

INTRODUCTION

Le séminaire de prospective scientifique (SPS) organisé par le CNES à La Rochelle s'est tenu cinq ans exactement après celui de Biarritz. Cet exercice récurrent qui va orienter pendant les prochaines années la recherche scientifique spatiale en France est l'aboutissement d'une année d'intense activité des groupes de travail thématiques et des comités CERES (sciences de l'Univers) et Tosca (sciences de la Terre) avec le concours des experts du CNES, notamment de la Direction des Programmes et de la Stratégie et du PASO (Plateau d'Architecture des Systèmes Orbitaux).

Le CNES a dans les missions que lui confie l'Etat celle d'animer la recherche scientifique spatiale en France. Agence de programme et centre technique, le CNES n'a pas de laboratoire de recherche en propre mais travaille en partenariat avec les grands organismes publics de recherche. Les orientations des programmes scientifiques spatiaux français sont déterminées par la communauté scientifique elle-même, et particulièrement à l'occasion de ces séminaires de prospective. C'est par exemple lors du séminaire de Saint-Malo en 1993 qu'ont été sélectionnées les premières missions sur Proteus comme CoRot et Jason et cinq ans plus tard à Arcachon que sont sorties les premières missions sur Myriade : Demeter, Picard et Microscope.

Cinq ans, c'est la durée d'un mandat du Comité des Programmes Scientifiques (CPS). Comme lors du séminaire de Biarritz, le séminaire de La Rochelle a été l'occasion du passage de témoin d'un comité à son successeur. C'est pourquoi Catherine Césarsky, la Présidente du précédent comité, a été invitée à introduire l'exercice, qui a été clos par son successeur Jean-Loup Puget. Tous les membres du précédent CPS ont d'ailleurs été invités à La Rochelle et la participation active des membres des deux comités était essentielle au succès de l'exercice. Les deux comités ont pu se réunir et les anciens ont pu transmettre aux nouveaux les messages importants.

À l'issue du séminaire, le Comité des Programmes Scientifiques a examiné les conclusions des groupes de travail et formulé un ensemble de recommandations à la direction du CNES et à son Conseil d'Administration. Le CNES s'efforcera de les mettre en œuvre dans les contraintes de sa planification. Eclairé par les avis du comité, le CNES pourra en particulier lancer rapidement des études d'avant-projet ou de recherche technologique qui déboucheront éventuellement sur de

nouveaux projets spatiaux sur lesquels le comité sera consulté en temps utile.

Dans le domaine des sciences de l'Univers, on doit souligner la priorité souvent réaffirmée du programme Cosmic Vision de l'ESA (mentionnons par exemple les résultats récents de Planck en cosmologie, de Herschel pour l'étude de l'Univers froid, le lancement de Gaia en décembre 2013 et en 2014, la rencontre de Rosetta avec sa cible la comète Churyumov-Gerasimenko). On peut également rappeler le rôle du CNES dans l'émergence de nouvelles thématiques spatiales comme la physique fondamentale (avec Pharo et Microscope) et aussi souligner l'importance des coopérations internationales, notamment avec les États-Unis dans le domaine de l'exploration robotique de Mars (avec MSL/Curiosity, Maven, Insight).

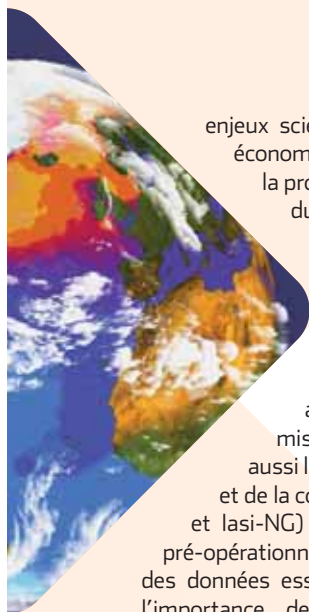
En matière d'exploration robotique, Mars semble d'ailleurs demeurer une priorité, avec un retour d'échantillons comme objectif majeur pour la prochaine décennie, après les succès de Mars Express avec l'ESA, de Chemcam et Sam sur Curiosity avec la NASA, la préparation de Seis sur Insight et celle d'ExoMars.

