



*DIRECTION DU CENTRE SPATIAL DE TOULOUSE
DIRECTION ADJOINTE
SERVICE « TECHNIQUES ET PREPARATION DU FUTUR »*

Toulouse, le 16 juin 2014
DCT/DA/TF/2014-09178

APPEL A IDEES R&T SYSTEMES SPATIAUX

1. CONTEXTE

L'activité « Recherche et Technologie » du CNES est principalement réalisée :

- dans le cadre de l'Agence Spatiale Européenne à travers la contribution financière du CNES à divers programmes obligatoires comme le Technology Research Programme ou optionnels (GSTP, EOEP, ARTES, ...),
- dans le cadre multilatéral à travers les activités de R&T menées par le CNES avec des industriels (maîtres d'œuvres, grands groupes industriels, ETI, PME) et des organismes de recherche scientifiques et technologiques.

Le volet multilatéral des activités de R&T est couvert par le Programme Pluriannuel de Recherche et Technologie (PPRT).

L'activité conduite à travers le PPRT vise essentiellement à couvrir les besoins de :

- recherche prospective et particulièrement recherche des sauts technologiques possibles, y compris, en s'appropriant des techniques utilisées dans d'autres domaines que le secteur spatial,
- préparation des projets futurs,
- développement de la capacité d'expertise nationale.

2. PROGRAMMATION R&T SYSTEMES SPATIAUX

La préparation du PPRT pour l'année 2015 démarre avec l'appel à idées, objet de ce document.

Vos propositions d'idées devront nous être soumises sur le site <https://rt-theses.cnes.fr/> **au plus tard le 8 septembre 2014.**

Dans les cas exceptionnels associés au caractère confidentiel des informations à communiquer au CNES, notamment pour les actions en rupture, nous vous demandons de contacter le service Techniques et préparation du Futur qui vous proposera une solution de transmission autre que ce site de soumission.

Les idées soumises feront l'objet d'un 1^{er} filtrage technique par le CNES pour la fin octobre 2014.

Les idées externes pré-sélectionnées suite à ce 1^{er} filtrage seront ensuite évaluées par des comités de pilotage présidés par le service Techniques et préparation du Futur. Les idées retenues seront présentées lors de la **Journée R&T du 29 janvier 2015 à Toulouse** et apparaîtront dans le recueil (livre bleu) diffusé à cette occasion.

Pour chaque idée retenue, le titulaire ou le type de titulaire pressenti sera indiqué dans ce livre bleu et des commissions internes d'approvisionnement statueront définitivement sur la procédure de choix des titulaires au mois de mars 2015. Le CNES s'engage à traiter en gré à gré avec le proposant pour les idées reconnues par le CNES comme étant innovantes ou constituant une rupture technique (voir les conditions en annexe 1).

Les informations à fournir dans une proposition d'idée sont indiquées en annexe 2. Dans ces informations figure, en particulier, le niveau de maturité technique dénommé TRL (Technology Readiness Level) dont vous trouverez l'échelle en annexe 3.

N'hésitez pas à prendre contact avec les services techniques du CNES pour discuter du contenu technique de vos idées avant leur soumission sur le site. Vous trouverez en annexe 4 la liste des contacts techniques par métier.

Par ailleurs, le point de contact au niveau global est le chef du service Techniques et préparation du Futur, anne.cadiou@cnes.fr.

3. CONTENU TECHNIQUE DE L'APPEL A IDEES R&T 2015

Cet appel à idées couvre les télécommunications, la localisation/navigation et le temps/fréquence, l'étude et l'observation de la terre, les sciences de l'univers, les plates-formes, les microtechnologies et l'environnement, le système bord/sol et les techniques génériques.

3.1. TELECOMMUNICATIONS

Le domaine « Télécommunications » a pour objectif d'améliorer l'utilisation et le positionnement concurrentiel en Europe des Télécommunications spatiales. Il s'inscrit dans un contexte d'évolution des systèmes et charges utiles de télécommunications vers des architectures de plus en plus complexes afin de répondre à des besoins en évolution constante. Le PPRT a donc pour objectif de développer des techniques et des technologies innovantes de façon à accroître l'offre et la compétitivité des industriels sur les marchés actuels et futurs qu'ils soient commerciaux ou institutionnels tant au niveau du segment spatial qu'au niveau des segments sol utilisateur et opérateur. De plus l'émergence d'une nouvelle génération de plateformes permettra des évolutions sur les équipements de la charge utile. Cela se traduit par :

- La réduction de la masse, l'encombrement, la consommation et le coût des charges utiles.
- La réduction du coût du bit transmis, l'accroissement de la capacité des systèmes, l'amélioration de leur efficacité et la réduction du coût des équipements utilisateurs.
- La réduction des plannings de développement des satellites, liée à une généricité accrue des équipements (obtenue grâce à leur flexibilité) et à la réduction des temps d'AIT.
- Une meilleure intégration des systèmes satellitaires dans les infrastructures mondiales de télécommunications, en s'adaptant aux évolutions d'architectures ou en en proposant de nouvelles et en soutenant l'effort de standardisation associé.

