

APPEL A IDEES R&T SYSTEMES ORBITAUX 2011

1. CONTEXTE

L'activité « Recherche et Technologie » du CNES s'inscrit dans la préparation du futur et 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 et facultatifs (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 industriels, PME, SSII) et des organismes de recherche scientifiques et technologiques.

D'autres cadres existent également comme le pôle de compétitivité Aéronautique, Espace et Systèmes Embarqués, le RTRA STAE (Réseau Thématique de Recherche Avancée - Sciences et Technologies pour l'Aéronautique et l'Espace), les projets financés directement par les Régions pour le soutien, par la recherche, au développement des applications du spatial et les Programmes Cadres de l'Union Européenne (7^{ième} PCRD).

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 spatial,
- préparation des projets futurs,
- développement de la capacité d'expertise nationale.

2. PROGRAMMATION R&T SYSTEMES ORBITAUX

La préparation du PPRT pour l'année 2011 démarre avec l'appel à idées, objet de ce document.

Vos propositions d'idées devront nous être soumises **au plus tard le 10 septembre 2010**.

La règle générale est la soumission en ligne sur le site https://www.cborg.info/cnes_aai2011/. **Le site de soumission sera ouvert à partir du 1er juillet et clos le 10 septembre au soir.**

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 R&T 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 2010.

Les idées externes présélectionnées suite à ce 1^{er} filtrage ainsi que celles proposées par les structures techniques du CNES seront ensuite évaluées et sélectionnées par des comités de pilotage présidés par le service R&T.

Les idées ainsi sélectionnées seront présentées lors de la **Journée R&T du 3 février 2011** et seront décrites dans le livre bleu diffusé aux participants à cette Journée.

Dans le cadre de cet appel à idées, le CNES s'autorise à sélectionner une idée sans pour cela s'engager à traiter en gré à gré avec le proposant sauf pour les idées reconnues par le CNES comme étant innovantes ou constituant une rupture technique (voir les conditions en annexe 3).

Pour chaque idée sélectionnée, le titulaire ou le type de titulaire pressenti sera indiqué dans le livre bleu et des commissions internes au CNES statueront définitivement sur la procédure de choix des titulaires au mois de mars 2011.

Les informations à fournir dans une proposition d'idée sont indiquées en annexe 1.

N'hésitez pas à prendre contact avec vos correspondants techniques CNES pour discuter du contenu technique de vos propositions avant leur soumission sur le site. Vous trouverez en annexe 2 la liste des contacts techniques par métier.

Le point de contact général est le chef du service R&T, anne.cadiou@cnes.fr.

3. CONTENU TECHNIQUE DE L'APPEL A IDEES R&T 2011

Cet appel à idées couvre les différents objectifs techniques de la R&T des Systèmes Orbitaux, à savoir, les télécommunications, la localisation/navigation, l'observation de la terre, les sciences de l'univers, les plates-formes, les micro technologies et l'environnement, le système bord/sol et les techniques génériques.

Pour la R&T 2011, nous avons souhaité focaliser l'appel à idées externe sur les points précisés ci-après.

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 aux nouveaux besoins. Les nouvelles technologies indispensables que nous devons donc développer pour ces futurs systèmes de télécommunications doivent permettre :

- De préserver et accroître la compétitivité des industriels sur les marchés actuels et futurs tant au niveau du segment spatial qu'au niveau du segment sol utilisateur.
- De réduire le coût du bit transmis, la masse, l'encombrement et la consommation des charges utiles.
- D'accroître la capacité, la flexibilité et reconfiguration des charges utiles.
- De maîtriser l'architecture des systèmes futurs (réseaux par satellites et couplage avec les réseaux sol, services gouvernementaux).
- De développer le secteur aval (segment utilisateur : terminaux) mais aussi celui des services à valeur ajoutée et des applications pour développer de nouveaux usages des technologies spatiales, avec un effort marqué en terme de standardisation.
- D'exploiter les synergies entre les activités civiles et défense.
- D'une manière générale le PPRT se situe plus en amont que les études ARTES de l'ESA.

Pour atteindre ces objectifs l'appel à idées R&T 2011 est focalisé sur les trois thématiques suivantes :

1- Les télécommunications pour les services fixes :

Le maintien de la compétitivité de l'industrie, qui est un enjeu majeur, demande en particulier le développement de nouvelles technologies permettant d'augmenter les performances des systèmes satellitaires et de réduire les coûts des équipements utilisateurs. Ces nouvelles technologies peuvent par ailleurs servir d'éléments clés vis-à-vis d'applications duales civiles et défense.