Dans ce domaine des sciences de l'Univers, le rôle des laboratoires est essentiel dans la conception et la réalisation d'instruments uniques par leur finalité et leurs performances, mais compte-tenu d'un contexte dont je dirai un mot plus loin nous devons aussi reconnaître la nécessité à l'avenir de travailler autrement avec les laboratoires, par exemple en renforçant, dans le cas d'instruments complexes sous responsabilité française, le rôle du CNES dans les développements instrumentaux, allant jusqu'au rôle de maître d'œuvre de consortia associant les laboratoires et le CNES.

La Station Spatiale Internationale (ISS) est naturellement le principal laboratoire pour les sciences de la vie dans l'espace et les sciences de la matière en micropesanteur. Ces recherches ont des applications évidentes dans le domaine spatial lui-même, qu'il s'agisse de préparer de futures missions d'exploration habitée au-delà de l'orbite basse, de préserver la santé des équipages ou de gérer les fluides dans les systèmes spatiaux. Elles présentent également des aspects très fondamentaux ainsi que des possibilités d'applications terrestres, par exemple dans le domaine médical ou dans la gestion des fluides.

Dans le domaine des sciences de la Terre, il est désormais nécessaire de les considérer non comme une juxtaposition de secteurs cloisonnés (océan, atmosphère, biosphère, etc.) mais comme un système unique dont toutes les composantes interagissent de manière complexe. Observer et mesurer, modéliser, rendre compte du passé et prévoir l'avenir : il y a les





enjeux scientifiques, bien sûr, mais les enjeux économiques et sociétaux sont énormes avec la problématique de plus en plus pressante du changement climatique et la question de l'évaluation des politiques visant à maîtriser ses impacts. D'où par exemple l'intérêt de futures missions spatiales sur les gaz à effet de serre (telles que Merlin sur le suivi du méthane atmosphérique avec l'Allemagne, ou une future mission CO₂ dans un cadre à définir), d'où aussi l'importance de Copernicus (ex GMES) et de la coopération avec EUMETSAT (avec lasi et lasi-NG) car les missions opérationnelles ou pré-opérationnelles fournissent aux scientifiques des données essentielles. Il faut là encore souligner l'importance des coopérations internationales et notamment la qualité de la coopération avec les États-Unis dans l'océanographie, filière d'excellence (avec Topex-Poséidon, la famille Jason, puis Swot). Il faut aussi faire jouer, chaque fois que possible, la dualité civil/défense des systèmes spatiaux, comme pour le système d'imagerie Pléiades.

Nous devons veiller au renouvellement des infrastructures afin de garantir la continuité des mesures, disposer de données homogènes sur de longues périodes et assurer les services opérationnels clés existants, par exemple en météorologie et en océanographie, etc. Cela concerne le segment spatial mais aussi le segment sol. Il faut disposer d'outils de traitement et de retraitement, et favoriser la mise en place en France et en Europe d'un système de distribution et d'archivage des données à destination des utilisateurs scientifiques et non scientifiques. À cette fin le CNES contribue à la mise en place de pôles thématiques avec les laboratoires. Mais il est essentiel que notre réflexion ne reste pas au niveau franco-français et se place d'emblée à l'échelle européenne. Un groupe de travail a été mandaté à ce sujet par le CNES et l'INSU et a rendu ses conclusions à l'automne 2013. Le programme Horizon 2020 de l'Union Européenne devrait naturellement être le lieu de déploiement de notre stratégie.

Tous les gouvernements successifs ont reconnu l'importance du domaine spatial, qui se situe au carrefour d'enjeux divers : scientifiques et technologiques, mais aussi industriels et économiques, de souveraineté, de connaissance et de société. C'est pourquoi ce domaine est l'objet en France d'un consensus qui transcende les clivages politiques. Cependant, depuis le séminaire de Biarritz, le contexte international a beaucoup changé. D'autre part la situation économique en Europe et en France est difficile. Si notre contribution à l'ESA augmente, notre budget multilatéral a subi des coupes. Nous avons pu néanmoins bénéficier d'une manne substantielle grâce aux deux vagues successives

du Programme d'Investissement d'Avenir (PIA), qui ont permis de financer les études préparatoires à la future génération de lanceurs européens (Ariane 6) et le programme Neosat destiné à préparer les futures générations de satellites européens de télé-communication à propulsion électrique. Mais le PIA a aussi permis de réaliser le programme de développement de la petite plateforme Myriade Evolution, dont le premier modèle portera la mission franco-allemande Merlin, et la participation française au projet Swot mené par le JPL, qui traite d'une nouvelle génération d'altimètres pour le suivi des eaux océaniques et continentales.

