Groupe Statistiques pour l'Analyse, la Modélisation et l'Assimilation (SAMA)

Responsable : Olivier

TALAGRAND

Groupe Dynamique des Fluides Géophysiques

Responsable : Wladimir ZETLIN

Annexe 2- fonctionnement et composition de l'instance de pilotage

Extrait du projet de convention en cours de finalisation

TITRE II - ORGANISATION ET DIRECTION

Les Partenaires conviennent de doter l'IPSL des organes de gouvernance suivants :

- Un Conseil de Surveillance
- Une Direction,
- Un Comité de Direction,
- Un Conseil Scientifique
- Un Conseil d'unité

Article 4 : Conseil de Surveillance,

4.1. Composition

Le Conseil de la FR est composé d'un représentant de chacun des signataires de la présente convention

Le directeur de l'INSU préside le Conseil de la FR.

4.2 Rôle

Le Conseil de Surveillance prend les décisions nécessaires au fonctionnement de l'IPSL, en particulier il :

- nomme le directeur de l'IPSL, il le révoque en tant que de besoin ;
- nomme les directeurs adjoints de la FR sur proposition du directeur de la FR
- nomme les membres externes du Conseil Scientifique sur proposition du Directeur de la FR
- nomme les responsables de Pôles et Services sur proposition du Directeur de la FR
- garantit la cohérence entre les politiques de la FR et celles des OSU de rattachement des unités
- s'accorde sur les moyens à attribuer à la FR ;
- approuve le budget prévisionnel de l'IPSL proposé par son directeur, qui comprend, d'une part, les charges prévisibles, d'autre part les ressources, qu'il s'agisse des moyens affectés par les Partenaires ou des moyens d'origine extérieure ;
- veille à l'utilisation optimale desdits moyens ;
- approuve le rapport financier et scientifique annuel d'activité préparé par le Directeur de l'IPSL; propose aux Partenaires les éventuelles modifications à apporter à la présente convention, y compris la résiliation, celles-ci étant constatées par des avenants à la présente convention ;
- décide de la participation de nouveaux Partenaires et actualise la liste des Laboratoires figurant en Annexe 1 ;
-

4.3 Fonctionnement

Le Conseil se réunit en tant que de besoin et au moins deux fois par an, sur convocation de son Président qui établit l'ordre du jour des réunions et la liste des invités. Le Président peut, de sa propre initiative ou à la demande de l'un des membres du Conseil, inviter à participer aux séances du Conseil avec voix consultative toute personne dont l'avis paraît devoir être requis.

En plus des réunions formelles prévues à l'alinéa ci-dessus, le Président peut consulter les membres du Conseil par tout moyen que celui-ci aura approuvé.

Le Président communique le relevé des délibérations du Conseil à chacun des Partenaires.

Chaque membre du Conseil peut se faire représenter aux réunions par une personne de son organisme, sous réserve d'en informer préalablement les autres membres. Il peut aussi être représenté par un autre membre étant entendu qu'aucun membre présent ne peut être porteur de plus d'un pouvoir.

Le Conseil se réunit valablement si la majorité de ses membres est présente ou représentée.

Chaque membre dispose d'une voix.

Les décisions du Conseil sont prises à la majorité simple de ses membres présents ou représentés, la voix du président comptant double en cas d'égalité, hormis :

- la nomination ou la révocation du Directeur de l'IPSL, ainsi que l'approbation du budget de l'IPSL pour lesquelles la majorité des deux tiers des membres présents ou représentés est requise,
- les propositions de modifications à apporter à la présente convention y compris sa reconduction ou sa résiliation, pour lesquelles l'unanimité des membres présents ou représentés est requise ;
- les propositions d'adhésion d'un nouveau Partenaire à la convention pour laquelle la décision doit être prise à l'unanimité.

-

Article 5 : Direction de l'IPSL

La direction de l'IPSL est assurée par un Directeur nommé et révoqué par le Conseil de la FR sur proposition de son Président, et après avis ou consultation des instances compétentes desdits organismes. Son mandat est de quatre ans, renouvelable une fois.

Le Directeur de l'IPSL :

- met en œuvre la politique de l'IPSL conformément aux orientations données par le Conseil de Surveillance et décide de l'utilisation des moyens mis en commun, après consultation des instances internes. Sa mission implique également la responsabilité de l'organisation de l'animation scientifique, de la formation et de l'accès à l'information.
- gère les moyens humains et financiers qui sont affectés à la FR
- assure la représentation de l'IPSL à l'extérieur,
- propose au Conseil de Surveillance la stratégie scientifique de la fédération,
- prépare et présente au Conseil de Surveillance, pour approbation, le budget prévisionnel des activités de l'IPSL

Le Directeur peut se faire assister de Directeurs adjoints, nommés par le Conseil de Surveillance sur proposition du directeur. Les Directeurs adjoints tiennent leurs pouvoirs du Directeur et agissent sous la responsabilité de ce dernier.

