



## **RAPPORT D'ACTIVITÉS**

### ACTIVITÉS SPATIALES

depuis le Conseil ministériel de l'ESA de décembre 2014 à  
Luxembourg et de décembre 2016 à Lucerne

mars 2018

## Table des matières

1	Introduction.....	4
2	Stratégie spatiale.....	8
3	Résumé des engagements programmatiques et des budgets.....	9
4	Statut des Programmes de l'ESA.....	13
4.1	Activités de base.....	13
4.2	Le Programme scientifique.....	14
4.3	Observation de la Terre.....	15
4.4	Télécommunications.....	19
4.5	Navigation.....	23
4.6	Vols habités, Microgravité et Exploration.....	24
4.7	Lanceurs.....	27
4.8	Space Situational Awareness (SSA).....	30
4.9	Programme de support scientifique 'PRODEX'.....	32
4.10	Programme de support technologique 'GSTP'.....	34
4.11	Autres activités: ESEC, NTP.....	37
5	Statut des Programmes bilatéraux et multilatéraux.....	39
5.1	Programmes bilatéraux avec la France - Pléiades et Myriade Evolutions.....	39
5.2	Programmes bilatéraux avec l'Argentine - SAOCOM.....	40
5.3	Programmes multilatéraux - MUSIS.....	40
6	Statut des Programmes nationaux.....	42
6.1	STEREO.....	42
6.2	Centrum voor Beeldverwerking (CvB) et Terrascope.....	43
7	Activités de support.....	45
7.1	Earth Observation Helpdesk (EODesk).....	45
7.2	B.USOC.....	46
7.3	Information, Valorisation, Communication (Infovalcom).....	47
8	Retour industriel et scientifique.....	48
8.1	Dans le cadre de l'ESA.....	48
8.2	Dans le cadre des Programmes bilatéraux et multilatéraux.....	49
8.3	Retour industriel et scientifique 2015-2017.....	49
8.4	Le secteur spatial en Belgique.....	50
9	L'Union européenne.....	51
9.1	Copernicus.....	51
9.2	Galileo.....	51
9.3	Space Surveillance and Tracking (SST).....	53

9.4	Horizon 2020 Space.....	54
9.5	Groupe de Travail 'Espace', Space Policy Expert Group , Conseil Espace 'informel' .....	55
10	Relations internationales.....	56
11	La Direction 'Recherche et Applications spatiales' de BELSPO.....	57
11.1	Personnel et organisation.....	57
11.2	Budget.....	57
12	Acronymes.....	58

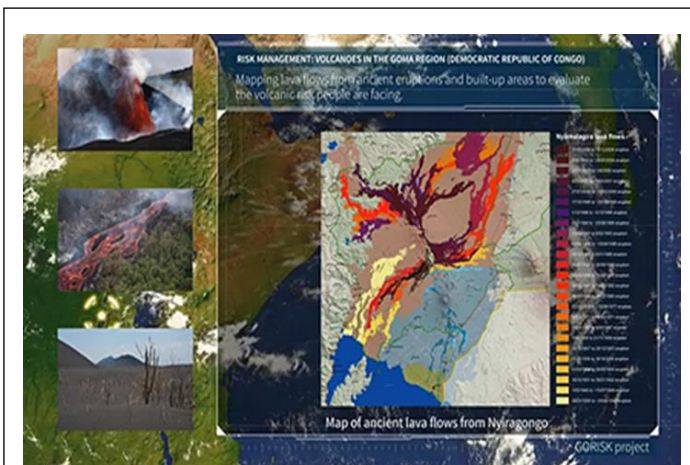
## 1 Introduction

Ce rapport présente les activités spatiales depuis les Conseils ministériels de l'ESA de décembre 2014 à Luxembourg et de décembre 2016 à Lucerne.

### Quelques faits marquants récents



Le 2 décembre 2014, un Conseil ministériel de l'ESA se tient à Luxembourg sur un nombre limité de sujets: les lanceurs, l'exploration spatiale et l'évolution de l'ESA comme organisation.