On exploitera les synergies entre activités civiles et de défense.

Pour les services commerciaux fixes, la bande Ku est dominante, vient ensuite la bande C. L'utilisation de la bande Ka connaît une nette croissance et de nouveaux efforts sont à engager dans les bandes Q et V pour accompagner le développement des services d'accès Internet et de TVHD.

Pour les télécommunications mobiles, l'accent sera mis sur les bandes S, C et Ka.

Enfin, les solutions satellitaires devront permettre aux utilisateurs d'accéder de la manière la plus transparente possible à la multiplicité des applications actuelles (téléchargement, streaming, VoIP, TVIP, blogs, social network, cloud computing...) via différents terminaux (PC, PDA, téléphone portable, tablette, véhiculaires...) et ceci de manière indépendante du type de connectivité mobile, fixe, diffusion.

Les activités du PPRT 2015 se positionneront en complément des programmes CNES et des activités ARTES.

Pour atteindre ces objectifs l'appel à idées R&T 2015 est focalisé sur les trois thématiques décrites ci-après.

1- Les télécommunications pour les services fixes :

En ce qui concerne les télécommunications pour les services fixes, les priorités de l'appel à idées 2015 sont :

- Optimiser la ressource spectrale.
- Accélérer la miniaturisation des équipements des charges utiles complexes.
- Améliorer la compétitivité des satellites quelle que soit la bande envisagée.
- Améliorer les composants des segments sol.

2- Les télécommunications pour les services mobiles :

Les priorités 2015, quant aux technologies pour les futurs systèmes satellitaires de télécommunications mobiles et nomades, sont :

- L'architecture de charges utiles de Télécommunications pour les services mobiles.
- Les solutions pour le maintien de la liaison pour un terminal mobile dans un système.
- Les équipements.
- L'amélioration des interfaces air.
- Les architectures des segments sol mobile y compris les antennes en bande Ka.
- Les technologies pour terminaux large bande grand public.

3- Hybridation des infrastructures terrestres et satellitaire et convergence :

Les priorités de l'appel à idées 2015 sur l'hybridation et les convergences sont :

- La convergence des réseaux et services, résidentiels ou professionnels pour faciliter l'intégration des satcom.
- L'intégration du terminal satellite dans les technologies envisagées pour la recherche d'une meilleure accessibilité aux services offerts aux utilisateurs.
- Les adaptations technologiques des infrastructures du système satellite et des systèmes sol nécessaires à l'émergence de nouveaux usages, applications et services.

3.2. LOCALISATION, NAVIGATION, TEMPS/FREQUENCE

Le domaine « Localisation, Navigation, Temps-Fréquence » doit permettre de préparer les infrastructures orbitales de nouvelle génération pour les systèmes de navigation, localisation et collecte de données, en améliorant les performances des technologies et des systèmes à l'horizon 2030/2040, et de préparer, pour le court terme, les technologies et traitements permettant la bonne utilisation du secteur aval civil et défense des systèmes de génération actuelle.

Dans un contexte de modernisations importantes du système GPS et de mise en place de Galileo, un fonctionnement en synergie des systèmes Galileo, GPS et EGNOS permettra aux utilisateurs des performances et une robustesse inégalées.

Concernant les segments utilisateurs bord et sol des systèmes de localisation/navigation, l'appel à idée 2015 tend à répondre aux défis futurs de miniaturisation (récepteurs GNSS pour nanosat, balises de localisation miniatures, intégration accrue des fonctions multifréquences et multi GNSS) et à lever les verrous technologiques pour les applications critiques et sécurité (architecture récepteur, antenne, traitement du signal robuste, sécurisation intégrée ou déportée, etc.).

Parallèlement aux deux programmes EGNOS et Galileo, menés sous la responsabilité de la Commission Européenne et de l'Agence Spatiale Européenne, le programme d'évolution GNSS de l'ESA vient en complément pour préparer au niveau amont les évolutions

d'EGNOS et de Galileo (une étude de phase A sur Galileo2 (G2G) est en cours). Cette préparation de GNSS évolution doit s'appuyer sur des activités de recherche et technologie ainsi que sur l'analyse des futurs concepts système.

L'appel à idées 2015 donne la priorité à la préparation de l'évolution des technologies et des systèmes spatiaux de navigation, localisation et collecte de données (Argos, Sarsat, et GNSS) à l'horizon 2030/2040, en améliorant leurs fonctionnalités, leurs performances ou leur robustesse de façon significative.