Le directeur met en place les instances qui sont utiles à son action (bureau, commissions spécialisées, représentation de site) avec l'approbation du Comité de Direction

Article 6 : Comité de Direction de l'IPSL

6.1 Composition

Le Comité de Direction est composé du Directeur de la FR et de ses adjoints, des Directeurs d'OSU, des Directeurs des Unités, du Président du Conseil Scientifique.

6.2 Rôle

Le comité

- est consulté sur la politique scientifique de l'Institut et sa mise en œuvre,
- est consulté préalablement aux décisions du directeur concernant les activités de recherche impliquant les unités de la FR et les activités fédératives,
- donne son accord, à l'unanimité, à toute décision du directeur engageant des personnels des laboratoires
-

6.3 Fonctionnement

Le Comité de Direction de l'IPSL se réunit mensuellement. Le Directeur invite à siéger au Comité de Direction toute personne dont la présence s'avère nécessaire. Il est tenu d'inviter, avec une fréquence indicative d'une réunion sur deux, en fonction de l'ordre du jour, les responsables des pôles et services. Les comptes-rendus des travaux du Comité de Direction sont diffusés à l'intérieur de l'IPSL dans un délai maximum d'un mois.

Article 7 : Conseil Scientifique de l'IPSL

7.1 Composition

Le conseil scientifique est composé

- du directeur et des directeurs adjoints de l'IPSL
- des responsables des Pôles et Services communs
- d'experts représentant les activités scientifiques et techniques, choisis de façon à ce que l'ensemble des champs disciplinaires de la FR soient couverts :
 - huit membres internes proposés par le directeur de la FR et soumis à l'approbation du Comité de Direction
 - huit membres extérieurs désignés par le Conseil de Surveillance de la FR sur proposition de son Directeur.

Le Conseil Scientifique a un Président nommé par le Directeur de l'IPSL. Le Conseil Scientifique et son Président sont nommés pour 5 ans, période renouvelable pour une durée de 4 ans.

7.2 Rôle

Le Conseil Scientifique a un rôle consultatif. Il est chargé de proposer les orientations de la politique scientifique de l'IPSL. En particulier, le Conseil Scientifique est consulté par le directeur de l'IPSL pour :

- animer la réflexion de prospective scientifique de la FR
- élaborer le programme scientifique et les évolutions des activités fédératives, notamment les pôles,
- assiste le directeur dans l'établissement des priorités sur les demandes de moyens pour mettre en œuvre la politique scientifique fédérative de l'IPSL,
- coordonner et assurer le suivi des activités scientifiques fédératives des équipes de recherche participantes,
- évaluer les projets et actions qui seront financés sur le budget de l'IPSL, en faisant appel si nécessaire à des experts externes au Conseil Scientifique,
- développer les coopérations scientifiques internationales de l'IPSL,
- proposer la création, le maintien ou la suppression ainsi que se prononcer sur l'organisation des pôles et services communs de l'IPSL,

7.3 Fonctionnement

Le Conseil Scientifique se réunit à l'initiative de son Président, quatre fois par an au moins, dont deux réunions où la participation des membres extérieurs est plus spécifiquement attendue, et sur toute demande formulée pour un ordre du jour précis par le Directeur de l'IPSL ou par le tiers au moins de ses membres. Les comptes-rendus des travaux du Conseil Scientifique sont diffusés à l'intérieur de l'IPSL dans un délai maximum de deux mois. Le président est chargé d'établir l'ordre du jour, de présider le conseil. Le président peut inviter toute personne extérieure au conseil, en fonction de l'ordre du jour.

Annexe 3- les principaux éléments de la convention de fonctionnement entre les unités de recherche fédérées

Principaux éléments du projet de convention en cours de finalisation

TITRE 3 : L'ACTION DE LA FEDERATION DE RECHERCHE

Article 9 : Les pôles de recherche et services de la fédération

L'action de la Fédération s'exerce en particulier au travers de pôles et services fédératifs. Les pôles regroupent un ensemble d'activités fédératives nécessitant une coordination sur un minimum de deux unités de recherche au sein de l'IPSL et ayant vocation à réaliser un ensemble d'objectifs s'inscrivant dans le moyen ou long terme. Les services de la fédération assistent les laboratoires membres en permettant la mutualisation de tâches à caractère plus technique s'inscrivant aussi dans le moyen ou long terme

Les pôles et services sont évalués tous les quatre ans par le Conseil scientifique et le Comité de Direction de l'IPSL qui proposent soit de les renouveler soit de les révoquer.