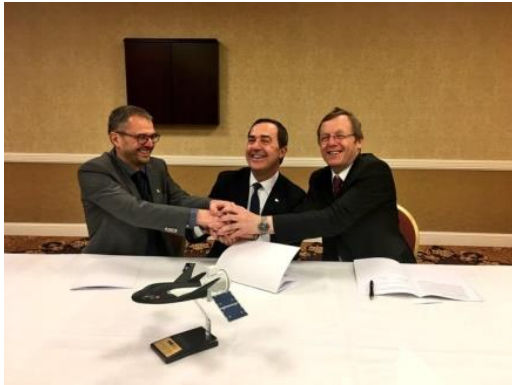
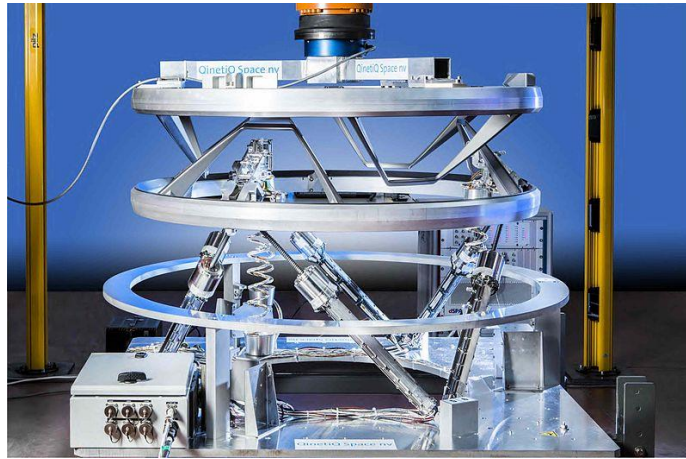
Utilisation de données de satellites pour la cartographie de l'activité volcanique au Congo. Image tirée du film *Imaging the Earth for a Better Protection* projeté à l'exposition *Cartographiae: Sciences and Culture* au Palais Royal de Bruxelles du 22 juillet au 4 septembre 2016.



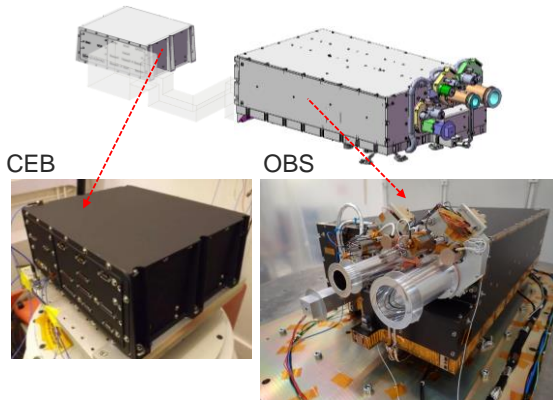
Le 1-2 décembre 2016, un Conseil ministériel de l'ESA se tient à Lucerne qui définit les programmes spatiaux européens jusqu'en 2019.



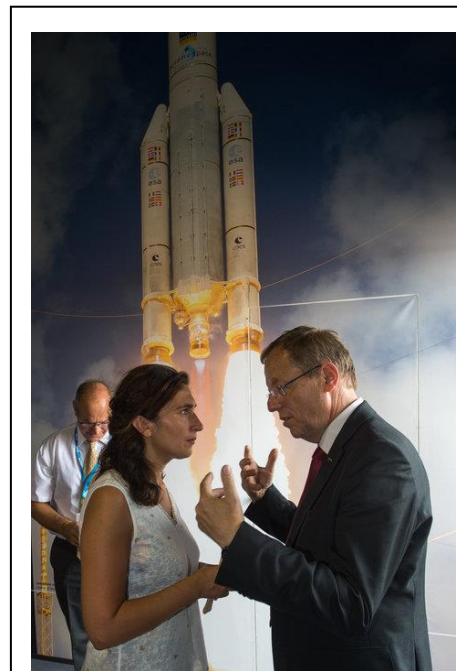
Le satellite Sentinel 2B est lancé le 7 mars 2017 avec Vega depuis la base de lancement européenne à Kourou. Il observera la végétation avec une caméra à haute résolution multi-spectrale dans le cadre du programme Copernic.