Les études 2015 de nouveaux concepts pour les infrastructures spatiales devront donc cibler en priorité :

- l'amélioration des performances et de la robustesse des services de navigation fournis aux utilisateurs (précision, disponibilité, intégrité, continuité),
- l'identification et l'évaluation de nouveaux services,
- l'augmentation de la flexibilité, de l'autonomie et de la robustesse des charges utiles et des récepteurs,
- l'amélioration de la sécurité des systèmes de navigation (résilience, robustesse, intégrité ou autre, etc.),
- la recherche de concepts innovants en localisation et navigation.

3.3. OBSERVATION DE LA TERRE

Le domaine « Etude et Observation de la Terre » a pour objectif de favoriser et de développer les compétences instrumentales et technologiques françaises en préparation des futurs programmes d'Observation de la Terre qui, à l'horizon 2020-2025, se dérouleront dans divers cadres :

- au sein de l'ESA (Earth Explorer, Earth Watch) et de l'UE (Copernicus, PESC)
- dans le cadre du Programme Multilatéral du CNES. Ce programme couvre des missions et des participations menées en coopération avec les autres agences nationales.

Aujourd'hui, la communauté spatiale française participe au développement des systèmes orbitaux dans le cadre d'applications diverses telles que : la recherche scientifique (portant sur les différents compartiments que sont l'Atmosphère, l'Océan, la Surface terrestre et la Terre solide et les interactions entre ces compartiments), le suivi de l'environnement (changement global), la surveillance météorologique opérationnelle, les applications civiles, le secteur des risques majeurs, la Défense, ...

Les orientations techniques de ce plan R&T 2015, s'inscrivent dans une vision programmatique issue du séminaire de prospective scientifique qui s'est déroulé en mars 2014. Au-delà du panorama relativement riche des techniques instrumentales à maîtriser pour disposer d'une vision intégrée du « Système Terre » et de l'interaction de ses différents milieux, il apparaît un besoin accru de répétitivité des observations, d'assimilation de données multi-sources, de continuité des mesures.

Dans le domaine des missions opérationnelles, il est important d'assurer une continuité de service en offrant des performances améliorées et des coûts de possession inférieurs. Ce dernier point est particulièrement crucial pour les concepts missions susceptibles d'améliorer fortement la revisite à partir de constellation et pour le maintien de la compétitivité de l'industrie nationale sur les marchés à l'export.

Pour les aspects cartographie et sécurité, une phase 0 est en cours sur une suite de Pléiades (ARCTOS) et un programme technologique spécifique (OTOS) préparatoire à

l'imagerie très haute résolution de nouvelle génération a été mis en place, centré sur l'apport des techniques d'optique active dans l'architecture instrumentale et sur des évolutions de l'architecture système visant à l'amélioration de la qualité d'image et des débits notamment. Comme ces activités s'inscrivent dans la préparation d'un programme à l'horizon 2020, la R&T soutiendra dans ces domaines, l'évaluation de technologies et d'architectures moins matures et à fort caractère d'innovation.

Enfin, en préparation de futures missions opérationnelles d'océanographie, le CNES conduit une phase A sur une mission d'altimétrie large fauchée (SWOT). L'arrivée de plusieurs missions d'altimétrie en bande Ka, requiert un approfondissement de la physique de la mesure et des méthodes de traitement du signal associées à cette bande de fréquence.

Les enjeux associés à la mesure des puits et sources du CO₂ ainsi que d'autres espèces de gaz à effet de serre ou de gaz polluants conduisent également le CNES à soutenir les activités visant à établir une stratégie instrumentale répondant à ce besoin que ce soit en optique passive et en optique active. Sur le dernier point, les travaux relatifs à la physique de la mesure et au traitement du signal seront privilégiés sans exclure les briques technologiques présentant un caractère générique aux diverses applications.

Au-delà des sujets cités précédemment, les domaines d'intérêts de cet appel à idée 2015 portent également sur le développement de moyens d'extraction d'information à partir d'images multi-sources. En effet, la disponibilité des nouveaux satellites, notamment dans le cadre de Copernicus, va engendrer une masse de données considérable nécessitant la mise en œuvre de nouvelles méthodes génériques de traitement adaptées au fort volume de données, à l'aspect multi-source et en considérant les aspects multi-temporels. Ces outils seront ensuite mis à la disposition des utilisateurs afin d'enrichir l'exploitation de la donnée spatiale pour répondre aux enjeux des politiques publiques (gestion des crises par exemple) ou dans un cadre plus scientifique au travers du pôle thématique Théia. La détection de changement, mais en 3 dimensions (prise en compte de la composante élévation, en particulier à très haute résolution) constitue également un sujet d'intérêt. Enfin, plus particulièrement dans le cadre de la préparation de SWOT et de son volet de suivi des eaux continentales, l'intérêt porte sur les techniques d'hybridation entre sources de données (spatiales et non spatiales) afin d'extraire des informations pertinentes, répondant aux besoins des acteurs aval.

Les performances radiométriques toujours plus exigeantes des systèmes d'imagerie optique, nécessitent un effort de compréhension des phénomènes qui interviennent dans la physique de la mesure, notamment sur l'effet de la polarisation du signal, en particulier en zone urbaine et à haute résolution spatiale.