Afin de tenir compte des nouvelles réalités concernant les marchés, caractérisées par des facteurs tels que la libre concurrence entre les opérateurs, l'explosion du trafic numérique, et la demande plus forte de nouveaux services multimédias, le réseau de prochaine génération de télécommunication par satellite devra être conçu comme une composante modulaire s'adaptant aux divers business plans possibles et s'intégrant de manière la plus optimale possible dans l'infrastructure mondiale du système d'information. Il est donc nécessaire de concevoir un système de télécommunication par satellite en prenant en compte de manière globale les composantes bord et segment sol.

Pour les services commerciaux, la bande Ku est dominante, vient ensuite la bande C, les nouveaux efforts s'orientant sur la bande Ka dont l'utilisation est en croissance et bientôt sur les bandes Q et V avec le développement des services d'accès Internet et de TVHD.

Une des priorités sera la prise en compte de la demande des opérateurs pour une plus grande flexibilité de la gestion de leur flotte de satellites du futur.

Les activités qui seront menées dans le PPRT 2011 se positionneront en complément des programmes suivants :

- FLIP (charges utiles flexibles de Télécommunications) qui vise à préparer les technologies et architectures de charges utiles flexibles nécessaires à court et moyen terme, principalement pour une utilisation en bande Ku.
- TCS 21 (Charges utiles de Télécommunications « conventionnelles ») qui prend en charge la compétitivité en bande C et Ku.
- MM2G (système de Télécommunications grand public bidirectionnel haut-débit) en bande Ka.
- Athena-Fidus (système de Télécommunications dual) en bande Ka.

C'est dans ce contexte que l'appel à idées 2011 doit permettre de préparer les nouvelles technologies indispensables pour les futurs systèmes satellitaires de Télécommunications pour les services fixes dont les priorités sont :

- L'architecture de charges utiles de Télécommunications pour les services fixes et la flexibilité dans les systèmes multi-spot.
- Les équipements (TOP de forte puissance, antenne pour des couvertures reconfigurables, processeurs bord et interface numérique/analogique,...) en particulier les équipements Ka large bande et les équipements préparant l'utilisation des bandes Q et V.
- L'adaptation conjointe forme d'onde/charge utile.
- La propagation.
- L'interface air (codage-décodage, évolution des standards (DVB-RCS, DVB-S2,...))
- Les architectures des segments sol.
- Les technologies pour terminaux large bande.
- La gestion des « handover » des terminaux entre faisceaux satellites.

2- Les télécommunications pour les services mobiles :

Les Télécommunications pour les services mobiles incluent des missions et systèmes variés, l'accent sera mis sur les bandes S, C voire Ka :

- Les services de communication bidirectionnelle à haut débit avec des terminaux mobiles et les services de diffusion vers des terminaux mobiles.
- Les services offerts sur différentes classes de terminaux, du terminal téléphone ou PDA, terminal nomade, ou terminal implanté sur un véhicule individuel ou collectif, terrestre, maritime ou aérien.

- Les services offerts dans un cadre commercial, visant généralement un marché de masse ou de niche, ou des services dédiés à une application précise au sein d'une communauté particulière d'utilisateurs : défense, sécurité civile, gestion du trafic aérien,...

Les principales briques technologiques pour les projets satellitaires en développement ou les projets à l'horizon 2012-2015 demandent des développements notamment au niveau :

- De la charge utile qui requiert une flexibilité d'allocation de capacité, une augmentation de puissance, de débit et de taille d'antenne.
- Des systèmes et Terminaux qui requièrent l'intégration système de cette composante spatiale avec des réseaux terrestres et dans des terminaux. Ces études sont à mener en prenant en compte la dualité entre les missions commerciales et missions institutionnelles.