Le 5 avril 2017, Qinetiq Space, Sierra Nevada Corporation (SNC) et l'ESA signent un accord pour l'utilisation du système IBDM (International Berthing and Docking Mechanism) pour la navette américaine Dream Chaser développée par SNC.



Après un développement de 11 ans par un consortium européen dirigé par le Centre Spatial de Liège (CSL) soutenu par le programme PRODEX, l'instrument EUI est livré à l'ESA en juin 2017 pour intégration dans le satellite Solar Orbiter. L'instrument consiste en l'*Optical Bench Structure* et la *Common Electronic Box*.



Le 21 juin 2017, le Directeur-général de l'ESA Jan Woerner montre le pavillon ESA au Salon du Bourget à la Secrétaire d'État Zuhair Demir.



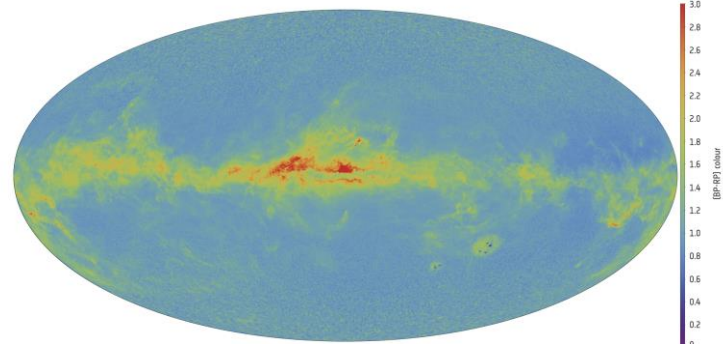
A l'occasion du Salon de Bourget, et en présence de la Secrétaire d'État Zuhair Demir le 21 juin 2017, Thales Alenia Space signe avec OHB son premier contrat pour fournir à partir de la Belgique (TAS-B) les nouvelles générations d'équipements électroniques à destination de la plate-forme de télécommunications Electra.



Le 26 juillet 2017 se tient en Malaisie un workshop des parties prenantes au projet MAMAFOREST de STEREO qui étudie comment les forêts de mangroves peuvent être mieux gérées en utilisant des images de satellites optiques et radar.



Le 1er juillet 2017, l'agence européenne GNSS (GSA) devient formellement responsable de la coordination des services basés sur la constellation Galileo. Son quartier général est établi à Prague.



La première carte *all-sky* réalisée par le satellite GAIA est publiée le 16/08/2017. Elle est basée sur des observations de quelques 18,6 millions d'étoiles. La version finale, disponible à la fin de la phase opérationnelle du satellite, contiendra des données de plus d'un milliard d'objets. Les données de GAIA sont une mine d'or pour l'étude de l'origine, de la structure et de l'évolution de notre Voie lactée.

## 2 Stratégie spatiale

La politique spatiale qui a été menée par les gouvernements belges successifs au fil des dernières décennies a permis de construire dans notre pays un tissu scientifique et industriel extrêmement performant et reconnu comme tel en Europe et dans le monde : une septantaine d'équipes de recherche dans les universités et les centres de recherche et une quarantaine d'entreprises sont actives dans le domaine spatial en Belgique. Cela représente environ 3.150 emplois directs de haut niveau et un chiffre d'affaires annuel de 400 M€ (enquête BELSPO 2016).

Elle a également offert à la Belgique la capacité de détenir une place spécifique de choix et déterminante au sein de l'Europe spatiale : 5ème contributeur global à l'ESA.