Les pôles sont animés par un « responsable de pôle », choisi parmi les personnels des laboratoires de la Fédération, nommé par le Conseil de Surveillance sur proposition du directeur de l'IPSL après consultation du Conseil Scientifique.

Le responsable de pôle :

- établit les orientations scientifiques de l'activité
- propose un budget annuel
- effectue un bilan annuel des activités
- participe au conseil scientifique et rend compte de ses activités et besoins auprès du Comité de Direction

TITRE 4 : AFFECTATION ET GESTION DES MOYENS

La FR peut disposer de personnels et de moyens d'origines diverses :

- ressources internes provenant de la mutualisation de moyens et de la mise en commun de personnels relevant des Unités,
- crédits et personnels provenant des organismes signataires (chercheurs, enseignants-chercheurs, ingénieurs, techniciens et personnels administratifs, bourses, postes d'accueil...),
- fonds incitatifs et autres ressources provenant d'organisations françaises, européennes et internationales, des collectivités territoriales, d'associations ou d'entreprises.

Le Directeur décide de l'utilisation de ces moyens mis en commun, avec le concours du Comité de Direction.

Les moyens financiers peuvent concerner le fonctionnement, l'équipement et l'aménagement des services communs.

Les moyens financiers d'origine publique sont gérés selon leurs règles propres par chacun des organismes signataires attributaires des moyens. Les fonds incitatifs et autres ressources sont gérés par l'un des organismes signataires (désigné après concertation entre les organismes signataires) de manière individualisée et selon ses règles propres. Le ou les organismes gestionnaires rendent compte annuellement aux autres organismes signataires de leur mandat par la production des comptes de gestion correspondants.

Il est convenu qu'aucun prélèvement pour frais de gestion ne sera imputé sur les crédits apportés par les organismes signataires.

TITRE 5 : PERSONNELS

La situation des personnels de chaque organisme signataire dans les Unités est régie selon les règles propres à l'organisme dont ils dépendent. Pour permettre la réalisation des objectifs et missions de l'IPSL, les Partenaires autorisent les personnels à se déplacer librement entre les différents sites de l'IPSL pour des missions de courte durée. Pour répondre à des besoins spécifiques de plus longue durée, les Partenaires peuvent convenir ensemble de l'affectation temporaire de personnels dans une autre unité, sur demande du directeur de l'IPSL et des directeurs d'unité concernés. Dans ce cas, une convention simplifiée est signée pour l'accueil de ces personnels.

Des personnels peuvent être directement affectés à, détachés auprès de, ou mis à la disposition de la FR. Le personnel affecté aux activités de la FR est placé sous l'autorité opérationnelle de son Directeur. Il est tenu d'observer les règles de discipline de l'établissement dans lequel il est affecté et de se conformer à son règlement intérieur, notamment en matière d'hygiène et de sécurité.

TITRE 6 : RESPONSABILITE – DOMMAGES

Chacun des organismes signataires prendra en charge, pour ce qui le concerne, la couverture sociale de ses personnels affectés aux activités de la FR, conformément à la législation applicable aux accidents du travail et aux maladies professionnelles.

Chacun des organismes signataires sera responsable, dans les conditions du droit commun, des dommages que son personnel pourrait causer aux tiers à l'occasion de l'exécution de la présente convention, y compris les dommages résultant de l'utilisation de matériel et d'équipement appartenant aux autres organismes et mis à la disposition de ce personnel.

Chacun des organismes conserve à sa charge sans recours contre un autre, sauf cas de faute lourde ou intentionnelle, la réparation des dommages subis par ses biens propres, du fait ou à l'occasion de l'exécution de la présente convention.

La réparation des matériels acquis en commun est à la charge de l'IPSL sauf si les dommages causés à ces matériels résultent d'une faute lourde ou intentionnelle de l'un des organismes signataires.

TITRE 10 - CONFIDENTIALITE - PUBLICATIONS

L'IPSL et les organismes doivent être systématiquement cités dans tous les articles publiés par les chercheurs appartenant à un laboratoire de l'Institut ainsi que dans les interventions auprès des médias.

TITRE 11 - CONTRATS DE RECHERCHE AVEC DES TIERS

- 15.1 Les contrats conclus pour le compte d'une Unité seront négociés, signés et gérés selon les dispositions de la convention constitutive de ladite Unité.
- 15.2 Le Comité de Direction de l'IPSL pourra décider d'accorder un label "IPSL" à certains contrats exécutés par plusieurs Unités et relatifs à des thématiques scientifiques fédératrices de l'IPSL. Ces contrats seront négociés par le Directeur de l'IPSL en concertation étroite avec l'organisme qu'il désignera pour signer et gérer le contrat au nom et pour le compte de l'IPSL. Cet organisme sera désigné sur proposition du responsable scientifique du contrat parmi les organismes signataires employeurs des personnels qui exécuteront le contrat. Cet organisme sera chargé de :

- soumettre le projet de contrat aux organismes signataires employeurs des personnels qui exécuteront le contrat. Ces derniers disposeront d'un délai de 15 jours pour faire connaître leur avis. Passé ce délai, l'absence de réponse vaudra accord ;
- envoyer une copie du contrat signé aux organismes signataires;
- transmettre semestriellement au Directeur de l'IPSL un rapport financier de ce contrat.