C'est dans ce contexte que l'appel à idées 2011 doit permettre de préparer les nouvelles technologies indispensables pour les futurs systèmes satellitaires de Télécommunications pour les services mobiles dont les priorités 2011 sont :

- L'architecture de charges utiles de Télécommunications pour les services mobiles, notamment afin de réduire les pertes de sortie.
- Les solutions pour le maintien de la liaison pour un terminal dans un système avec des faisceaux fins incluant :
 - ✓ Les mécanismes bord/sol de génération et de pointage des spots (satellites GEO et HEO).
 - ✓ Le « handover » des terminaux entre faisceaux.
 - ✓ Les évolutions des mécanismes de RF sensing.
- Les équipements :
 - ✓ Disponibilité et accommodation d'antennes déployables de taille croissante sur les plateformes.
 - ✓ Introduction de flexibilité d'allocation de capacité (puissance, débit) entre spots géographiques, entre canaux, etc... dans un contexte de puissance émise croissante.
 - ✓ Equipement charge utile y compris les sources avec pour objectif l'augmentation du nombre de faisceaux.
 - ✓ Canalisation et routage flexible, gestion dynamique de la PIRE par faisceau voir entre les porteuses du faisceau.
- Pour les systèmes hybrides, en particulier les méthodes permettant de limiter les interférences au niveau système, gestion de la ressource au niveau accès ainsi que les problématiques au niveau couche physique et propagation.
- Les traitements des signaux (diversité, MIMO,...) pour augmenter la capacité ou la disponibilité.
- La maîtrise des interfaces air mobiles (dont standards) et des phénomènes de propagation.
- Les architectures des segments sol.
- Les technologies pour terminaux large bande grand public en bande C avec conversion et filtrage agile en fréquence, antenne à pointage électronique bas coût.

3- Aval et hybridation des infrastructures terrestres et satellitaire :

L'explosion du trafic numérique, la demande plus forte de nouveaux services multimédias et une mobilité générale permettant une communication globalisée pour l'accès à l'information, ont fait

apparaître un rapprochement progressif de l'informatique, des télécommunications et de l'audiovisuel en une industrie nouvelle, unique et intégrée.

De plus les utilisateurs exigent de maîtriser leurs communications suivant des critères de qualité de bout en bout, des possibilités de personnalisation et des suivis de coût. C'est à dire pouvoir accéder à une grande diversité de services sans aucune barrière technique (seamless), afin d'obtenir toujours la meilleure réponse, en adéquation avec son contexte et/ou ses préférences. La prise en compte des exigences des utilisateurs a un impact à tous les niveaux de l'architecture de télécommunication.

Ceci se traduit au niveau des réseaux de nouvelles générations des systèmes de télécommunications terrestres, par une convergence vers des architectures plus ouvertes, largement connectées, hétérogènes et mobiles offrant à l'utilisateur final une vision d'un objet unique de communication en lui masquant l'hétérogénéité des infrastructures de télécommunications.

Permettre le succès des systèmes satellites dans ce domaine du multimédia nécessite une intégration plus forte dans des réseaux plus vastes de nouvelle génération terrestre. Les satellites deviennent des nœuds de communication comme les autres, autorisant le transport des services proposés au niveau sol avec un minimum de dégradation et un maximum de transparence pour les utilisateurs. Les actions de recherche à mener en 2011 doivent permettre d'apporter des réponses appropriées au rôle du satellite dans un contexte de réseaux de prochaine génération afin d'exploiter ses atouts pour une intégration la plus transparente possible dans des architectures de communications fixes et mobiles, prenant en compte ces évolutions pour des usages commerciaux, institutionnels et défense. C'est dans ce contexte que l'appel à idées 2011 devra permettre de mener des actions spécifiques sur :

- Les technologies sur les terminaux basés sur des plateformes ouvertes. Les terminaux deviennent un des points clés de cette convergence qui vise à mieux intégrer le satellite dans cet environnement hétérogène multiservices. Cette convergence des services dans le terminal doit permettre un point d'accès simplifié, intégré et transparent pour l'utilisateur avec prise en compte d'une meilleure intégration dans le réseau local/domestique de l'abonné.
- Le codage-décodage-standard qui s'appliquent aux systèmes existants.
- La convergence des réseaux et services fixes, mobiles et diffusion avec les réseaux terrestres du monde de l'Internet. C'est à dire la recherche de solutions appropriées et optimisées pour une meilleure intégration/harmonisation des infrastructures de télécommunication par satellite dans un contexte de réseaux terrestres de prochaine génération.
- L'impact des architectures de services applicatifs multimédia sur les infrastructures de télécommunication satellitaire. Recherche d'une meilleure accessibilité aux services multimédia.
- Les adaptations technologiques 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 à l'horizon 2013-2018, 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 d'améliorations importantes, en 2008-2012, 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.