Comme la Belgique veut continuer à valoriser ses investissements antérieurs en matière spatiale, ne pas rester à l'écart des enjeux dont les évolutions sont porteuses et continuer à faire profiter tous les acteurs et utilisateurs de l'activité spatiale, et plus globalement nos concitoyens, des bénéfices de l'Espace, la politique spatiale belge, au travers des nouveaux engagements qui ont été faits, a mis davantage l'accent sur les points suivants :

- Donner aux équipes scientifiques belges les possibilités de valoriser leurs compétences et d'en acquérir de nouvelles. Certains laboratoires universitaires et centres de recherche ont acquis un savoir-faire internationalement reconnu dans des domaines techniques et scientifiques de pointe hautement spécialisés. Il convient de continuer à renforcer les synergies et les coopérations entre universités, centres de recherche et industries pour assurer l'innovation à long terme et le transfert à l'industrie de celle-ci.
- Donner aux équipes industrielles belges les possibilités d'occuper leurs niches spécifiques (*core business*) et de conquérir de nouveaux marchés (effet multiplicateur). Les orientations programmatiques doivent assurer leur compétitivité au plan européen, voire international et permettre, par ailleurs, de limiter la dépendance de l'industrie à l'égard des financements institutionnels.
- Faire monter les acteurs belges dans la chaîne de responsabilité en mettant l'accent sur des "petites" missions. Il s'agit ici de mobiliser directement (c.-à-d. sans passer par les grands intégrateurs de systèmes spatiaux) les capacités scientifiques et industrielles présentes dans notre pays.
- Mettre l'accent sur les applications spatiales pour les pouvoirs publics et le citoyen. Ceci devrait mener à la création de nouveaux services et au renforcement de l'industrie correspondante.
- Tenir compte des évolutions majeures dans le domaine spatial et s'y adapter, entre autres :
  - depuis le Traité de Lisbonne, la Commission européenne assume des responsabilités dans le domaine du spatial. Ceci offre une opportunité aux acteurs belges pour gagner des contrats supplémentaires de la Commission européenne. Ce marché est complètement compétitif. La participation de nos acteurs dans les programmes ESA peut les aider à cette fin;
  - les évolutions dans le domaine spatial se succèdent de plus en plus vite. Pensons par exemple à Space-X dans le domaine des lanceurs et du New Space dans le domaine des télécommunications. La stratégie belge doit s'y adapter par une gestion spatiale efficace et flexible;
  - la composante 'sécurité-défense' de l'Europe spatiale est en pleine évolution. La Belgique doit se positionner pour s'y insérer et permettre à ses acteurs de prendre des positions clés.

Ces différentes considérations ont guidé les choix programmatiques de la Belgique lors des derniers Conseils ministériels de l'ESA de Luxembourg en 2014 et de Lucerne en 2016.



### **3 *Résumé des engagements programmatiques et des budgets***

Les décisions prises pendant le Conseil ministériel de l'ESA à Lucerne en 2016, pour lesquelles le Ministre belge de la Politique Scientifique Fédérale avait reçu un mandat du Conseil des Ministres du 25 novembre 2016, portaient sur les programmes de l'observation de la terre, de télécommunication et de navigation, de transport spatial, de l'homme dans l'espace et de l'exploration robotique, de la surveillance spatiale, de support aux développements technologiques et de support aux développements d'expériences et d'instruments scientifiques.