15.3 Les contrats exécutés par plusieurs Unités et qui n'obtiendront pas le label IPSL seront cosignés par tous les organismes signataires dont relèvent les Unités impliquées dans l'exécution du contrat et négociés et gérés par celui d'entre eux qu'ils mandateront à cet effet.

Annexe 4 : les personnels de la FR

AMORAVAIN	Floran	CDD IR	BAP I	CNRS	Centre de données
BARBARIC	Sophie	TCE	BAP H	CNRS	Administration
BODICHON	Renaud	IE	BAP I	CNRS	Centre de données
BONGAT	Frédéric	IE2	BAP I	CNRS	Informatique Fédérative
BOONNE	Cathy	IR2	BAP I	CNRS	Centre de données E THER
BURILLON	Elodie	CDD IR	BAP I	CNRS	Pole de Modélisation
CADULE	Patricia	IE2	BAP I	CNRS	Pole de Modélisation
CLOCHÉ	Sophie	IR2	BAP I	CNRS	CExII
CORSINI	Franck	IE2	BAP I	UVSQ	Informatique Fédérative
CUGNET	David	CDD IE	BAP I	CNRS	Pole de Modelisation
DEANDREIS	Céline	CDD IR	BAP I	CNRS	Pole de Modélisation
DENVIL	Sébastien	IE2	BAP I	CNRS	Pole de Modélisation
FOUJOLS	Marie-Alice	IRHC	BAP I	CNRS	Pole de Modélisation
GENAU	Isabelle	AI	BAP F	CNRS	Centre de données
GINOUX	Karine	CDD IR	BAP H	CNRS	AMMA
HAEFFELIN	Martial	IR1	BAP C	CNRS	SIRTA
LONGREZ	Armella	IR2	BAP H	CNRS	Administration
MANCIP	Martial	IR2	BAP I	CNRS	Pole de Modélisation
MEJIA	Carlos	IR2	BAP I	CNRS	Centre de données
MELLOULCHI	Mina	AGT	BAP G	UPMC	Administration
MICHAUT	Catherine	AI	BAP F	CNRS	Unit support WCRP
MOUTIERS	Blandine	TCS	BAP H	CNRS	Administration
MUSSIO	Laurent	CDD IR	BAP C	CNRS	Chef de projet Guyancourt
OUASTI	Maghnia	CDD T	BAP J	UVSQ	Administration
POULET-CROVISIER	Nathalie	AI	BAP I	CNRS	Centre de données
RAMAGE	Karim	IR2	BAP I	CNRS	CExII
SENIOR	Catherine	CR1		CNRS	Communication
Poste vacant		IE	BAP I	CNRS	Informatique Fédérative

Annexe 5 - achats de gros équipements et financements et cofinancements envisagés

A partir de 2009, l'IPSL va devoir apporter des réponses à plusieurs challenges qui vont nécessiter une réorganisation de son infrastructure IT :

- Besoin de remplacer à l'horizon 2010 les solutions de stockage actuelles (soit plus de 39 To bruts)
- Besoin d'héberger 50 To supplémentaire dans le cadre du projet de mise à disposition des données résultat de simulations climatique dans le cadre du prochain rapport IPCC AR5
- Besoin de remplacer les serveurs qui accueillent aujourd'hui les services réseaux (communs et fédération) à l'IPSL qui arrivent aujourd'hui en fin de maintenance

La réponse globale proposée par l'IPSL consiste à moderniser radicalement son infrastructure en consolidant conjointement le stockage et les serveurs.

Les buts recherchés étant :

- une architecture pérenne et évolutive
- une réduction des coûts de stockage
- une réduction du TCO des serveurs
- une sécurisation des services

Enfin, un certain nombre de postes de travail de chercheurs et ITA n'ont pas évolués depuis 2002.