Dans le domaine transverse de la valorisation des données spatiales (Sciences de la Terre et Sciences de l'Univers) exploitant les Techniques de l'Information et de la Communication (TIC), l'intérêt porte plus particulièrement sur le potentiel du « Web Processing Service » pour le traitement en ligne de données, en considérant l'accroissement des volumes à traiter et les processus de recherche évolués dans les bases de données.

Concernant l'ensemble des missions spatiales, aussi bien opérationnelles que scientifiques, il est demandé d'assurer :

- une continuité d'observation par rapport aux missions en cours,
- une meilleure répétitivité temporelle.

Toutes ces considérations se traduisent par un besoin d'innovation, afin d'offrir des concepts apportant de meilleures performances aussi bien en terme de capacité opérationnelle que de richesse de mesures tout en minimisant les coûts de possession.

Pour ce faire, afin d'optimiser ces systèmes, un effort est à faire pour mieux comprendre la physique de la mesure afin d'appréhender correctement les interactions du signal de mesure avec son milieu de propagation.

3.4. SCIENCES DE L'UNIVERS

Le domaine « Sciences de l'Univers, Sciences en Micropesanteur et Exploration" a pour objectif de favoriser et développer les compétences instrumentales et technologiques françaises en préparation des futurs programmes scientifiques qui, à l'horizon 2020-2030, se dérouleront dans divers cadres :

- au sein de l'ESA (Cosmic Vision, AURORA, ELIPS)
- dans le cadre du Programme Multilatéral du CNES. Ce programme couvre des missions et des participations menées en coopération avec d'autres agences nationales (USA, Allemagne, Italie, Russie, Chine, Japon etc.)

L'effort spatial français pour les Sciences de l'Univers, les Sciences en Micropesanteur et l'Exploration, est un des plus importants au niveau européen. En plus de sa contribution en tant qu'état membre au financement des projets de l'ESA, la France participe au développement des charges utiles et des segments sol scientifiques de ces missions. Cette forte participation française confirme la valeur scientifique et technique des propositions de notre communauté scientifique dans ce domaine et concrétise l'effort du CNES à soutenir, notamment au travers de la R&T, l'innovation dans le domaine de l'instrumentation scientifique.

Au-delà du programme de l'ESA, il convient également de préparer les futures missions ou les propositions sur des missions d'opportunité ayant des objectifs scientifiques prioritaires non couverts par le programme de l'ESA.

Les orientations techniques de ce plan R&T 2015, s'inscrivent dans une vision programmatique et des orientations techniques en cohérence avec les recommandations émises lors du séminaire de prospective scientifique du CNES qui s'est déroulé au mois de mars 2014 à La Rochelle.

La participation au programme scientifique obligatoire de l'ESA, « Cosmic Vision », reste la priorité nationale dans le domaine des sciences de l'Univers, complété par le programme d'exploration robotique de l'ESA et d'éventuelles contributions à des missions d'opportunité.

Dans les thèmes d'intérêts, on peut citer de façon non exhaustive :

- formation des planètes et émergence de la vie : les questions prioritaires concernent d'une part l'origine du système solaire, notamment à partir de l'étude de la matière primitive, pour comprendre comment se forment les systèmes planétaires en général et le système solaire en particulier, et d'autre part l'émergence de la vie : il s'agit de détecter si une vie ou des conditions d'habitabilité existent ou ont pu exister sur des planètes telluriques et certains satellites, de déterminer les facteurs qui ont conduit à l'émergence de la vie ainsi que les conditions qui pourraient la faire apparaître ailleurs dans l'Univers, et de définir les moyens nécessaires pour en détecter des manifestations,
- fonctionnement global du système solaire : il s'agit de comprendre la diversité des planètes de notre système solaire, leurs interactions avec le Soleil, leur fonctionnement et celui du Soleil, les processus physiques en œuvre, avec une attention particulière aux planètes géantes,

- étude des lois physiques qui gouvernent l'Univers, avec des questions concernant pour une large part les lois de la gravitation : la relativité générale est-elle la bonne description de la gravitation, y compris aux grandes échelles ou en régime de champ fort ? Comment réconcilier mécanique quantique et relativité générale ? Comment mettre en évidence un champ nouveau qui se superposerait à la gravitation dans une théorie d'unification de toutes les interactions fondamentales ? Quelle est la nature de la matière noire et de l'énergie noire ?
- la cosmologie, notamment l'étude de la physique des premiers instants de l'Univers, la mise à l'épreuve des scénarios inflationnaires en particulier via l'analyse de la polarisation du rayonnement fossile,
- les sciences de la matière, avec la compréhension de phénomènes physiques en micropesanteur comme le comportement des fluides critiques, la solidification, l'évaporation des gouttes posées sur un substrat, la combustion, les mousses, émulsions et milieux granulaires,
- les sciences de la vie dans l'espace, la biologie et physiologie spatiales avec des questions comme les contraintes évolutives liées à la gravité et les adaptations, les aspects opérationnels pour les vols habités de longue durée et l'exploration, les contre-mesures, l'évaluation des risques radiobiologiques & psychologiques.

