

COMITE NATIONAL FRANÇAIS POUR LA RECHERCHE DANS L'ESPACE (CNFRE)

L'espace est un cas un peu particulier parmi les comités réunis au sein du COFUSI, puisqu'il ne constitue pas une discipline en soi, mais d'abord un outil utilisable par les sciences de l'univers, les sciences de la Terre et de l'environnement, les sciences de la matière et les sciences de la vie. Dans le cas des sciences de l'univers, il est à la fois l'objet de l'étude et un moyen de cette étude.

Le COSPAR (Committee on Space Research) a été créé par l'ICSU (International Council of Scientific Unions) en 1958. Le comité international s'appuie sur des comités nationaux. C'est le Comité de Recherches Spatiales (CRS) créé en 1959 pour coordonner les activités spatiales françaises qui représentait alors la France auprès du COSPAR.

Le CNES a été créé en 1961. Il est chargé (voir le Code de la Recherche, article L331-2) d'assurer l'organisation de la recherche scientifique spatiale française. C'est donc le CNES qui depuis lors assure le secrétariat du comité national français du COSPAR.

Le Président du CNES est le président de ce comité, et ses membres sont ceux du Comité des Programmes Scientifiques (CPS) du CNES (sur le rôle du CPS, voir l'article 9 du décret 84-510 du 28/06/1984 relatif au fonctionnement du CNES, modifié par le décret 2005-45 du 25/01/2005). Le représentant français au COSPAR est le prof. Jean Audouze, qui représente l'Académie des Sciences, membre de l'ICSU.

La contribution annuelle de la France au COSPAR (environ 30 k€) figure sur la liste des subventions et cotisations approuvées par le Conseil d'Administration du CNES. Le siège du COSPAR est par ailleurs situé au siège du CNES à Paris.

NATIONAL SCIENTIFIC INSTITUTION MEMBERS
AND THEIR REPRESENTATIVES TO COSPAR

France, Académie des Sciences, Institut de France, c/o CNES
2, place Maurice Quentin, 75039 Paris cedex 01
Tel: +33 (1) 44 76 76 40/75 14, Fax: +33 (1) 44 76 76 16, Telex: 214674 CNES PF
Representative: Prof. J. Audouze

**COSPAR NATIONAL COMMITTEE
MEMBERS**

FRANCE

Président:

Dr. Yves d'Escatha

Représentant:

Prof. Jean Audouze

Membres:

Dr. Catherine Césarsky (présidente du CPS du CNES)

Dr. Michel Blanc

Dr. Véronique Dehant

Dr. Laurence Eymard

Dr. Claude Jaupart

Dr. Sylvie Joussaume

Dr. Pascal Kosuth

Dr. Yves Langevin

Dr. Yvon Le Maho

Dr. Emmanuel Rosencher

Dr. Laurent Vigroux

Dr. Frances Westall

L'assemblée générale du COSPAR se réunit tous les deux ans. La 39^{ème} assemblée se tiendra en Juillet 2012 à Mysore (Inde). Le CNES a réservé une somme de 50 k€ pour supporter les missions (inscriptions et transport aérien) des orateurs invités et présidents de session français, ce qui représente une quarantaine de personnes.

Le rapport en cours de préparation au CNES avec le concours de la communauté scientifique française à cette occasion résume donc deux années (2010-2011) de recherche scientifique spatiale en France. Il présente d'une part un panorama des programmes scientifiques en cours dans les domaines des sciences de l'univers, des sciences de la Terre et de l'environnement, des sciences de la matière et des sciences de la vie dans l'espace, et d'autre part une sélection de quelques résultats scientifiques marquants obtenus pendant la période.

Rappelons d'abord que le CNES, agence spatiale française, a dans les missions qui lui sont confiées par l'Etat la tâche d'organiser la recherche scientifique spatiale nationale. Il n'a pas de laboratoires de recherche en propre et travaille en partenariat avec la communauté scientifique nationale, laboratoires et organismes publics de recherche, auxquels il apporte un soutien technique et financier. L'année 2011 a été notamment marquée par la célébration des 50 ans de sa création en Décembre 1961 ; diverses manifestations ont été organisées à cette occasion, dont un colloque scientifique célébrant 50 ans de recherche scientifique spatiale française et la réussite du partenariat entre le CNES et la communauté scientifique nationale.

Rappelons ensuite que le programme spatial français a deux composantes : (i) la participation aux programmes de l'Agence Spatiale Européenne, la contribution française à l'ESA étant gérée par le CNES, et (ii) les programmes réalisés en dehors de ce cadre, la quasi-totalité de ces derniers étant réalisés dans le cadre de coopérations bi ou multilatérales. Programme ESA et programme hors ESA sont construits dans une logique de complémentarité

Les données spatiales prennent une place grandissante dans les sciences, qu'il s'agisse des sciences de l'univers ou des sciences de la Terre et de l'environnement. Grâce aux bouleversements conceptuels induits par les découvertes des missions spatiales, l'astrophysique connaît ainsi un âge d'or depuis plus d'une décennie, qui concerne notamment la cosmologie, la structuration de l'univers, la formation et l'évolution de ses constituants, galaxies, étoiles, planètes. Par ailleurs, quarante années d'exploration du système solaire par des sondes interplanétaires ont radicalement transformé notre vision de ce système en révélant une diversité d'objets, de stades d'évolution, de niveaux d'activité et de degrés de complexité d'une richesse insoupçonnée. La prospective conduite pour la période 2015-2025 par la communauté scientifique européenne dans le cadre du programme Cosmic Vision de l'ESA a regroupé les thèmes de recherche autour de quatre grandes questions :

- Quelles sont les conditions de la formation planétaire et de l'émergence de la vie ?
- Quels sont les mécanismes à l'œuvre dans le système solaire ?
- Quelles sont les lois physiques fondamentales de l'univers ?
- Comment l'univers est-il né, et quels sont ses constituants ?