1. Mise à disposition des données distribuées dans le cadre de l'IPCC AR5

Contexte :

Les données provenant des modèles climatiques sont produites en grande majorité sur les centres de calculs nationaux tels l'IDRIS ou le CCRT, voire internationaux dans certains cas, comme le Earth Simulator japonais. Plusieurs initiatives internationales développent des standards pour décrire les modèles climatiques et les données produites, en particulier le projet européen METAFOR et le projet américain CURATOR, ouvrant la voie à une généralisation de l'approche par base de données des résultats de simulations climatiques. La quantité de données générées devenant conséquente, l'idée de base est d'éviter au maximum de les déplacer, de les laisser dans les centres de calcul, et de leur donner un accès unifié en construisant une « grille de données ». Cependant dans le cadre de grands exercices internationaux d'inter comparaison de modèles climatiques, la quantité de données distribuables atteindra 500 To dès 2009-2010. Un sous ensemble de ce gigantesque jeu de données (le top10 : représentant les 10% des données les plus demandées) doit cependant pouvoir être disponible en accès direct, c'est à dire non migré sur bande comme c'est le cas sur les centres de calcul.

Le prochain rapport de l'*International Panel on Climate Change* (le cinquième rapport : IPCC AR5) s'appuiera effectivement sur des données distribuées, et non plus centralisées. Dans ce contexte, l'Institut Pierre Simon Laplace étudie de près les potentialités de la grille et son apport possible en terme de gestion de données. Il vise à intégrer l'ensemble de l'architecture (*/data nodes/*, */gateway/*, */global services/*), avec la mise en place de */data nodes/* dès 2009. L'apport des fonctionnalités des portails devrait permettre d'élargir de façon significative l'éventail des utilisateurs des données de simulation numérique. En se dotant d'un support de stockage de 50 TB, financé par le PPF UVSQ, l'IPSL sera en capacité d'héberger "le top10" et de fournir un accès direct aux données de simulation climatique produit par le modèle de climat de l'IPSL.

1.1. Consolidation-virtualisation du stockage

Constat

Les données exploitées sur le Site de l'IPSL (hors centres de calculs nationaux IDRIS et CCRT) sont actuellement stockées sur différents supports :

- baies RAID SCSI classiques en fin de maintenance (4 To bruts)
- stockage SAN EMC sur Clariion CX700 (6,750 To bruts)
- stockage SAN EMC sur Clariion CX3-80 (29 To bruts)

Les baies RAID sont des investissements anciens et arrivent en fin de maintenance.

Le stockage sur SAN est hébergé sur les baies du Centre de Calcul et de Recherche et Enseignement (CCRE) de l'Université Pierre et Marie Curie. L'IPSL dispose dans cette architecture de plusieurs tiroirs de disques dans les baies CX700 et CX3-80 ainsi que des équipements actifs Fiber Channel afin d'accéder aux disques.

Ce choix technologique a été réalisé en 2005 à un moment où les besoins en volumétrie et leur évolutions prévues excédaient les capacités proposées par les baies de disques classiques. L'UPMC investissant dans cette technologie, il était normal que l'IPSL y prenne part d'autant qu'elle répondait à un besoin réel.

Depuis 2008, plusieurs éléments viennent remettre en question ce choix :

- la première tranche du stockage SAN (CX700) pour 6,750 To bruts arrive en fin de période de garantie (3 ans constructeurs) et les coûts de maintenance demandés sont plus importants que le remplacement par du stockage neuf.
- la seconde tranche du stockage SAN (CX3-80) pour 29 To bruts arrivera en fin de période de garantie en 2010 et l'on peut tabler sur des coûts de maintenance au moins égaux à ceux proposés aujourd'hui.
- Les solutions de stockage d'entrée de gamme mais à forte volumétrie permettent de diviser par deux le coût de stockage au To comparé à des architectures SAN classiques

Un des chantiers de l'infrastructure IT de l'IPSL consistera donc dans la consolidation du stockage afin d'offrir aux projets de mise à disposition de données visant les objectifs suivants :

- remplacer les baies obsolètes
- consolider le stockage existant sur une plate-forme homogène, pérenne et maintenue
- choisir une solution qui permette d'augmenter la volumétrie mise à disposition sans remettre en cause l'investissement de départ
- choisir une solution versatile qui convienne aussi bien au stockage de grande volumétrie qu'au stockage de faible volumétrie mais avec des performances en I/O plus élevées (à destination des machines virtuelles VMware)
- « virtualisation » du stockage qui permette de provisionner « au plus juste » les serveurs en fonction des ressources physiques disponibles

1.1.1 Descriptif technique

La solution qui répond aux objectifs attendus doit permettre un accès aux données aussi bien depuis des machines virtuelles qui hébergeront les différents services classiques de l'IPSL (cf. projet de consolidation des services ci-après) que depuis les machines de calculs existantes.

La technologie Fiber Channel est la solution la plus adaptée à ce double objectif qui peut au mieux s'intégrer dans l'existant de l'IPSL et prendre en compte une nouvelle infrastructure de virtualisation.