La situation des ressources techniques des laboratoires est source d'inquiétude. C'est pourquoi il faut renforcer la mutualisation des ressources humaines et des moyens techniques dont dispose la communauté scientifique (universités et organismes de recherche), et élaborer de nouveaux modes de travail entre le CNES et les laboratoires tant pour le développement des instruments que pour l'exploitation des données des recherches scientifiques spatiales. C'est l'objet d'un nouveau groupe de travail mandaté par le CNES et l'INSU et présidé par Jean-Loup Puget.

Les sorties du séminaire de La Rochelle constitueront une entrée majeure pour les orientations à moyen terme de la recherche scientifique spatiale en France et pour les décisions programmatiques du CNES en matière scientifique. Pour conclure, je veux souligner à nouveau la qualité du travail de tous ceux qui ont contribué à la préparation de ce séminaire au cours de l'année passée dans les groupes thématiques et sur place à La Rochelle ; je les en remercie et je souhaite qu'il nous soit permis d'élaborer une programmation scientifique à la mesure des enjeux.

Richard Bonneville,
Directeur Adjoint,



Direction de la Prospective, de la Stratégie,
des Programmes, de la Valorisation
et des Relations Internationales

© CNES, Rachel Barranco, 2014

INTRODUCTION

The Scientific prospective seminar organized by CNES in La Rochelle was held exactly five years after the last one in Biarritz. This established event, which will guide French scientific research in Space sciences for the coming years, marks the achievement of one year of intense activity by thematic working groups and the CERES (Universe sciences) and TOSCA (Earth sciences) committees, with the support of CNES experts, especially the Directorate for Programs and Strategy as well as PASO (orbital system architecture department).

CNES was assigned the task by the French government of organizing scientific research in Space sciences. This program agency as well as technical center has no research laboratories of its own but works jointly with major public research organizations. The orientation of French scientific programs in Space sciences is determined by the scientific community itself, and especially during these prospective seminars. For instance during the Saint-Malo seminar in 1993, the first Proteus missions, such as CoRot and Jason were selected and five years later in Arcachon the first Myriade missions followed the event: Demeter, Picard and Microscope.

Five years, it is the term of office of the Scientific Programs Committee (CPS). As it had already been the case during the previous seminar in Biarritz, the seminar in La Rochelle saw the transition from one committee to its successor. That's why Catherine Césarzky, Chairperson of the previous committee, was invited to give an opening speech, whereas her successor Jean-Louis Puget concluded the seminar. All members of the previous CPS were invited to La Rochelle and the active participation of both committees members was essential to the success of the seminar. Both committees sat together and the old one was able to relay important messages to the new one.

At the end of the seminar, the CPS examined the working groups' conclusions and expressed a set of recommendations to CNES management and its Board of Directors. CNES will endeavor to implement them within the constraints of its planning. Enlightened by the opinion of the committee, CNES will especially be able to swiftly launch pre-project studies and technological research, which will eventually lead to new Space projects on which the committee will be consulted in due time.

As for Universe sciences, I would like to underline the often restated priority of ESA's Cosmic Vision program, with for instance the recent results from Planck in cosmology, Herschel for the cold Universe, the launch of Gaia in December 2013, in 2014 Rosetta meeting with its target, comet Churyumov Gerasimenko. I will also mention the role of CNES in the emergence of new Space themes, such as fundamental physics (with Pharao and Microscope). I would finally like to emphasize the importance of international cooperation, especially with the US in the field of robotic exploration on Mars (with MSL/Curiosity, Maven, Insight).

In the field of robotic exploration, Mars seems to remain a priority, with the sample return being a major goal for the next decade, after the success of Mars Express with ESA, Chemcam and Sam on Curiosity with NASA, the preparation of Seis on Insight and ExoMars.