Ce programme Cosmic Vision est véritablement le cœur du programme spatial français dans le domaine des sciences de l'univers. Les laboratoires français, avec le support du CNES, fournissent plus du quart des instruments scientifiques embarqués sur ses missions, alors que le PIB français d'après lequel est calculée la cotisation française à Cosmic Vision n'est que de 15.5%. Le CNES est directement impliqué dans la préparation du segment sol de la mission d'astrométrie GAIA, dans lequel il joue un rôle majeur.

Par ailleurs dans le cadre du programme multilatéral ont été décidés les passages en phase de réalisation du microsatellite Taranis (étude des phénomènes lumineux au dessus des orages) en Juin 2010 et du microsatellite Microscope (test du principe d'équivalence entre masse pesante et masse inerte) en Décembre 2011.

L'exploration robotique de Mars avec la perspective d'une mission de retour d'échantillons dans la prochaine décennie est depuis longtemps un objectif majeur de la communauté planétologique française. Mentionnons le lancement réussi en Novembre 2011 de la sonde américaine Mars Science Laboratory avec à son bord le rover Curiosity qui emporte notamment deux instruments scientifiques majeurs à forte contribution française, ChemCam et SAM, dédiés à l'analyse du sol et de l'atmosphère martiens.

Alors que la poursuite de l'exploitation de l'ISS jusqu'en 2020 a été décidé en 2011, un accord CNES-NASA a été conclu pour prolonger l'utilisation en coopération dans le laboratoire américain de l'instrument Déclic (Dispositif pour l'Etude de la Croissance et des Liquides Critiques) tandis que l'instrument de suivi cardiovasculaire Cardiomed a été installé début 2010 dans le module russe. Le développement de l'horloge à atomes froids PHARAO, composante française de l'ensemble ACES qui sera installé sur le module européen COLUMBUS en 2015, se poursuit. Le CNES (Centre de Toulouse) a par ailleurs réalisé les opérations de pilotage, d'amarrage et de désorbitation de l'ATV2 Johannes Kepler après son lancement par Ariane 5 depuis le Centre Spatial de Kourou (Guyane française).

Thème important des prochaines décennies, l'exploration robotique et humaine du système solaire doit être envisagée comme une entreprise internationale, à travers une coopération équilibrée entre partenaires, sans exclusivité ni appropriation par l'un ou l'autre, et dans laquelle chaque participant apporte ses capacités, ses atouts et ses choix privilégiés. C'est l'Agence Spatiale Européenne qui porte aujourd'hui la plus grosse part des efforts européens en matière d'exploration. Mais pour que l'exploration puisse devenir un lieu de coopération internationale, une vision politique partagée est nécessaires. A la suite des réunions préparatoires de Prague (2009) et Bruxelles (2010), la première réunion d'un forum international sur l'exploration spatiale, co-organisé par l'Union Européenne et l'ESA, a eu lieu à Lucca (Italie) en Novembre 2011. Le CNES a participé activement à la préparation de ces événements, ainsi qu'aux travaux de l'International Space Exploration Coordination Group (ISECG), groupe de travail rassemblant 14 agences spatiales qui s'est donné pour tâche d'élaborer une stratégie globale en matière d'exploration.

Dans les sciences de la Terre et de l'environnement, une large fraction des activités scientifiques est couplée à des questions sociétales majeures pour lesquelles la vision globale, homogène et sur de longues périodes permise par l'observation spatiale est devenue incontournable. L'espace permet d'apporter des contributions essentielles aux enjeux clés que sont le suivi et la protection de l'environnement, l'adaptation aux changements climatiques et la gestion des ressources naturelles. L'intérêt de ces travaux dépasse le cadre de la seule connaissance car améliorer la compréhension du fonctionnement de la planète est nécessaire à notre survie. L'image que nous en avons est désormais celle d'une machine globale, dont toutes les composantes interagissent de manière complexe, les effets de l'activité humaine occupant une part croissante dans ces mécanismes.

La communauté scientifique a défini dans ce contexte deux axes de recherche principaux :

- Comprendre, expérimenter et modéliser les processus qui régissent le fonctionnement physique, chimique et biologique des enveloppes superficielles de la planète Terre :

biosphère, lithosphère, océan et atmosphère, système naturel couplé où matière, énergie et êtres vivants interagissent.

- Comprendre, observer, modéliser et atténuer la réponse des systèmes à toutes les échelles (globales, régionales, locales) aux pressions humaines actuelles et passées exercées sur ces enveloppes et sur le fonctionnement des grands cycles biogéochimiques, en identifiant leurs temps caractéristiques, ainsi que l'adaptation des écosystèmes et des sociétés à ces évolutions.

Dans ce domaine des sciences de la Terre et de l'environnement, les coopérations internationales occupent une place prépondérante. Citons en particulier dans les événements récents :

- avec l'Allemagne l'accord de coopération entre le CNES et le DLR sur le développement du microsatellite Merlin (mesure du CH₄ atmosphérique) dont la phase A se terminera mi 2012 ;

- avec les USA l'accord sur les études de phase A de la mission SWOT (hydrographie continentale et océanographie) et la finalisation du partage des tâches entre le CNES et le JPL ;

- avec la Chine l'emport d'un équipement Doris sur le satellite chinois d'océanographie HY-2A lancé en Août 2011 et fin 2010 le passage en phase de réalisation du projet d'océanographie CFOSAT qui emportera l'instrument français SWIM pour un lancement vers 2014 ;

- avec l'Inde le lancement par l'ISRO le 12 Octobre 2011 du satellite Megha-Tropiques avec 3 équipements français à bord (Marfeq, Saphir et Scarab), tandis que le développement de la mission Saral, qui emportera l'instrument français AltiKa, ainsi que Doris et Argos 3, se poursuit en vue d'un lancement en 2012.

Mentionnons par ailleurs la participation aux missions scientifiques Earth Explorer de l'ESA et l'exploitation par les scientifiques des données issues des missions opérationnelles telles que les satellites météorologiques d'Eumetsat ou les futurs satellites Sentinelle GMES. Une différence notable avec les sciences de l'univers est que les instruments ne sont pas en général fournis par les laboratoires.