Au niveau des coûts de maintenance, le plus économique consiste à intégrer dès l'acquisition un extension de maintenance jusqu'à 5 ans. Cette durée représente actuellement le délai de remplacement du matériel. L'économie en coût de maintenance est de 60% comparée à l'extension de 2 ans de maintenance supplémentaire.

La solution technique consiste donc en :

- une baie d'entrée de gamme EMC AX4-5 Fiber channel avec 60 To de stockage (disques SATA de 1 Go)
- deux commutateurs Fiber Channel Qlogic Sanbox 8 ports + extension garantie à 3 ans

1.1.2 Coût des équipements

	Coût (matériel + installation) HT
AX4-5 avec 60 To	42500 €
Commutateurs Fiber Channel	4900 €

Fournisseur potentiel : EMC

Le coût inclut la fourniture, la mise en place et les tests de fonctionnement.

Coût total de l'équipement : 47400 €HT

Cette demande a fait l'objet d'une demande de cofinancement INSU 2009.

Consolidation des services réseaux IPSL – Virtualisation

Constat

La communauté de chercheurs IPSL gère le versionnement des codes à partir d'un serveur de type CVS qui héberge plusieurs outils de versionnement. La quasi-totalité de code source produit par l'IPSL est stockée sur ce serveur qui devient stratégique.

L'IPSL a choisi depuis plusieurs années de centraliser la délivrance de jetons de licences des logiciels payants utilisés par la communauté de chercheurs (compilateurs, matlab, ...) via un serveur de licences.

La plate-forme de messagerie/listes de diffusion a été réorganisée en 2006 (webmail, imap, mailman) sur du matériel mis en exploitation il y a 4 ans.

Les serveurs qui accueillent les services réseaux habituels (DNS, DHCP, serveur d'impression, serveurs web et CMS,...) arrivent également en fin de maintenance.

Ces serveurs, mis en place depuis plus de 4 ans, ne bénéficient plus de maintenance matérielle.

Ils assurent pour autant des services critiques au sein de l'IPSL.

Pour assurer convenablement une continuité de service il est nécessaire de procéder à leur remplacement.

Parallèlement, la croissance des équipements à héberger dans la salle machine (nouveaux projets), associée à la problématique de l'infrastructure d'accueil des ces équipements (espace - salle machine de 60 m2, climatisation), impose le regroupement d'un certain nombre de services réseaux (DNS, LDAP, CVS,...) sur un nombre réduit de machines.

Une solution technique pérenne et évolutive consiste en la consolidation des serveurs grâce à une solution de virtualisation.

La solution envisagée consiste à :

- regrouper plusieurs machines physiques sur un nombre réduit de machines physiques
- profiter de ce regroupement pour mutualiser certains services (DNS, FTP, LDAP, CVS) pour l'ensemble des laboratoires
- sécuriser les services critiques par un redémarrage automatique d'une machine virtuelle à partir d'un serveur alternatif en cas de défaillance

Gains attendus :

- suppression progressives des serveurs non maintenus (soit 80% du parc IPSL au 10/08)
- Réduction de la consommation d'énergie et de la production de chaleur qui représente une nécessité de nos infrastructures IT actuelles
- une économie en coût d'acquisition à terme des serveurs
- une administration facilitée des machines physiques tout en réduisant les contrats de maintenance
- une sécurisation des services grâce aux possibilités de redémarrage automatique de machines virtuelles en cas d'arrêt d'un serveur

- La solution technique de base consiste en :
- un boîtier lame Poweredge M1000e
 - 4 serveurs lame M600 – Xeon Quad coeurs 2 Ghz – 16 Go RAM + carte FC Qlogic 4Gbits/s
 - logiciel de virtualisation Vmware Infrastructure version Enterprise pour 4 processeurs + maintenance Gold (12x5) sur 3 ans

Coût des équipements et logiciels

Coût total matériel: 24500 €HT

Coût total logiciel: 17000 €HT

Coût total de la solution : 41500 €HT

Cette demande a fait l'objet d'une demande de cofinancement INSU 2009.

Jouvence des postes de travail utilisateurs

Une partie des postes de travail des utilisateurs IPSL n'ont pas évolué depuis 2002 (postes NEC powermate pentium 4 et dell pentium 4 – 512 Mo).

La solution envisagée consiste à :

- remplacer les 7 PC les plus anciens
- les remplacer par des mini PC plus silencieux et plus économes en énergie tout en augmentant les capacités processeurs et stockage interne

Coût des équipements

- 7 mini PC Intel Core 2 Duo 2,16 Ghz 2 Go RAM avec écran 19" (La maintenance 3 ans sur site 8 heures est incluse dans le prix d'achat des équipements).

Fournisseur potentiel : Transtec.