En partenariat étroit avec le CNES, la communauté scientifique spatiale française est impliquée dans le développement des instruments embarqués pour un large champ de recherches couvrant :

- la physique fondamentale,
- l'astrophysique,
- l'exploration des planètes et des petits corps du système solaire,
- l'étude du Soleil, de l'héliosphère et des magnétosphères,
- les sciences en micropesanteur (sciences de la matière et sciences de la vie)
- l'exobiologie

Pour cela, une priorité sera accordée au développement des technologies nécessaires à mettre en œuvre pour des missions spatiales, suivant deux directions complémentaires :

- l'étude de concepts instrumentaux innovants et les briques technologiques associées,
- l'adaptation au fonctionnement en ambiance hostile (ceintures de radiation terrestre, proximité du Soleil et des planètes géantes, etc.).

En complément à ces études générales, certains domaines thématiques réclament des actions spécifiques à leur domaine :

- Système solaire : instrumentation miniaturisée et d'analyse in situ, en particulier sur les questions de spectrométrie de masse et de datation,
- Astronomie : chaînes de détection pour le domaine submillimétrique et cryogénie spatiale pour le domaine submillimétrique et le domaine des rayons X,
- Solaire Héliosphère Magnétosphères : instrument à haute résolution spatiale et temporelle pour l'étude des plasmas et spectromètre imageur UV.
- Météorologie de l'Espace : capteurs dédiés
- Physique fondamentale : interféromètre atomique,
- Exobiologie : détection et analyse in situ de molécules organiques (spectrométrie de masse...), protection planétaire
- Sciences en micropesanteur : miniaturisation et modularité des expériences embarquées.

3.5. PLATES-FORMES

Cet objectif technique regroupe les techniques et technologies utilisées pour le développement des plates-formes des véhicules spatiaux. Tous les types de plates-formes sont concernés : des satellites géostationnaires aux satellites en orbite basse ainsi que les ballons.

L'objectif se décline selon les axes suivants :

- PF1 : les plates-formes GEO,
- PF2 : les plates-formes LEO/MEO,
- PF4 : les ballons,
- PF5 : les techniques et technologies clés transverses à tout type de plate-forme.

L'axe relatif aux plates-formes géostationnaires concerne essentiellement les plates-formes géostationnaires de télécommunications. Le plan R&T 2015 vise à préparer les équipements et architectures des futures plates-formes de télécommunications au-delà de l'objectif 2020 de NEOSAT. L'activité R&T du CNES se situe en amont de la R&T ESA du programme ARTES et à des niveaux TRL faibles.

L'axe dédié aux plates-formes LEO/MEO prépare les équipements et architectures des futures plates-formes au-delà de Myriade Evolutions et des filières industrielles actuelles. Le plan R&T 2015 vise à augmenter la robustesse des chaînes fonctionnelles ainsi que la durée de vie garantie et à améliorer la capacité offerte aux charges utiles. Il vise également à miniaturiser les équipements.

La loi relative aux opérations spatiales (LOS) dont le but est de réduire le nombre de débris dans l'espace et de protéger les personnes, les biens et l'environnement est applicable depuis le 10 décembre 2010 avec des mesures transitoires qui prennent fin en décembre 2020. Elle s'applique à toute plate-forme satellite.

Le plan R&T 2015 privilégiera :

- pour la passivation satellite : les problématiques du fonctionnement en fin de vie du sous-système de propulsion et du comportement à long terme des sous-systèmes électriques, thermiques, fluidiques, etc.
- l'étude de moyens pour la rentrée en moins de 25 ans,
- pour la rentrée contrôlée : la recherche de solutions minimisant l'impact sur le design et le coût de la plate-forme,
- pour la rentrée non contrôlée : l'étude d'architecture satellite ou d'équipements ou de matériaux qui favorisent la destruction du satellite lors de la rentrée.

Concernant les ballons, le plan R&T 2015 vise à augmenter leurs performances en termes de durée de vol. Cela touche aux problématiques de tenue mécanique des enveloppes et d'optimisation de la masse de l'aérostat. Il vise également à développer des moyens d'instrumentation des aérostats en vol (flux, température de l'air et du gaz, déformation de l'enveloppe) et à étudier la dégradabilité des enveloppes.

Enfin, et de manière générale, la réduction des coûts des équipements et des développements et donc des missions reste une préoccupation majeure qui peut donner lieu à des propositions d'actions de même que l'accroissement des performances des équipements. On privilégiera les solutions amenant à une indépendance européenne pour les technologies critiques.