For Universe sciences, the role of laboratories is crucial to design and produce instruments with unique purposes and performances. However, given a context about which I will say a few words later, we also have to recognize the need to work differently in the future with laboratories, for instance – in the case of complex instruments under French responsibility – by reinforcing the role of CNES in the development of instruments, up to the role of prime contractor of consortia between laboratories and CNES.

The International Space Station (ISS) is naturally our main laboratory for condensed matter sciences and life sciences in Space. This research has obvious applications in Space, to prepare future manned exploration missions beyond low orbit and to maintain crew health or manage fluids in Space systems. It also presents fundamental aspects as well as possible applications on Earth, for instance in medical field or in fluid management.

In the field of Earth sciences, it is now necessary to stop considering them as a juxtaposition of fragmented units (ocean, atmosphere, biosphere, etc.) but to see them as a unique system, whose components interact with one another in a complex way. Observing and measuring, modeling, taking the past into account and forecasting the future: there are of course scientific issues, but also quite significant economical and societal issues, such as the increasingly urgent issue related to climate change and the question of the evaluation of policies aiming to control its impact. Hence the interest of future Space missions on greenhouse gas (such as Merlin, on the monitoring of atmospheric methane with Germany,





and a future CO₂ mission, whose framework is still under study), hence the importance of Copernicus (formerly known as Gmes) and of cooperation with Eumesat (with IASI and IASI-NG), for operational and preoperational missions are providing scientists with fundamental data. I would like to mention here the importance of international cooperation with the US in oceanography, a sector of excellence (with Topex Poseidon, the Jason mission and then Swot). Whenever possible, we should also use the civil-defense duality of Space systems, as the optical imaging system Pleiades.

We have to ensure the renewal of infrastructures to assure the continuity of measures, obtain consistent data over long periods and guarantee existing key operational services, in meteorology and oceanography for instance. This concerns not only the Space segment but also the ground segment. It requires processing and reprocessing tools and the implementation in France and in Europe of a system for data dissemination and archiving to scientific and non-scientific users. That is why CNES is contributing to the establishment of thematic centers with laboratories. It is however essential that our reflections do not remain on the national scale but should be carried out on a European level. A working group was commissioned for this purpose by CNES and INSU and issued its conclusions in fall 2013. The Horizon 2020 program from the European Union should naturally be the implementation place of our strategy.

All successive governments have recognized the importance of Space studies, which are at the crossroads of various issues: scientific and technologic but also industrial and economic and even sovereignty, knowledge and society issues. That is why there is general agreement on this field across the political spectrum. However, since the seminar in Biarritz, the international context has changed a lot. Besides, economic situation in Europe and in France is difficult. Even though our contribution to ESA has increased, there have been cuts in our multilateral budget. We could however still benefit from a substantial windfall from the two successive waves of the Future Investment Program (PIA), granted by the French government. It allowed the financing of preparatory studies for the next generations of European launchers (Ariane 6) and of the Neosat Program dedicated to the preparation of future generations of European communications satellites using electric propulsion. This investment program also enabled the implementation of the development program of the Myriade Evolution platform, whose first model

will carry the Merlin mission –cooperation between France and Germany– and the French contribution to the Swot project led by JPL, a new generation of altimeters to monitor ocean and inland water.

The situation of technical laboratory resources raises concern. That is why we have to reinforce the sharing of human resources and technical means available for the scientific community (universities and research organizations), and design new working methods between CNES and laboratories to develop instruments and process the data obtained by Space scientific research. This is the subject of a new working group mandated by CNES and INSU and chaired by Jean-Loup Puget.

The conclusions of the seminar in La Rochelle will constitute a major input for medium-term orientations of French Space scientific research and for CNES programmatic decision-making in scientific fields. To conclude, I would like to emphasize again the work quality of every individual who contributed to the preparation of this seminar during the past year, in thematic groups and on site in La Rochelle. I thank them warmly and wish we will be able to design a scientific program that will answer the issues at stake.

Richard Bonneville,
Deputy Director,
Directorate for Strategy,
Programs and International Relations