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 EGNOS et Galileo.

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 2011 donne la priorité à la préparation de l'évolution des infrastructures spatiales des systèmes de navigation, localisation et collecte de données à l'horizon 2015-2030, en améliorant leurs fonctionnalités, leurs performances ou leur robustesse de façon significative.

Les études 2011 de nouveaux concepts système 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 des charges utiles et des récepteurs,
- l'amélioration de l'autonomie des charges utiles,
- l'amélioration de la sécurité des systèmes de navigation en améliorant l'intégrité pour différents services,
- la recherche de concepts système innovants s'appuyant sur les infrastructures GNSS et leurs évolutions.

3.3. ETUDE ET 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 2015-2025, se dérouleront dans divers cadres :

- au sein de l'ESA (Earth Explorer, Earth Watch) et de l'UE (GMES, 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, ...

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. Pour la météorologie, une phase A a débuté sur le successeur de IASI (IASI-NG). Pour les aspects cartographie et sécurité, une phase 0 va démarrer sur une suite de Pléiades (ARCTOS). Enfin, en préparation de futures missions opérationnelles d'océanographie, le CNES démarre une phase A sur une mission d'altimétrie large fauchée (SWOT).

Suite au séminaire de prospective scientifique de 2009, le Comité des Programmes Scientifiques (CPS) a recommandé de soutenir les phases A des missions Biomass, SWOT, IASI-NG, Mistigri, et les phases 0 de Ocapì, MicroMega, 3MI, radar Doppler pour la pluie notamment.

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.

Au-delà des sujets cités précédemment, les domaines d'intérêts de cet appel à idée 2011, portent également sur l'hyperspectral haute résolution, le sondage atmosphérique passif à

haute répétitivité temporelle, le sondage submillimétrique et la fusion d'image multicapteurs. Le CPS a également demandé que le potentiel de la technologie Lidar pour les missions spatiales futures soit analysé. Une phase 0 est en cours sur un concept de Lidar altimétrique, et des réflexions doivent être conduites sur les concepts Lidar atmosphériques, prenant en compte les programmes en cours à l'ESA et les propositions faites dans le cadre d'Earth Explorer 8. Sur ce dernier point, les travaux relatifs à la physique de la mesure seront privilégiés.

Concernant l'ensemble de ces missions, 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 » a pour objectif de favoriser et développer les compétences instrumentales et technologiques françaises en préparation des futurs programmes d'étude et d'exploration de l'Univers qui, à l'horizon 2020-2030, se dérouleront dans divers cadres :

- au sein de l'ESA (AURORA, Cosmic Vision, 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, Italie, Russie, Chine, Japon, Allemagne etc.)

L'effort spatial français pour les Sciences de l'Univers 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 de ces missions. Cette participation est supérieure au niveau de son PIB au sein de l'ESA, ce qui confirme le niveau d'activités élevé de la communauté scientifique française dans ce domaine.

En effet, 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'étude du soleil, de l'héliosphère et des magnétosphères, l'exploration des planètes et des petits corps du système solaire, les sciences en micropesanteur ainsi que l'exobiologie.

Suite au séminaire de prospective scientifique de 2009, le Comité des Programmes Scientifiques du CNES a confirmé la priorité donnée au soutien des charges utiles des missions des programmes européens Cosmic Vision, Aurora et ELIPS.

Dans le cadre du programme scientifique obligatoire de l'ESA « Cosmic Vision 2015-2025 » plusieurs missions ont été sélectionnées. Sur certaines d'entre elles, notamment les missions L, des activités de R&T ont été engagées afin d'atteindre un TRL suffisant permettant à l'ESA de juger le niveau de crédibilité technique des propositions. Cet effort sera poursuivi jusqu'à la transition permettant la prise en compte de ces développements dans le cadre des phases B projet. L'autre priorité du plan R&T 2011 sera l'accompagnement des réponses aux prochains appels d'offre Cosmic Vision. Dans les thèmes d'intérêts, on peut citer de façon non exhaustive :

- la détection et la caractérisation d'exoplanètes,

- la cosmologie (fond diffus cosmologique, répartition de la matière dans l'Univers, évolution des galaxies...),
- l'étude de la formation des étoiles et des systèmes planétaires,
- la préparation aux missions d'investigation du système solaire et de retour d'échantillons martiens,
- la compréhension de la physique du Soleil,
- les tests des lois de la physique fondamentale,
- la compréhension des phénomènes physiques et biologiques en micropesanteur.