3.6. MICROTECHNOLOGIES ET ENVIRONNEMENT

Sous l'appellation « **Microtechnologies et Environnement** » sont rassemblées les études de R&T concernant les domaines des Nanotechnologies et Microsystèmes, de l'Environnement spatial, des Technologies électroniques avancées et de l'Expertise associée.

Les objectifs fixés à ces actions sont d'optimiser les marges de dimensionnement des satellites par une meilleure connaissance de l'environnement spatial, et de maîtriser l'offre de composants, de technologies avancées et de microsystèmes issus de filières commerciales haute fiabilité ou émergentes.

Les activités du PPRT 2015 seront en continuité avec celles initiées dans les plans précédents.

Dans le domaine des composants électroniques il apparaît intéressant d'estimer, en conditions réelles d'utilisation, la fiabilité des transistors GaN utilisés en conversion d'énergie

3.7. SYSTEME BORD-SOL

L'objectif technique Système Bord/Sol regroupe les activités relatives aux techniques du système bord/sol des systèmes spatiaux.

Il se décompose en trois axes :

- Axe BS3 : « Communications bord/sol, Segments sol de contrôle et Opérations »
Cet axe vise à étudier de nouveaux concepts en matière de communications bord/sol, les architectures et technologies associées et en matière d'opérabilité du segment sol.
- Axe BS4 : « Techniques système, Simulation système et Logiciel de vol »
Cet axe vise à :
 - ✓ étudier de nouvelles techniques et architectures système,
 - ✓ développer les méthodes pour modéliser, simuler et valider les systèmes,
 - ✓ étudier de nouvelles approches en matière de développement et de validation de logiciel de vol.
- Axe BS5 : « Navigation, Guidage, Pilotage »
Cet axe vise à développer les compétences techniques dans le domaine NGP, à la fois pour les satellites, les ballons et les rovers d'exploration planétaire.

Le plan R&T 2015 met l'accent sur :

- l'étude de l'implantation de nouvelles approches en matière de communications bord/sol - y compris optiques ou via satellites relais - et des architectures et technologies associées ;
- l'impact sur les concepts opérationnels de l'utilisation des modes de communication par transfert de fichiers ;
- l'optimisation des performances (en termes de débit, masse et consommation) et la réduction des coûts des équipements de communication bord/sol ;

- les nouvelles architectures système pour améliorer la réactivité, l'autonomie, la flexibilité et la fiabilité ;
- les impacts sur le logiciel de vol des nouvelles technologies de processeurs ;
- l'optimisation de la conduite et la réduction du coût des opérations, la surveillance des systèmes bord et sol - y compris à distance via des dispositifs mobiles -, l'assistance aux opérateurs et l'optimisation de l'utilisation opérationnelle des données.

3.8. TECHNIQUES ET TECHNOLOGIES GENERIQUES

L'objectif « **Techniques et Technologies génériques** » regroupe toutes les actions qui concourent à atteindre des compétences métiers de développement, d'analyse, de durcissement et d'expertise ainsi que les actions transverses aux différents objectifs thématiques. Ces actions doivent permettre d'améliorer aussi bien les charges utiles que les plates-formes des véhicules spatiaux.

Les domaines techniques abordés sont les techniques radiofréquences, l'optique, les techniques véhicules, les matériaux, la contamination.

Les activités du PPRT 2015 seront en continuité avec celles initiées dans les différents métiers lors des plans précédents.

Néanmoins certains domaines font l'objet d'un appel à idées plus spécifique.

Dans le domaine des **antennes**, on se propose d'améliorer les techniques de modélisation des structures périodiques. De même il est intéressant d'apprécier le potentiel de la **fabrication additive** adaptée aux hyperfréquences et aux antennes en prenant en compte la complexité des pièces et les exigences de précision.

Dans le domaine de l'**optique**, on continuera les travaux sur la structuration de matériaux optiques pour réaliser notamment des optiques diffractives, des réseaux de diffraction et des filtres multi spectraux.

En ce qui concerne les métiers relatifs aux «**Techniques Véhicules** », divers domaines nécessitent des nouvelles voies d'amélioration.

En complément des actions déjà engagées dans le domaine de la **fabrication additive**, il apparaît intéressant d'approfondir les capacités de cette technique dans la mise en œuvre de pièces multifonctionnelles, en mettant l'accent sur leur conception et leur dimensionnement vis-à-vis des contraintes spatiales.

En ce qui concerne le domaine de la **puissance**, l'émergence de transistors GaN rend nécessaire l'utilisation de **composants passifs** compatibles avec la conversion de puissance à **haute fréquence**, ainsi que des **boucles numériques** adaptées.

Dans le domaine de l'assemblage, intégration, test (AIT) on privilégiera les actions proposant des méthodes novatrices de conduites d'essais.

En ce qui concerne la **contamination** la priorité sera mise sur la **protection des surfaces sensibles** (méthodes, innocuité des emballages).