L'outil spatial doit être complété par des outils de traitement et d'archivage donnant facilement l'accès des données obtenues aux utilisateurs pour alimenter la recherche et les services, et pour permettre le retraitement de données antérieures. La mise en place d'un pôle thématique « Surfaces continentales » au travers d'une association entre le CNES et la communauté utilisatrice complètera les pôles existants ICARE (nuages et aérosols) et ETHER (chimie atmosphérique).

Le CNES organise également des campagnes de lâchers de ballons scientifiques, principalement pour l'étude de l'environnement et du climat. 3 campagnes ont eu lieu en 2010 à Mahé aux Seychelles (Février), à Kiruna en Suède (Avril) et la campagne Concordiasi en Antarctique (Septembre - Octobre) et 3 campagnes en 2011 : double campagne à Kiruna (Février puis Avril) et une campagne de validation de ballons attachés (Mai - Juin) à Nançay, près d'Orléans. En parallèle se poursuit le développement du nouveau système Nosyca de suivi et sauvegarde qui sera qualifié en 2013. Une coopération est en cours de discussion avec le Canada pour permettre le lancements de ballons du CNES aux latitudes moyennes depuis le Canada à l'horizon 2013-2014.

Divers avant-projets sont en cours d'étude, parmi lesquels on peut notamment mentionner Microcarb pour la mesure du CO₂ atmosphérique, l'instrument sondeur atmosphérique IASI NG, destiné à la future génération de satellites météorologiques polaires européens d'Eumetsat qui seront lancés dans la prochaine décennie, ainsi que le

support aux laboratoires scientifiques pour préparer les sélections des futures missions du programme Cosmic Vision de l'Esa.

Ces activités d'avant-projet s'appuient sur un programme de recherche technologique et de démonstrateurs. Par exemple, la maîtrise du vol en formation sera nécessaire pour réaliser de futurs télescopes spatiaux à grande longueur focale dans le domaine des rayons X durs et gamma, ou des interféromètres spatiaux dans le domaine visible et infrarouge afin de détecter des exoplanètes et sonder leur atmosphère. Le démonstrateur suédois Prisma lancé en Juin 2010 en même temps que le microsatellite français Picard (physique solaire) emportait l'expérience française Fjord de contrôle d'une formation de 2 satellites par lien radiofréquences qui a parfaitement fonctionné.

Les séminaires de prospective scientifique que le CNES organise tous les 5 ans environ. C'est lors de ces séminaires que la communauté scientifique française débat de ses priorités. Les recommandations issues de ces séminaires servent de feuille de route à l'établissement pour l'élaboration de son programme scientifique. Le précédent s'était tenu en Mars 2009 à Biarritz. A l'occasion du 50^{ème} anniversaire du CNES, nous avons annoncé que le suivant se tiendrait au printemps 2014 à La Rochelle. Les deux prochaines années seront donc marquées pour nous par la préparation de cet important exercice.

EXTRAITS DU RAPPORT D'AUTO-EVALUATION DU CNES A L'AERES :

1. LE CNES ET LA COMMUNAUTE SCIENTIFIQUE FRANÇAISE

1.1. INTRODUCTION

Agence de programmes et centre technique, le CNES n'a pas de laboratoires de recherche et travaille en partenariat avec les organismes de recherche nationaux dans 3 grands domaines thématiques :

- étude et exploration de l'Univers ;
- sciences de la Terre, de l'Environnement et du Climat ;
- sciences de la vie dans l'Espace et sciences de la matière en micropesanteur.

Conformément au Code de la Recherche, le CNES est responsable de l'organisation de la recherche scientifique spatiale et assure la maîtrise d'ouvrage des contributions françaises aux projets scientifiques spatiaux. En plus de son soutien technique et financier au développement des instruments et des missions, le CNES met en place, en association avec des laboratoires, des pôles thématiques consacrés au traitement et à l'archivage des données spatiales.

Le principal partenaire scientifique du CNES est le CNRS avec lequel un accord cadre global a été signé en 2007. Selon cet accord, le CNES finance les activités conduites dans les laboratoires pour la réalisation et l'exploitation des projets spatiaux sélectionnés, le CNRS prend en charge le coût de ses propres personnels. Le CNES apporte également un accompagnement des activités scientifiques. Les principaux laboratoires impliqués sont des unités mixtes (UMR) placées sous la tutelle administrative et scientifique de l'INSU (Institut National des Sciences de l'Univers du CNRS). Les relations CNES-INSU sont fixées par l'accord cadre CNES-CNRS et par un protocole de 1999 et son avenant de 2001. L'INSU gère d'importantes conventions de recherche avec le CNES et est le point de contact contractuel d'un grand nombre de labos partenaires du CNES.

Les principaux autres organismes de recherche partenaires du CNES sont :

le CEA en astrophysique (Service d'Astrophysique, CEA/DSP/IRFU/SAP : développement d'instruments scientifiques pour les observatoires spatiaux ISO, Integral, XMM, Herschel...) et en sciences de l'environnement (LSCE, Composante de l'Institut Pierre-Simon Laplace) ;

l'ONERA : Office National d'Etudes et de Recherches Aérospatiales, établissement public sous la tutelle de la DGA, lié au CNES par un accord cadre et des accords spécifiques sur plusieurs projets communs : autonomie bord, technologie lanceurs, environnement spatial, accéléromètres, Surveillance de l'Espace, robotique mobile.

Le CNES a également conclu des accords avec divers organismes utilisateurs de données spatiales tels que : l'IFREMER, l'IRD, Météo-France, l'IGN, l'INSERM, le CEMAGREF,....