Coût total PC: 10200 €TTC

Recapitulatif de la demande

Postes de travail	10 200
Serveur et logiciel de virtualisation	41 500
Stockage	47400
Total	99100

ACRONYMES

ADEME	Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie
ALFA	Auroral Light Fine Analysis
AMMA	Analyse Multidisciplinaire de la Mousson Africaine
BDAP	Base de Données des Atmosphères Planétaires
BEPI-COLOMBO	Mission d'exploration de la planète Mercure
C3ED	Centre d'Economie et d'Ethique pour l'Environnement et le Développement
CARAUS	CARbone AUstral réseau de mesures de CO2 océanique dans l'océan austral programme européen de suivi des émissions et des puits de carbone à l'échelle du continent Européen.
CARBOEUROPE	
CAWSES	Climate And Weather of the Sun-Earth System
CCR	Centre de Calcul Recherche (Paris VI & Paris VII)
CCSR	Center for Climate System Research
CEA	Commissariat à l'Energie Atomique
CEFIRE	Centre for Research on the Environment and Climate
CEPMMT	Centre Européen pour les Prévisions Météorologiques à Moyen terme
CEREA	Laboratoire mixte EDF-ENPC
CERFACS	Centre Européen de Recherche et de Formation Avancée en Calcul Scientifique
CESAM	Chambre Expérimentale de Simulation Atmosphérique Multiphasique
CESBIO	Centre d'Etudes Spatiales de la Biosphère
CETP	Centre d'Etudes des Environnements Terrestres et Planétaires
CEXII	Centre d'Expertise Icare Ipsl
CFC	Chloro Fluoro Carbone Modèle de simulation et prévision de la pollution photo oxydante en milieu urbain
CHIMERE	
CICLE	Calcul Intensif pour le Climat et l'Environnement
CLIMSERV	Service de données Climat et Rayonnement du LMD
CNES	Centre National d'Etudes Spatiales
CNRM	Centre National de Recherche Météorologiques
CNRS	Centre National de la Recherche Scientifique
CSIRO	Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (Australie)
CSOA	Commission Spécialisée Océan Atmosphère (INSU)
DEMETER	Detection of Electro-Magnetic Emissions Transmitted from Earthquake Regions
EARLINET	Reseau européen de recherche sur les aerosols
ECMWF	European Center for Medium-range Weather Forecasts
EGEE	Enabling Grids for E-science
EGU	European Geosciences Union
ENSCP	Ecole Nationale Supérieure de Chimie de Paris
ENSCP	Ecole nationale supérieure de chimie de Paris
ESA	Agence Spatiale Europeenne
ESCRIME	Etude des Simulations Climatiques Réalisées par l'IPSL et MétéoFrance
ESCRIME	Etude des scénarios Climatiques réalisés par l'IPSL et Météo-France
ETHER	Service de gestion de données spatiales en chimie
EXOMARS	Mission spatiale de l'ASE d'exploration de Mars Global and regional Earth-system Monitoring using Satellite and in-situ data
GEMS	
GEOMON	dispositif européen de surveillance de la qualité de l'air et du climat
GEWEX	Global energy and water cycle experiment

GIEC	Groupe d'Experts Inter gouvernemental sur l'Evolution du Climat
GIS	groupement d'Intérêt Scientifique
GMES	Global Monitoring for Environment and Security
GREMI	Groupe de Recherche sur l'Energétique des Milieux Ionisés
GREMI	Groupe de Recherche sur l'Energétique des Milieux Ionisés
GSMA	Groupe de Spectrométrie Moléculaire et Atmosphérique
IBEX	Mission d'exploration des bords du système solaire
ICARE	Pole thématique national nuages, aerosols, rayonnement, cycle de l'eau
ICOS	Integrated Carbon Observation System
ICSN	Institut de Chimie des Substances Naturelle
IDDRI	Institut du Développement Durable et des Relations Internationales
IDES	Laboratoire Interactions et Dynamique des Environnements de surface
IDRIS	Institut du Développement et des Ressources en Informatique Scientifique
IFRTP	Institut Français pour la Recherche et la Technologie Polaires
IGCMG	IPSL Global Climate Modeling Group
IGCMG	IPSL Global Climate Modeling Group
IGN	Institut de Physique du Globe de Paris
IMBER	Integrated Marine Biogeochemistry and Ecosystem Research
IMECC	Infrastructure for Measurements of the European Carbon Cycle
INCA	Module for aerosol and chemistry modelling
INLOES	Etude des interactions non-linéaires des échelles océaniques grace au Earth Simulator
INSU	Institut National des Sciences de l'Univers (CNRS)
IPEV	Institut Paul Emile Victor
IPGP	Institut de Physique du Globe de Paris
IRD	Institut de Recherche pour le Développement
JGR	Journal of Geophysics Research
JOAT	Journal of Atmospheric Sciences
LAMP	Laboratoire de Météorologie Physique
LATMOS	Laboratoire Atmosphère, Milieux, Observations Spatiales
LCOB	Laboratoire de Chimie Organique et Bio organique
LCP	Laboratoire de Chimie Physique
LEFE	Les Enveloppes Fluides et l'Environnement
LGGE	Laboratoire de Glaciologie et de Géophysique de l'Environnement
LISA	Laboratoire Interuniversitaire des Systèmes Atmosphériques
LMD	Laboratoire de Météorologie Dynamique
LMDz	Modèle de circulation générale du LMD
LOA	Laboratoire d'Optique Atmosphérique Laboratoire d'Océanographie et du Climat-Expérimentations et Approches Numériques
LOCEAN	
LPCE	Laboratoire de Physique et Chimie de l'Environnement
LPMAA	Laboratoire de Physique Moléculaire pour l'Atmosphère et l'Astrophysique
LPP	Laboratoire de Physique des Plasmas
LSCE	Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement
MEGHA-TROPIQUES	'étude du cycle de l'eau et des échanges d'énergie dans la zone tropicale
MERCATOR	système opérationnel d'analyse et de prévision de l'océan global
MESO-NH	Meso(scale)-Non Hydrostatic
METOP	scientifique avec les pays de l'EST
MIMOSA	Modèle numérique d'atmosphère