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

- chaînes de détection couvrant tout le domaine électromagnétique (des rayons gamma aux ondes submillimétriques et en particulier le domaine des X entre 1 et 100keV), tout en visant plus de précision avec des champs élargis ; matrices de bolomètres,
- techniques d'interférométrie optique et de coronographie permettant d'améliorer la résolution et la précision des mesures,
- concepts instrumentaux pour vol en formation,
- 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 in-situ en particulier la datation ; instrumentation sous ballons planétaires (Vénus, Titan) ; miniaturisation des instruments,
- Astronomie : cryogénie spatiale (mK),
- Solaire Héliosphère Magnétosphères : imagerie UV, imagerie X, miniaturisation des instruments,
- Physique fondamentale : accéléromètres ; capteurs inertiels ; techniques de refroidissement des atomes par faisceaux lasers pour la réalisation d'étalons de temps, d'accéléromètres, de gyromètres, ou de gravimètres atomiques ; optique laser,
- Exobiologie : détection et analyse in situ de molécules organiques, spectrométrie de masse,
- 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 y compris les ballons.

Tous les types de plates-formes sont concernés, des gros satellites géostationnaires de télécommunications aux petits satellites en orbite basse.

Le CNES, avec ses partenaires maîtres d'œuvres industriels, a mis en place la démarche de standardisation ISIS (Initiative for Space Innovative Standards) dont le cœur de cible est les petits et moyens satellites en orbite basse. Une harmonisation avec l'ESA est également en cours.

La principale nouveauté du plan R&T 2010, reposait sur la loi relative aux opérations spatiales, qui a été adoptée le 22 mai 2008 par le Sénat, et dont le but est de protéger les personnes, les biens et l'environnement. Elle sera applicable à partir du 10 décembre 2010. L'objectif technique Plates-Formes est directement concerné par cette réglementation, que ce soit pour les plateformes géostationnaires (gros satellites de télécommunications) ou pour les filières de satellites en orbite basse. Cette réglementation technique établie dans le cadre de cette loi impacte directement l'objectif Plates-Formes suivant plusieurs thématiques et se décline ainsi :

- en fin de vie, toutes les réserves d'énergie à bord doivent être épuisées en totalité et de façon permanente ou placées dans un état tel que l'épuisement des réserves d'énergie à bord soit inéluctable ;
- en fin de vie, tous les moyens de production d'énergie à bord doivent être désactivés de façon permanente.

Dans le PPRT 2011, il a donc été décidé de continuer à privilégier les propositions d'études relatives à **la gestion de la fin de vie** des satellites :

- déorbitation pour les satellites en orbite basse ou réorbitation pour les autres missions, y compris en conditions dégradées,
- passivations électrique (gestion des batteries, de l'alimentation en général) et fluïdique (gestion des réservoirs : vidange et dépressurisation),
- meilleure connaissance de la fragmentation,
- etc....

Afin de mieux appréhender la fin de vie des véhicules, on cherchera également à privilégier les études techniques relatives aux **méthodes, moyens et outils assurant la connaissance et la maîtrise des quantités de consommables** tout au long de la mission.

L'évolution des plates-formes montre également une augmentation de la puissance embarquée et ce quelle que soit l'orbite. Dans ce contexte, un effort devra être porté sur les études relatives aux **impacts mécano-thermiques de l'augmentation du ratio Watt/kg sur les plates-formes**.

Enfin, rappelons que **la réduction des coûts** des équipements et des développements reste une des préoccupations des acteurs du spatial.

A noter que, pour les plateformes géostationnaires, l'activité R&T du CNES se situe en amont de la R&T ESA (programme ARTES) et concerne donc des TRL faibles.

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

3.7. SYSTEME BORD-SOL

L'objectif technique système bord/sol est centré sur la chaîne fonctionnelle commande/contrôle des satellites et des ballons.