Le partenariat entre le CNES et la communauté scientifique, qui remonte à la fondation du CNES, s'est révélé extrêmement fructueux. Rappelons par exemple que les laboratoires français, avec le soutien technique et financier du CNES, fournissent près du quart des instruments des missions du programme scientifique obligatoire de l'ESA « Cosmic Vision » et sont bien placés dans la quasi-totalité des consortia scientifiques retenus dans le cadre des appels d'offres Cosmic Vision ; ils sont aussi partie prenante des missions « Earth Explorer » du programme enveloppe d'observation de la Terre. Globalement, l'éventail des demandes de solutions spatiales pour la recherche scientifique ne cesse de s'élargir, à la fois en thématiques et en complexité. Cette situation illustre combien l'outil spatial est devenu incontournable pour comprendre aussi bien l'univers que le fonctionnement du système Terre.

1.2. LE COMITE DES PROGRAMMES SCIENTIFIQUES

Pour élaborer ses programmes scientifiques, le CNES s'appuie sur un Comité des Programmes Scientifiques (CPS), institué par les décrets de 1984 et 2005 afin d'assister le Conseil d'Administration (CA) dans l'élaboration et le suivi du programme scientifique de l'Etablissement. Les avis du CPS sont une entrée majeure pour les choix programmatiques du CNES.

Article 9 du décret 84-510 du 28/06/1984 relatif au fonctionnement du CNES modifié par le décret 2005-45 du 25/01/2005 :

Le CA du CNES est assisté par un CPS qui a pour mission :

de faire rapport sur l'intérêt scientifique des programmes de recherche soumis au CNES et sur la capacité scientifique et technique des laboratoires qui proposent ces programmes ;

d'émettre un avis et des propositions sur les programmes de recherche propres au CNES ;

de formuler, compte tenu des moyens disponibles, toutes propositions utiles concernant le développement de la recherche spatiale en France et, conjointement, des autres disciplines liées à cette recherche ;

le CPS comprend au maximum 12 personnalités choisies en fonction de leur compétence scientifique ou technique. Ces personnalités, dont le président du comité, sont nommées pour une durée de 5 ans renouvelable par arrêté des ministres exerçant la tutelle du centre, sur proposition du président du CA ;

les modalités d'organisation et de fonctionnement du CPS sont fixées par son règlement intérieur.

Le CNES assure le secrétariat exécutif du CPS. Le CPS a été renouvelé à compter du 1^{er} Janvier 2009, sa présidente est Madame Catherine Cesarsky, astrophysicienne et par ailleurs Haut Commissaire à l'Energie Atomique (CEA).

Le CPS s'appuie sur des comités scientifiques : le TOSCA (Terre-Océan-Surfaces Continentales-Atmosphère) pour les Sciences de la Terre et de l'environnement, le CERES (Comité d'Evaluation de la Recherche Spatiale) pour l'Etude et l'exploration de l'univers, et leurs groupes de travail thématiques, ainsi que les groupes de travail sciences de la matière en micropesanteur et sciences de la vie dans l'Espace.

Le CPS et ses comités jouent pour le CNES un rôle essentiel ; c'est une organisation éprouvée qui fonctionne avec une remarquable efficacité malgré les difficultés de l'exercice.

1.3. LE COMITE DES PROGRAMMES SCIENTIFIQUES ET SES SOUS COMITES (CERES, TOSCA)

Les propositions des scientifiques reçues par le CNES sont évaluées « par les pairs » à travers les comités TOSCA pour les Sciences de la Terre et de l'environnement et CERES pour l'Etude et l'exploration de l'univers et les groupes de travail thématiques, puis in fine par le Comité des Programmes Scientifiques du CNES, organe statutaire.

Le CNES traduit les recommandations du CPS dans sa programmation à moyen terme (PMT) compte tenu du contexte programmatique (contraintes budgétaires, coopérations, etc.). Les propositions retenues passent d'abord par une phase d'avant-projet (analyse de mission, étude de faisabilité), complétée si nécessaire par des activités de R&T.

Les mécanismes systématiques d'évaluation externe et de mise en concurrence des propositions aboutiront à sélectionner les meilleurs avant-projets qui passeront ensuite en phase de développement. Dans ce processus de sélection en « entonnoir », chaque étape de décision prend en compte la maturité technique et l'importance scientifique du projet. In fine, ce sont des premières européennes, voire mondiales, qui passent toutes les étapes successives de la sélection.

1.4. LA PROSPECTIVE SCIENTIFIQUE

Les orientations des programmes scientifiques du CNES sont déterminées par la communauté scientifique elle-même, consultée à l'occasion d'appels à propositions annuels, de séminaires spécialisés tels que l'atelier exploration de Novembre 2007 et le séminaire ballons de Septembre 2008 et surtout lors des séminaires de prospective scientifique qui ont lieu tous les quatre ou cinq ans.

Ces séminaires sont précédés par un appel à idées auprès de la communauté scientifique française. Toutes les thématiques sont concernées : étude et exploration de l'univers, sciences de la Terre et de l'environnement, sciences de la vie dans l'Espace et sciences de la matière en micropesanteur. L'évaluation scientifique des propositions reçues (135 en 2009, dont une centaine pour les sciences de l'univers) est faite sur le principe de l'évaluation par les « pairs » et l'évaluation technique par les experts du CNES. A l'issue de ces séminaires, le CPS examine les conclusions des comités thématiques et formule un ensemble de recommandations à la direction du CNES. Les recommandations et les priorités formulées lors de ces séminaires servent de « feuille de route » à l'Etablissement pour l'élaboration de sa programmation scientifique à moyen terme, tant pour les programmes ESA que pour les programmes multilatéraux. C'est par exemple lors du séminaire de Saint-Malo en 1993 qu'ont été sélectionnées les premières missions de la série de mini satellites Proteus (Corot, Jason, Calipso). Cinq ans plus tard à Arcachon sont sorties les premières missions de la famille de microsattelites Myriade (Déméter, Picard, Microscope).

Les conclusions du récent séminaire de prospective scientifique qui s'est tenu à Biarritz en mars 2009 constituent donc une entrée importante pour le futur contrat Etat-CNES en ce qui concerne les orientations à moyen terme de la recherche scientifique spatiale en France.