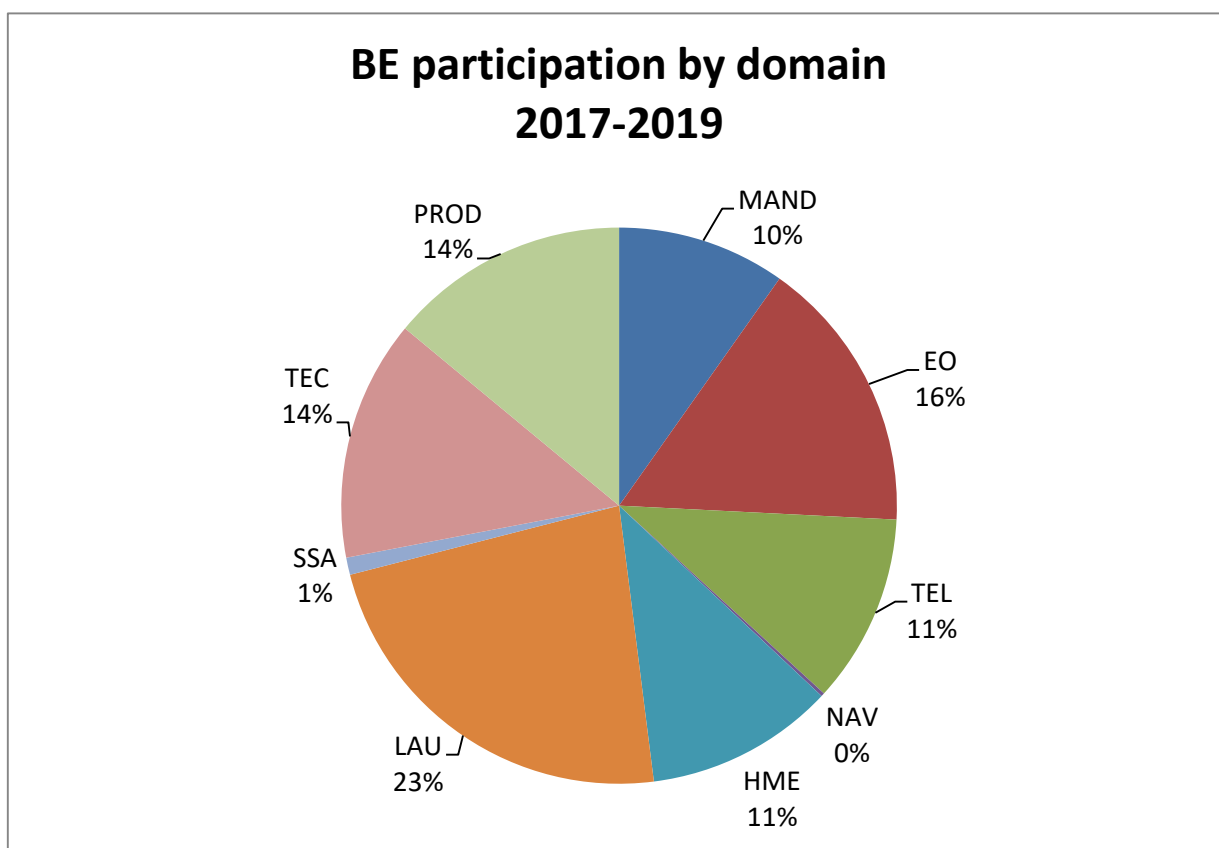
Le tableau ci-dessous reprend la situation des engagements pris par la Belgique pour les différents programmes spatiaux entre autres ceux faits lors du Conseil ministériel de l'ESA de Lucerne. Un rapport concernant les décisions prises lors de ce dernier Conseil ministériel de l'ESA a été soumis au Conseil des Ministres le 10 février 2017.