Dans le domaine des matériaux et procédés de mise en œuvre, on évaluera les **matériaux nouveaux**, plus légers, moins chers qui font appel à de nouveaux modes de conception et de fabrication (en tirant parti des utilisations hors spatial). On étudiera l'évolution de leurs propriétés en fonction du **vieillessement** en tenant compte de l'**allongement** et de la **variabilité** des **missions** rencontrées.

La réglementation REACH qui concerne les **Substances chimiques**, nous oblige à anticiper de futures obsolescences (matériaux, solvants, nettoyage,...) et ce, en synergie avec les autres secteurs non spatiaux. On pourra notamment envisager l'utilisation de **zéolithes** en remplacement de l'**alodine**.

De manière générale, tous les développements doivent répondre aux différentes réglementations européennes en vigueur et notamment à la Loi relative aux Opérations Spatiales (LOS), en particulier vis-à-vis de la minimisation des débris en orbite et de l'impact au sol lors de la retombée.

ANNEXE 1

RUPTURE TECHNIQUE / INNOVATION

Afin de préparer les futurs programmes spatiaux qu'ils soient dans le domaine du grand public, de terre/environnement/climat, des sciences spatiales ou de la sécurité et défense, le CNES souhaite mener un effort particulier sur des techniques en rupture par rapport à celles actuellement utilisées ou en cours de développement dans le spatial.

Cette rupture peut être :

- soit une rupture technique, technologique ou système, propre au spatial (niveau de maturité technologique relativement faible, TRL « Technology Readiness Level » de 3 à 4 max atteint en fin d'activité),
- soit une rupture applicative (**spin-in**) c'est-à-dire une technique utilisée dans d'autres domaines que le spatial et que l'on transposerait au spatial.

Pour les propositions d'idées reconnues comme rupture technique par le CNES et qui respecteront les 2 conditions suivantes :

- type d'activité n'ayant jamais fait l'objet de financements institutionnels dans le domaine spatial en Europe,
- activité susceptible de conduire à des dépôts de brevet,

l'activité R&T sera confiée, si l'idée est retenue, à l'organisme proposant l'idée (contrats en négociation directe sans consultation préalable).

La validation du caractère d'innovation et du respect des critères sera faite par les entités techniques du CNES.

Le processus de sélection de ces actions sera identique à celui des autres actions de R&T et prendra donc en compte leur intérêt vis-à-vis des objectifs techniques que nous avons fixés pour les Systèmes Spatiaux.

La diffusion d'informations plus détaillées que celles présentées dans une fiche de proposition d'idées, si nécessaire, pourra se faire avec signature, par les responsables techniques CNES, d'un « Accord de confidentialité ».

ANNEXE 2 : Informations qui vous seront demandées lors de la soumission de votre proposition d'idées R&T 2015 sur le serveur

TITRE DE LA PROPOSITION :

Votre proposition répond-elle aux conditions ci-dessous :

- type d'activité n'ayant jamais fait l'objet de financements institutionnels dans le domaine spatial en Europe, oui ρ non ρ

- activité susceptible de conduire à des dépôts de brevet. oui ρ non ρ

DESCRIPTIF DE L'ACTION :

L'objet de l'étude et les résultats attendus :

Le contexte (Etat de l'art, positionnement vis-à-vis R&T externe : (ESA, UE, DGA, autres) :

Les activités envisagées et les étapes clés :

Le titulaire proposé et les partenaires impliqués :

NIVEAU DE TRL (TECHNOLOGY READINESS LEVEL) SI IDENTIFIE ET APPLICABLE

TRL avant démarrage de l'action (1 à 9) :

TRL à la fin de l'action (1 à 9) :

PLAN DE PAIEMENT POUR LA REALISATION DE L'ACTION EN K€

Montant 2015 :

Montant 2016 :

Montant 2017 :

ANNEXE 3 : échelle TRL (Technology Readiness Level – ISO 16290:2013)

TRL1 : Principes de base observés et identifiés ("principe de base")

TRL2 : Concept technologique et/ou application formulés ("application formulée")

TRL3 : Preuve du concept analytique et expérimentale de la fonction et/ou de la caractéristique critique ("preuve du concept")

TRL4 : Vérification fonctionnelle en environnement de laboratoire au niveau composant et/ou maquette ("validation fonctionnelle")

TRL5 : Vérification en environnement représentatif de la fonction critique au niveau composant et/ou maquette ("modèles à échelle réduite")

TRL6 : Démonstration en environnement représentatif des fonctions critiques de l'élément au niveau modèle ("validation de la conception")

TRL7 : Démonstration en environnement opérationnel de la performance de l'élément au niveau modèle ("qualification spatiale")

TRL8 : Système réel développé et accepté pour le vol ("qualifié vol")

TRL9 : Système réel "démontré en vol" par mission opérationnelle réussie ("démontré en vol")