1.5. LES LABORATOIRES SPATIAUX

Dans le domaine des sciences de l'univers, plusieurs laboratoires « spatiaux du 1^{er} cercle » que le CNES a contribué à créer dans les années 60-70 peuvent assurer la maîtrise d'œuvre d'instruments embarqués complexes, avec le soutien technique et financier du CNES :

le Laboratoire d'Astronomie Spatiale (LAM à Marseille) ;

l'Institut d'Astrophysique Spatiale (IAS à Orsay, CNRS + Université Paris Sud) ;

le Service d'Astrophysique du CEA (CEA/DSM/IRFU/SAP à Saclay) ;

le Laboratoire Atmosphères, Milieux, Observation Spatiales (LATMOS, IPSL, Universités P & M. Curie et Versailles St Quentin) ;

le Centre d'Etudes Spatiales des Rayonnements (CESR à Toulouse, Observatoire Midi-Pyrénées, CNRS + Université Paul Sabatier) ;

le Laboratoire d'Etudes Spatiales et d'Instrumentation en Astrophysique (LESIA, Observatoire de Paris à Meudon) ;

le Laboratoire de Physique et Chimie de l'Environnement (LPCE à Orléans, CNRS et Université d'Orléans).

1.6. LES POLES THEMATIQUES

Plusieurs centres dédiés au traitement et à l'archivage de données spatiales et à leur mise à disposition de la communauté scientifique dans une thématique donnée ont été mis en place. Ils associent en général le CNES, responsable technique, et un laboratoire, responsable scientifique :

ICARE (nuages, aérosols), CNES + Laboratoire d'Optique Atmosphérique (LOA, CNRS + Université de Lille) ;

ETHER (chimie atmosphérique), CNES + Institut Pierre Simon Laplace ;

le futur pôle Surfaces et Interfaces Continentales en cours de constitution ;

SALP (océanographie), CNES ;

le CDPP (physique des plasmas), CNES + Centre d'Etudes Spatiales des Rayonnements (CESR à Toulouse, Observatoire Midi-Pyrénées, CNRS + Université Paul Sabatier) ;

MEDOC (données solaires), CNES + Institut d'Astrophysique Spatiale (IAS à Orsay, CNRS + Université Paris Sud) ;

SIMBAD (données astronomiques), Observatoire de Strasbourg avec le soutien financier du CNES.

1.7. LA COORDINATION INTER ORGANISMES

Un Comité Inter-Organismes de la Recherche Scientifique Spatiale (CIO-RSS) réunit les dirigeants des organismes impliqués dans le développement et l'exploitation de missions scientifiques spatiales (CNES, CNRS, CEA, IFREMER, ONERA, Météo-France, IRD). Il se réunit au moins 1 fois par an au niveau des dirigeants d'organisme, et il est présidé par le Président du CNES.

Le CIO-RSS met en place en tant que de besoin des groupes de travail ad hoc sur des questions particulières, par exemple :

le renouvellement des ingénieurs dans les laboratoires du CNRS ;

la formation à la qualité dans les laboratoires spatiaux ;

la politique des données et les pôles thématiques.

Il officialise l'accord des organismes lors de l'engagement des principaux projets, notamment sur la disponibilité des moyens financiers et humains chez les organismes partenaires.

1.8. LES RELATIONS AVEC LES UNIVERSITES ET LES ECOLES DOCTORALES

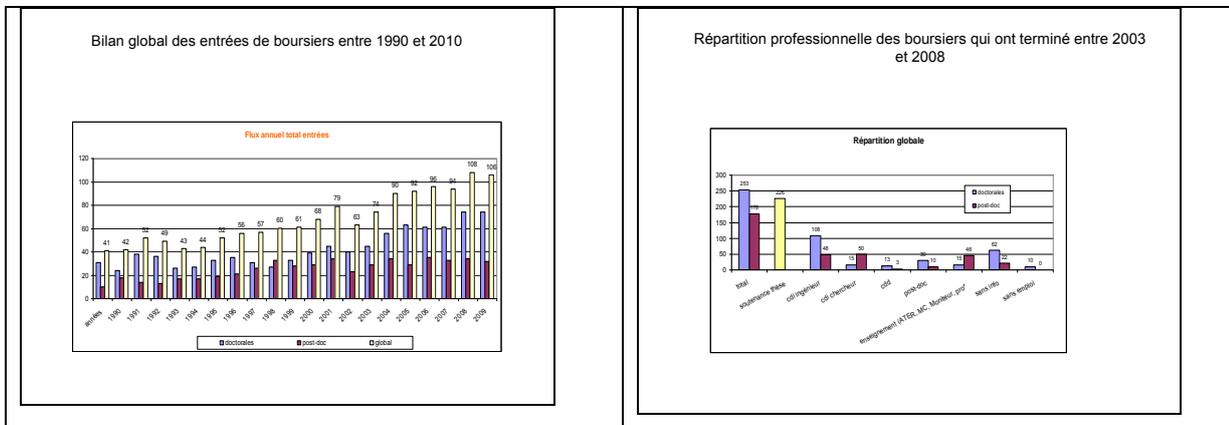
Le CNES accorde chaque année une centaine de bourses de recherche dans les domaines des sciences utilisatrices des moyens spatiaux (sciences de l'Univers, sciences de la Terre et de l'environnement, sciences en Micropesanteur) et des sciences pour l'ingénieur (systèmes orbitaux, systèmes de transport spatial) à de jeunes étudiants scientifiques français ou étrangers afin de contribuer à la formation dans les laboratoires français et au recrutement de chercheurs et d'ingénieurs possédant une culture spatiale. Ces bourses se présentent sous la forme :

de contrats de thèse de 3 ans ;

de contrats post-doctoraux d'un an renouvelables une fois.

Les contrats de thèse sont obligatoirement cofinancés par un partenaire (établissement public, industriel, région ...). Les contrats post-doctoraux peuvent également être cofinancés.