Les études menées actuellement dans le domaine des satellites sont focalisées sur l'autonomie des fonctions de servitude bord (gestion de la plate-forme et des services utilisés par la charge utile) et tendent vers une autonomie complète du segment bord en phase routine. Pour le PPRT 2010, un effort particulier a été mis sur les études de FDIR autonome, c'est-à-dire la capacité pour un satellite de détecter une panne, de l'identifier et d'effectuer les actions nécessaires à un retour en mode nominal ou dans un mode plus ou moins dégradé en fonction de la gravité de la panne, de façon à reprendre au plus tôt sa mission opérationnelle.

Pour le PPRT 2011 et dans la perspective de préparation des missions futures y compris pour le développement d'ISIS, on cherchera à poursuivre les actions engagées et à améliorer :

- les **mécanismes d'échanges de données bord/sol et bord/bord**,
- la **communication bord/sol avec une recherche d'une plus grande autonomie** que ce soit pour simplifier les opérations ou pour améliorer la disponibilité du système pour accomplir sa mission,
- pour le logiciel de vol, le **déploiement de l'ingénierie des modèles** à travers la description des aspects comportementaux et temps réel ainsi que la **problématique de répartition statique/dynamique des traitements embarqués** dans les systèmes distribués et les architectures calculateurs multi-cœurs.

Ces thèmes techniques s'appliquent à l'ensemble des missions :

- en orbite basse, pour les satellites d'observation de la Terre;
- pour les missions d'exploration, satellites d'exploration de l'Univers ou sondes lointaines;
- pour les satellites géostationnaires
- pour les ballons.

3.8. TECHNIQUES ET TECHNOLOGIES GENERIQUES

L'objectif « **Techniques et Technologies génériques** » regroupe toutes les actions qui concourent à atteindre des compétences métiers et à traiter des actions transverses. Elles permettent d'améliorer aussi bien les charges utiles que les plates-formes des véhicules spatiaux.

Cet objectif a également pour but de maintenir/développer des compétences dans des domaines spécifiques indépendamment des objectifs précédemment décrits.

Les domaines techniques abordés sont les techniques radiofréquences, l'optique, les techniques véhicules, les matériaux, la contamination, la dynamique du vol et la robotique.

Dans la thématique de « **la contamination dans le spatial** » une Rencontre de Technologies Spatiales est programmée le 30 juin 2010. Elle a pour objectif de faire un état des lieux des activités de R&T menées jusqu'alors. Les problématiques abordées concernent :

- ✓ Le développement des moyens de caractérisation au sol,
- ✓ Le contrôle de la contamination en vol,
- ✓ La synergie de la contamination et de l'environnement.

Les résultats de ces différentes activités nous amènent à focaliser les activités du plan R&T 2011 sur :

- ✚ L'impact des contaminants sur les performances des instruments optiques et optoélectroniques sous différents environnements,
- ✚ La mesure temps réel et l'identification des contaminants par des moyens miniaturisés dans le but d'une utilisation au sol et en vol au plus près des instruments,
- ✚ Le développement de méthodes ou de revêtements dans le but de réduire la contamination particulière lors des phases d'intégration.

Par ailleurs, dans la thématique « **Techniques Véhicules** » nous avons identifié deux domaines peu explorés ou avec un fort potentiel de développement qu'il semblerait intéressant d'approfondir. L'appel à idées pour 2011 sera orienté vers

- ✚ le développement de méthodologies innovantes pour la réalisation d'essais de validation au sol,
- ✚ la prospective de nouvelles technologies d'assemblage d'éléments structuraux permettant de simplifier la conception et la géométrie, d'augmenter la tenue mécanique, de réduire les coûts de fabrication et d'intégration. Il pourra être nécessaire de revoir les méthodes de conception, de réparation et d'ajustement/réglage pour de telles structures.

Dans le cadre de la **Loi relative aux Opérations Spatiales (LOS)**, dont le but est de protéger les personnes, les biens et l'environnement, deux aspects de la réglementation concernent directement l'objectif « Techniques et Technologies génériques » :

- Les systèmes doivent être conçus, produits et mis en œuvre de façon à ce que les débris générés qui parviennent à atteindre la surface de la Terre ne présentent pas de risque pour les personnes, les biens, la santé publique/l'environnement notamment du fait d'une pollution de l'environnement par des substances dangereuses.
- Les choix d'architecture et des matériaux constituant les objets spatiaux ne faisant pas l'objet d'une rentrée contrôlée doivent limiter le nombre et l'énergie (cinétique et explosible) des fragments susceptibles d'atteindre le sol.