NA : Non Applicable

ANNEXE 4 : contacts techniques CNES

Nom du service	Sigle du service	Nom du Responsable
Sous-Direction Assurance Qualité		
Service Composants et Qualification	DCT/AQ/CQ	Philippe Lay
Service Environnement et composants Nouveaux	DCT/AQ/EC	Jean Louis Venturin
Service Laboratoires et Expertises	DCT/AQ/LE	Francis Pressecq
Service Technologies Matériaux et Procédés	DCT/AQ/MP	Christian Durin
Service Sûreté de Fonctionnement, sauvegarde et sécurité	DCT/AQ/SF	Roland Laulheret
Service Assurance Qualité sol et Opérations	DCT/AQ/SO	Sylvain Teodomante
Sous-Direction Ballons		
Service Techniques Nacelles Ballons	DCT/BL/NB	Jean-Marie Mouret
Service Techniques Enveloppes Ballons	DCT/BL/VP	Eric Werling
Sous-Direction Mission et Exploitation de données		
Service Expérimentations en Micropesanteur	DCT/ME/EM	Sébastien Barde
Service Observation de la Terre	DCT/ME/OT	Patrice Henry
Sous-Direction Opérations		
Correspondant R&T	DCT/OP	Gérard Galet
Sous-Direction Projets Orbitaux		
Service Planétologie et Micropesanteur	DCT/PO/PM	Pierre-William Bousquet
Sous-direction Produits et Segments Sol		
Service centres de missions Observation de la Terre et de son atmosphère	DCT/PS/OT	Jean-Noël Hourcastagnou
Service Systèmes Sol Génériques	DCT/PS/SGE	Hélène Pasquier
Service centres de missions Sciences et Navigation	DCT/PS/SN	Simon Baillarin
Service de Valorisation des données et Ingénierie Sol	DCT/PS/TVI	Richard Moreno
Sous-Direction Radiofréquences		
Service Antennes	DCT/RF/AN	Christophe Laporte
Service Hyperfréquences et Temps/Fréquences	DCT/RF/HT	Guy Carayon
Service Instrumentation , Télémessure et télécommande et Propagation	DCT/RF/ITP	Jean-Luc Issler
Service Ingénierie Système Localisation et Navigation	DCT/RF/LN	Michel Margery
Service Système Télécommunications Spatiales	DCT/RF/ST	Thierry Robert
Service Signaux et Equipements de Radiolocalisation/Radionavigation	DCT/RF/SR	Lionel Ries
Service Démonstration d'applications de télécom. et techniques réseaux avec satellite	DCT/RF/AR	Sandrine Lafont
Sous-Direction Système Bord/Sol		
Service Validation et moyens Système	DCT/SB/VS	Patrick Landrodie
Service Commande et Contrôle	DCT/SB/CC	Christian Pouliquen
Service Logiciel de Vol	DCT/SB/LV	Paul Arberet
Service Manœuvres Orbitales	DCT/SB/MO	Jean-François Goester
Service Guidage et Programmation Mission	DCT/SB/MP	Paola Van Troostenberghe
Service Orbitographie	DCT/SB/OR	Jean-Louis Dulot
Service Pilotage et SCAO	DCT/SB/PS	Stéphane Berrivin

Nom du service	Sigle du service	Nom du Responsable
Sous-Direction charges utiles Scientifiques et Imagerie		
Service Analyse et Produits Images	DCT/SI/AP	Hélène De Boissezon
Service Altimétrie et Radar	DCT/SI/AR	Jean-Claude Souyris
Service Chaîne Détection	DCT/SI/CD	Alain Bardoux
Service Ingénierie Instruments	DCT/SI/IN	Thierry Bret-Dibat
Service Physique de la Mesure Optique	DCT/SI/MO	Aimé Meygret
Service Optique	DCT/SI/OP	Jacques Berthon
Service Qualité Image	DCT/SI/QI	Philippe Kubik
Equipe LEGOS/CNES	DCT/SI/LG	Philippe Maisongrande
Equipe Géodésie Spatiale	DCT/SI/GS	Richard Biancale
Equipe CESBIO/CNES	DCT/SI/CB	Gérard Dedieu
Sous-Direction Techniques Véhicule et Architecture Intégration		
Service Architecture Avionique et Electrique	DCT/TV/AV	Claude Vincendet
Service Chaîne d’Alimentation Bord et Equipements Electriques	DCT/TV/EL	Thien Lam-Trong
Service Informatique Bord et Equipements	DCT/TV/IN	Patrick Le Meur
Service Ingénierie Intégration	DCT/TV/2I	Eric Chamontin
Service Mécanismes et Equipements SCAO	DCT/TV/MS	Philippe Guay
Service Propulsion et Pyrotechnique	DCT/TV/PR	Nicolas Arcis
Service Réalisation et Intégration	DCT/TV/RI	Nadine Ladiette
Service Structures et Mécanique	DCT/TV/SM	Kilian Pfaab
Service Thermique	DCT/TV/TH	Richard Briet