Des statistiques sur le recrutement et la carrière des boursiers du CNES sont données ci-dessous. On trouvera dans les références des statistiques détaillées par thématique.



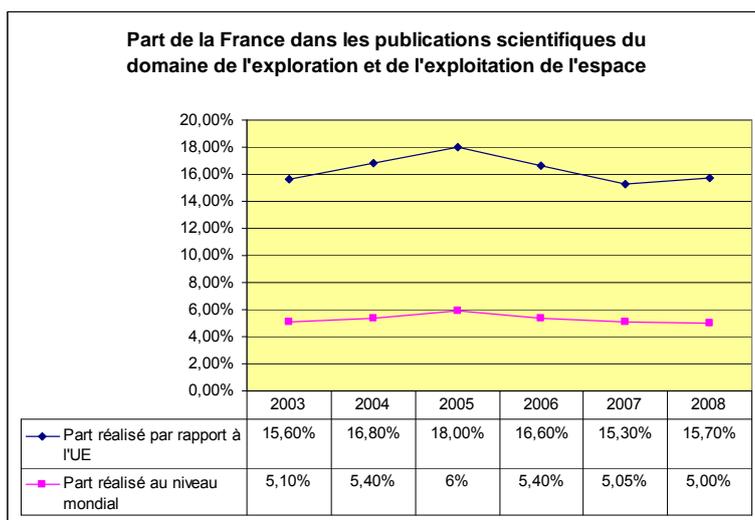
Le CNES participe également au financement de "Chaires d'Excellence" en association avec plusieurs universités (Antilles-Guyane, Versailles- St-Quentin, Marseille).

Il soutient des projets étudiants de nano-satellites tels que les projets Robusta et Baumanets avec l'Université de Montpellier et de nano-lanceurs tels que le projet Perseus avec l'Université d'Evry.

1.9. LES RESULTATS DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE SPATIALE

Les résultats de la recherche scientifique spatiale sont publiés par les laboratoires au travers des canaux habituels de la communication scientifique (revues, colloques). Le bilan effectué par l'OST (Observatoire des Sciences et des Techniques) des publications et des citations des laboratoires français impliqués dans la recherche spatiale fait partie des indicateurs que le CNES fournit chaque année dans le cadre de l'exécution de la loi de finances.

Part de la France dans le nombre de publications scientifiques dans le domaine spatial

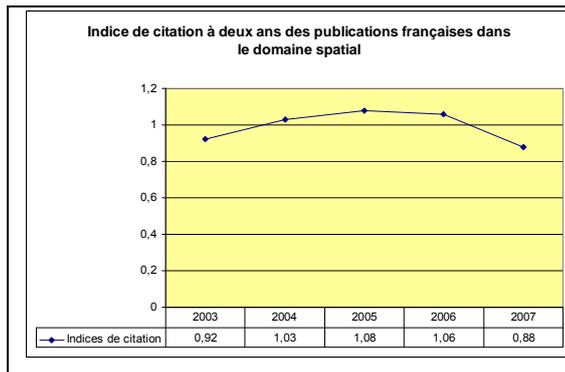


Commentaire : Il s'agit d'une étude bibliométrique de type thématique pour l'ensemble des domaines Sciences de l'Univers et Observation de la Terre. A partir de la liste des missions et instruments validée par des experts extérieurs choisis par le Ministère de la Recherche, l'OST repère, à l'aide d'une requête lexicale, les publications du Web of Science qui comporte le nom d'une mission spatiale ou d'un système embarqué figurant sur la liste. Ce corpus est traité statistiquement. Il comprend entre 5000 et 7000 publications par an pour la période considérée (2003 à 2008).

En 2008, il y avait 446 publications de la France (448 en 2007), 2847 de l'Union Européenne et 8944 pour le monde.

Précision méthodologique : Sources des données : ISI-Thomson Scientific, indicateur OST. Par construction, il y a un délai entre l'année de fourniture de l'indicateur et l'année de référence considérée.

Indice de citation à deux ans des publications françaises dans le domaine spatial



Commentaire : Afin de respecter la fenêtre de citation de 2 ans, l'indicateur de l'année N est calculé à partir de l'indice de citation de l'année N-1, lui-même fourni à partir des chiffres de l'année N-3.

1.10. AUTRES PARTENARIATS

Le CNES a placé quelques experts éminents dans certains laboratoires de l'Observatoire Midi-Pyrénées à Toulouse impliqués dans divers programmes d'utilisation des données spatiales d'observation de la Terre :

le LEGOS (unité mixte CNES/CNRS/UPS/IRD, Laboratoire d'Etudes en Géophysique et Océanographie Spatiale) ;

le CESBIO (unité mixte CNES/CNRS/UPS/IRD, Centre d'Etudes Spatiales de la Biosphère) ;

le DTP (unité mixte CNES/CNRS/UPS, Dynamique Terrestre et Planétaire).

Le CNES participe par ailleurs à divers groupements (GIP, GIE, GIS) avec des organismes partenaires, par exemple :

le GIP Mercator Océan (SHOM, IFREMER, Météo-France, CNES, CNRS, IRD), consacré à la prévision océanique ;

le GIP IPEV (MESR, MAE, CNRS, IFREMER, CEA, TAAF, Météo-France, CNES, Expéditions Polaires Françaises) ;

le GIE Medes consacré à la médecine spatiale.

Il a la co-tutelle de la fédération de recherche IPSL (Institut Pierre-Simon Laplace).

Il participe également à l'UMR Safire (expériences aéroportées) avec l'INSU et Météo-France, il gère un programme d'expériences sous ballons en partenariat avec l'INSU, et contribue à un programme de « jouvence » des laboratoires « spatiaux du 1^{er} cercle » comme le LAM à Marseille ou l'IAS à Orsay.