MINERVE	Mesure à l'Interface Eau-air de la Variabilité des Echanges de CO2
MMS	Magnetospheric Multi-Scale mission
MOMIE	Martian Organic Molecules Irradition and Evolution
NCAR	National Center of Atmospheric Research
NCEP	National Centers for Environemt Predictions
NDACC	Network for the Detection of Atmospheric Composition Change
NEMO	Modèle océanique
NEURATEL	groupe de travail pour le développement de l'utilisation des éthodes neuronales en géophysique
NEURATEL	inversion de données satellitales par réseau de neurones
OHP	Observatoire de Haute Provence
OISO	Océan Indien Service d'Observation
ONERC	Observatoire National sur les Effets du Rechauffement Climatique
OPA	Ocean Parallélisé (outil national)
OPAR	Observatoire de Physique de l'Atmosphère de la Réunion
OPAR	Observatoire de Physique Atmosphérique de la Réunion
OPUR	Observatoire des polluants urbains à Paris
ORCHIDEE	Organizing Carbon and Hydrology In Dynamic Ecosystems
PAI	Programme des Actions Interuniversitaires Intégrées luso-françaises
PAMPRE	Production d'Aérosols en Microgravité par Plasma REactif
PCRD	Programme Cadre de Recherche et Développement
PI2S	Pole d'Innovation Instrumentale et Spatiale
PI2S	Pole d'Innovation Instrumentale et Spatiale
PICSES	Modèle biogéochimique
POLIMI	POLE Instrumentation et Methodes Innovantes
PRES	Pole de Recherche et d'Enseignement Supérieur
PROMETEE	PROcessus de Moyenne Echelle: Transport d'Eau et d'Energie
PROMOTE	PROtocol MOntoring for the GMES Service Element
QUALAIR	plateforme d'observation de l'atmosphère au coeur de Paris
RAMCES	Réseau Atmosphérique de Mesures des Gaz à Effet de Serre
RONCARD	Radar destiné à l'étude des systèmes précipitants
ROSETTA	Mission d'exploration avec mesures in-situ de la comète Wirtanen
SA	Service d'Aéronomie
SAMA	Statistiques pour l'Analyse, la Modélisation et l'Assimilation
SAOZ	Système d'Analyse par Observation Zénitale
SIGG	Service des indices magnétiques
SIRTA	Site Instrumenté Régional de Télédétection Atmosphérique, IPSL
SMOS	Soil Moisture and Ocean Salinity
SNAPO-CO2	Service National d'Analyse des paramètres Océaniques du CO2
SO	Service d'Observation
SOHO	Solar and Heliospheric Observatiry
SOLAS	Surface Ocean Lower Atmosphere Study
SOMLIT	Service d'Observation en Milieu Littoral
SOON	Service d'Observation et Outils Nationaux
SPICAM	UV Atmospheric Spectrometer
SWAN	Solar Wind Anisotropics
TAAF	Terres Australes et Antarctiques Françaises
TEB	Terre Espace Biodiversité
UFR	Unité de Formation et Recherche

UMS	unité mixte de service
UTLS	Upper Troposphere - Lower Stratosphere Variabilité de la vapeur d'eau atmosphérique en Région parisienne par situations convectives
VAPIC	
WCRP	World Climate Research Programme
XMM	X-Rays multi Mirror Mission