Le PPRT 2011 prendra en compte les propositions d'études relatives au développement de nouveaux matériaux ou concepts de structures permettant la réduction des retombées au sol et de leur impact tout en respectant les réglementations liées à la pollution de l'environnement par des substances dangereuses.

ANNEXE 1 : Informations qui vous seront demandées lors de la soumission de votre proposition d' idées R&T 2011 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 |

ORGANISME DU PROPOSANT :

RELEVE DE L'INSU oui ρ non ρ

NOM DU PROPOSANT :

N° DE FICHE DU PROPOSANT (N° INTERNE A L'ORGANISME) :

EMAIL DU PROPOSANT :

DESRIPTIF 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 (NOTE CNES)

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

TRL à la fin de l'action (1à 9) :

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

Montant 2011 :

Montant 2012 :

Montant 2013 :

ANNEXE 2 : 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 Lautheret
Sous-direction Ballons		
Service Techniques Nacelles Ballons	DCT/BL/NB	Jean-Pierre Escarnot
Service Techniques Enveloppes Ballons	DCT/BL/VP	Eric Werling
Sous-direction Produits et Segments sol		
Service Systèmes Sol Génériques	DCT/PS/SGE	Hélène Pasquier
Service Valorisation des données et Ingénierie Sol	DCT/PS/TVI	Richard Moreno
Service Traitement d'images et de données scientifiques	DCT/PS/TIS	Jean-Noël Hourcastagnou
Sous-direction Radiofréquences		
Service Antennes	DCT/RF/AN	Hubert Diez
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	p.i. Jean Maréchal
Service Système Télécommunications Spatiales	DCT/RF/ST	Gael Scot
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 Bancs et Simulateurs Systèmes	DCT/SB/VS	Guy Laborde
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 Ingénierie Mission et Programmation	DCT/SB/MP	Gérard Lassalle-Balier
Service Mécanique Spatiale Système	DCT/SB/MS	Hubert Fraysse
Service Orbitographie	DCT/SB/OR	Jean-Louis Dulot
Service Pilotage et SCAO	DCT/SB/PS	Stéphane Berrivin
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 Mission	DCT/SI/IM	Jean-Michel Martinuzzi
Service Ingénierie Instruments	DCT/SI/IN	Josiane Costeraste
Service Physique de la Mesure Optique	DCT/SI/MO	Denis Blumstein
Service Optique	DCT/SI/OP	Jacques Berthon
Service Qualité Image	DCT/SI/QI	Philippe Lier

NOM DU SERVICE	SIGLE DU SERVICE	NOM DU RESPONSABLE
Sous-direction Techniques Véhicule, Architecture et		
Service Architecture Avionique et Electrique	DCT/TV/AV	Claude Vincendet
Service Chaîne d’Alimentation Bord et Equipements Electriques	DCT/TV/EL	Pierre Tastet
Service Ingénierie et Intégration	DCT/TV/2I	Eric Chamontin
Service Informatique Bord et Equipements	DCT/TV/IN	Patrick Le Meur
Service Mécanismes et Equipements SCAO	DCT/TV/MS	Philippe Guay
Service Propulsion et Pyrotechnique	DCT/TV/PR	Denis Arrat
Service Architecture Mécanique et Thermique	DCT/TV/MT	Jean-Noel Bricout
Service Structures et Mécanique	DCT/TV/SM	Didier Gangloff
Service Thermique	DCT/TV/TH	Richard Briet
Sous-direction Mission et exploitation de données/Service	DCT/ME/EM	Thierry Bret-Dibat
Expérimentations en Micropesanteur		
Sous-direction Opérations/Service Bord ATV et	DCT/OP/BAR	Annick Sylvestre-Baron
Radiocommunication		
Direction des Lanceurs/Sous-direction Sol/Service	DLA/SDS	Marc Thiry
Architecture Station		

ANNEXE 3

RUPTURE TECHNIQUE / INNOVATION

Afin de préparer les futurs programmes spatiaux qu'ils soient dans le domaine du grand public, du développement durable, 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 3 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,
- prestations commandées par le CNES inférieures à 206k€.

l'activité R&T sera confiée, si l'idée est sélectionnée, à l'organisme proposant de 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 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 Orbitaux.

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 ».