1.11. L'OUTIL SPATIAL COMME UNE TGIR

Tant par leur volume financier (de quelques dizaines à quelques centaines de M€) que par le nombre important de scientifiques qui s'agrègent, directement (dans la conception des missions, le développement des instruments et leur calibration) ou indirectement (à travers l'exploitation des données spatiales), Les observatoires spatiaux, les sondes et les satellites d'observation ainsi que les segments sol associés constituent de facto, de très grandes infrastructures de recherche (TGIR). Ils s'inscrivent presque toujours dans un contexte coopératif avec un financement multipartite et nécessitent un engagement pluriannuel tant pour la phase de définition et de développement que pour la phase d'exploitation. De ce fait, les projets, issus d'une évaluation rigoureuse, ont un caractère structurant, qui renforce la coopération européenne et internationale, et une grande visibilité. In fine, les chercheurs utilisent simultanément des données de plusieurs sources, spatiales et non spatiales, et les TGIR spatiaux sont complémentaires des TGIR sol.

2. LE RAYONNEMENT ET LA COMMUNICATION EXTERNE

La communication externe répond à trois enjeux majeurs qui sont d'expliquer le bénéfice de l'Espace pour la collectivité, accroître la notoriété du CNES et valoriser son utilité. Cette communication vise 3 cibles : le grand public, les élus et décideurs, et la jeunesse. L'information du grand public et l'éducation ont aussi pour rôle d'attirer les jeunes vers les carrières scientifiques.

Cette cible large est segmentée pour mieux adapter les messages. « De l'Espace pour la Terre » en est la ligne éditoriale, déclinée selon 3 axes : l'innovation, la vie quotidienne, l'Europe.

2.1. LE GRAND PUBLIC

La communication vers le grand public est, depuis toujours, une priorité du CNES car il est essentiel de faire partager au plus grand nombre l'information sur les programmes spatiaux français et, d'obtenir l'adhésion des citoyens à la politique spatiale de notre pays. Par ces actions de communication tournées vers le grand public, le CNES cherche également à renforcer sa notoriété et son image de marque et expliquer le bénéfice de l'Espace pour la collectivité.

Cette dynamique repose sur plusieurs axes complémentaires :

► **Les événements grand public** : Fête de la science, enjeux de l'Espace, le Bourget, les journées européennes du patrimoine, la nuit des musées...

Le CNES organise tout au long de l'année des manifestations dont l'ampleur va de la simple conférence d'un expert à des événements de grande envergure tels que le pavillon du CNES au salon du Bourget ou la fête de la Science (plus de 12 000 visiteurs sont venus visiter le pavillon du CNES lors du Bourget 2009). Ces moments d'échanges, ainsi que les enquêtes d'opinion réalisées régulièrement, nous donnent l'opportunité de mesurer l'efficacité de nos messages et d'améliorer notre communication vers le grand public. L'enquête de notoriété IPSOS (étude quantitative) réalisée en début d'année 2010 montre un taux de notoriété assistée de 78% et un taux de notoriété spontanée de 4% (ces taux pour l'ESA sont respectivement de 77% et de 6%).

► **Le web** : Le site www.CNES.fr accueille en moyenne 5500 visiteurs par jour.

► **L'audiovisuel** : Le CNES soutient la réalisation de documentaires traitant d'Espace, par exemple 3 des 5 numéros de la série : « voyages fantastiques » sur France 2, « le satellite et la pirogue » sur RFO, magazine spécial Espace pour l'émission « C'est pas sorcier » sur France 3. Le CNES réalise également des films thématiques comme « un monde sans satellites » mettant en valeur le rôle des satellites dans le quotidien de nos concitoyens, « l'Espace au fil du fleuve » valorisant les actions du CNES en matière d'éducation en Guyane, ou « Espace et Défense » réalisé à l'occasion du lancement d'Hélios. Enfin, des images et reportages sont réalisés tout au long de l'année au bénéfice des chaînes de télévision.

2.2. L'INSTITUTIONNEL ET LES AFFAIRES PUBLIQUES

Le CNES, établissement public, est chargé de proposer au Gouvernement la politique spatiale de la France et de la mettre en œuvre. Il en résulte que les relations avec l'exécutif et notamment les cabinets ministériels sont permanentes. Le CNES est également à la disposition du Parlement pour rendre compte de ses actions et des budgets que lui alloue la Nation. De plus la dimension européenne ne cesse de croître.

Afin d'assurer une information permanente, le CNES adresse à l'ensemble des décideurs politiques (Gouvernement, cabinets ministériels, parlementaires européens et nationaux, élus locaux...) ses publications (rapport d'activité, CNES Mag, image du mois...) et organise régulièrement des rencontres avec les dirigeants du CNES ainsi que des visites de ses centres.

2.3. L'EDUCATION ET LA JEUNESSE

Le CNES s'adresse aux jeunes avec une double ambition : faire connaître aux jeunes les activités spatiales et leurs applications afin de les attirer vers des études scientifiques et permettre aux enseignants et animateurs d'utiliser l'Espace comme support d'éducation et d'apprentissage.

Ainsi, depuis presque 50 ans, l'éducation est une priorité affirmée du CNES, autour de trois axes d'actions :

► **mettre à disposition des outils d'information** pour favoriser une utilisation autonome en classe par les enseignants et les élèves ou par les médiateurs pendant le temps de loisir (site web dédié aux jeunes et enseignants, publications de vulgarisation scientifique, mallette pédagogique...). Ceci passe par des opérations de sensibilisation et des partenariats (rectorats, CRDP - Centre Régional de Documentation Pédagogique, collectivités territoriales).

► **proposer des supports de pratique active** aux jeunes favorisant la réalisation de projets en équipe ou la découverte d'un domaine scientifique : chaîne de vol de ballon, moteurs de fusées, vols en micropesanteur, suivi d'animaux ou de balises dérivantes, données satellitaires Jason, organisation d'un regroupement annuel autour des sciences et techniques spatiales : le C'Space (rendez-vous Espace Etudiants au CELMcentre DGA-EM de Biscarosse) ;

► **offrir des cadres de formation** aux enseignants (stages et conférences) et proposer des projets tournés vers l'enseignement supérieur :

l'université d'été Espace éducation : une semaine de conférences, d'ateliers scientifiques et d'ateliers pédagogiques pour découvrir et mettre à jour les connaissances sur les techniques spatiales et leurs applications environnementales ;

les mercredis de l'Espace : des conférences le mercredi après-midi dans différentes académies de France, pour aborder un sujet scientifique et voir les exploitations possibles en classe ;

la formation à l'utilisation des outils expérimentaux : week-ends ou stages courts pour se former à l'utilisation des outils expérimentaux (construction de fusées, de ballons...).

Pour l'année 2009, 100 000 jeunes ont pratiqué une activité liée à l'Espace et 1000 enseignants ont été formés.

2.4. LES PUBLICATIONS

Le CNES produit plusieurs types de publications, qu'il s'agisse de documents thématiques comme la collection des livrets « de l'Espace pour la Terre » (l'Espace constructeur d'Europe, l'Espace et l'environnement, l'Espace Défense et Sécurité, etc...), de plaquettes de présentation des centres du CNES, de fiches détaillant des programmes du CNES comme la collection des « 7 questions » (Argos, Ariane, le CNES, Soyouz...) ou de documents destinés à une large distribution comme des posters, journaux de salons et d'expositions...

Le CNES publie trimestriellement un magazine d'information « le CNES MAG » avec un supplément éducation, diffusé à 20 000 exemplaires (aux institutionnels, aux lycées, à la communauté spatiale et scientifique, au grand public passionné d'Espace...) et diffuse chaque mois « l'image du mois » reliant un thème d'actualité à l'Espace (envoyée aux députés français du parlement national et européen, aux sénateurs, aux membres du Conseil économique et social, aux cabinets ministériels et à la presse).

Il publie enfin un rapport annuel.

2.5. LE RAYONNEMENT EXTERIEUR

► Les publications à caractère technique

Le nombre de publications à caractère scientifique ou technique auxquelles participent, seuls ou avec des partenaires, les salariés du CNES dépasse 500 par an depuis 2005 (637 en 2009).

Ces publications ont essentiellement lieu dans le cadre de colloques de rayonnement international qui rassemblent un grand nombre de participants et permettent de faire connaître le savoir-faire et les réalisations du CNES, mais aussi dans des revues spécialisées telles que « Journal of fluid mechanics », « Journal of the optical society of America » ou « Journal of guidance, Control and Dynamics ».

En 2009, plus de 400 salariés du CNES ont participé à différents colloques dont plus de 200 en tant que conférenciers, présidents de sessions ou membres des comités d'organisation. On peut citer notamment pour l'année 2009, l'IAC en Corée, l'OSTST (Ocean Surface Topography Science Team) « observing and forecasting the Ocean » à Seattle, dans le domaine de la prospective « the 7th responsive space conference », dans le domaine des débris spatiaux « the 5th European Conference on Space Debris » organisé par l'ESA, ou encore dans le domaine de la propulsion « the 45th propulsion conference and exhibit » organisée par l'AIAA.

► Les Centres de Compétence Technique du CNES

Le CNES a mis en place, dès 1998, des « Centres de Compétence Technique » (CCT), pour proposer et mettre en œuvre des activités d'animation technique et scientifique. Constitués autour des métiers fondamentaux du secteur spatial avec une ouverture vers l'éducation et les applications spatiales, ils couvrent des domaines le plus souvent communs à d'autres secteurs d'activités tels que l'aéronautique, la défense, le nucléaire, l'automobile, ... Aujourd'hui les 20 CCT rassemblent autour d'environ 60 animations annuelles, plus de 1500 adhérents, dont 60% d'extérieurs au CNES issus des laboratoires de recherche (CNRS, CEA, ONERA, INRIA, ...), des universités, des grandes écoles, des collectivités territoriales et de l'industrie... En établissant un dialogue permanent entre les spécialistes du CNES et des spécialistes extérieurs, les CCT constitue une plateforme d'échanges de savoirs en réseau, ouverte sur l'extérieur, visant à fédérer une véritable communauté technique assurant la diffusion de l'information technique et renforçant les compétences individuelles et collectives nécessaires pour mener à bien les missions de chacun.

► Les colloques

Le CNES organise régulièrement (seul ou en partenariat avec d'autres organismes comme l'ESA ou EUMETSAT...) des colloques, séminaires, ateliers....

En 2009, 6 colloques ont été organisés par le CNES : journée R&T (500 participants), séminaire de prospective scientifique (300 participants), le Space Flight Dynamics (150 participants), the 11th European Conference on Spacecraft Structure, Materials and Mechanical Testing (229 participants), le 1^{er} symposium

international Corot, le 11^{ème} symposium international sur les matériaux dans l'environnement spatial (139 participants).

Par ailleurs, le CNES participe à plusieurs associations internationales ; notamment il représente la France au COSPAR (Comité Internationale de la Recherche Scientifique Spatiale), et tous les 2 ans accorde un soutien financier à plusieurs dizaine de jeunes chercheurs pour leur permettre de présenter leurs travaux à l'Assemblée Générale du COSPAR. Il est également membre de l'IAF (International Astronautical Federation) et participe à plusieurs de ses comités ; il est membre du Conseil d'Administration de l'ISU (International Space University), et le Président du CNES est vice-président de l'IAA (International Academy of Astronautics).

► **La participation à des actions d'enseignement**

Le volume d'heures d'enseignement à l'extérieur du CNES dépasse 3400 heures depuis 2004 (3741 heures en 2009).

Ces enseignements sont dispensés par environ 280 salariés et 30 doctorants ou post-doctorants. Ils portent sur une grande variété de thématiques dans un nombre important d'universités et grandes écoles.

Par ailleurs, deux formations internes majeures («Techniques et technologies des véhicules spatiaux» et « Techniques et développement de transport spatiaux») sont régulièrement dispensées par des salariés du CNES et accueillent nos auditeurs de tous les pays.