## Belgian contribution to space programmes

PROGRAMMES	duration	total subscribed envelope (million €)	total Belgian subscription (%)	total Belgian subscription (million €)	econ. cond.
<b>ESA Mandatory Programmes</b>					
Basic Activities	2017-2021	1160	2.74	31.8	curr.
Science Programme	2017-2021	2556	2.74	70.0	curr.
Centre Spatial Guyanais	2017-2021	437.9	4.07	17.8	2016
<b>ESA Optional Programmes</b>					
<b>Earth Observation</b>					
EOEP-4	2013-2021	1034.18	1.55	16	2012
EOEP-5	2017-2025	1158.11	2.42	28.05	2016
Earth Watch - Global Monitoring of Essential Climate Variables	2009-2026	165.186	5.82	9.62	2009
Earth Watch-PROBA-V Expl.	2013-2023	31.3	99.36	31.1	2012
Earth Watch - ALTIUS	2017-2020	97.97	93.62	91.72	2016
GMES Space Component 3	2013-2020	405.00	0.64	2.60	2012
METOP-SG	2013-2022	808.54	2.66	21.53	2012
MTG	2009-2022	942.89	2.58	24.31	2008
<b>Telecommunication</b>					
ARTES Competitiveness & Growth	2013-2016	418.307	15.50	64.860	2012
Core Competitiveness Programme	2017-2019	577.56	8.38	48.41	2016
ARTES Advanced Technology	2013-2016	94.078	11.46	10.790	2012
ARTES 7 SE 1 (EDRS)	2009-2014	244.600	5.20	12.72	2008
ARTES NEOSAT	2013-2020	342.845	4.32	14.816	2012
ARTES 20 Phase 2 (IAP)	2013-2016	133.75	4.33	5.8	2012
ARTES SE 2A, 2B, 2C (SAT-AIS)	2013-2020	62.882	7.08	4.45	2012
ARTES Partner SE 2 (ELECTRA)	2013-2024	178.660	3.13	5.6	2012
ARTES Partner SE 4 (ICE)	2015-2021	80.233	1.25	1	2014
ARTES 33 SE 5 (INDIGO)	2015-2017	15	93.33	14	2014
ARTES 33 SE 6 (ECO)	2016-2018	12.6	100	12.6	2016
ARTES Future Preparation	2017-2019	19.03	4.20	0.80	2016
ARTES to be allocated				34.133	mixed
ARTES Partner SE 8 (Govsatcom Precursor)	2017-2021	28.60	27.98	8.0	2016
ARTES IAP phase 3	2017-2019	147.99	4.22	6.25	2016
<b>Navigation</b>					
NAVISP	2017-2021	68.63	2.89	1.98	2016
<b>Human Space Flight, Microgravity and Exploration</b>					
ISS Exploitation - ph.2 - 2nd BFC	2013-2014	1074.93	3.68	39.56	2012
ISS Exploitation - ph.2 - 3rd BFC	2015-2017	791.42	3.14	24.85	2014
E3P per.1 ISS Exploitation	2017-2019	806.69	2.44	19.67	2016
ELIPS-4 Science Core Activities	2013-2016	223.36	8.15	18.21	curr.

	ELIPS-4 Human Expl. Technol. Comp.	2013-2016	7.68	52.08	4.00	curr.
	E3P per.1 SciSpacE	2017-2019	152.77	8.54	13.05	2016
	ETHEPAP	2008-2014	20.04	79.84	16.00	2008
	E3P per.1 ExPeRT, Human Exploration beyond LEO, Commercial partnerships, Luna Resource Lander	2017-2019	98.64	2.46	2.43	2016
	Aurora EXOMARS	2006-2016	1046.70	2.49	26.06	2008
	E3P per.1 EXOMARS	2017-2019	339.00	0.21	0.70	2016
<b>Launchers - Space Transportation</b>						
	FLPP period 3 NEO Core	2013-2019	243.69	9.21	22.44	2012
	FLPP period 3 NEO ULCED	2017-2019	82.62	2.42	2.00	2016
	VECEP step 1	2013-2015	84.12	11.20	9.42	2012
	Ariane and Vega development Ariane 6 element	2015-2022	2909.89	3.64	105.98	2014
	Ariane and Vega development Vega element C	2015-2022	260.69	6.60	17.21	2014
	Ariane and Vega development Vega element E	2015-2022	70.66	2.43	1.72	2016
	Ariane and Vega development P120C element	2015-2022	690.33	6.02	41.56	2014
	LEAP Ariane Classical & MCO	2015-2016	227.7	5.23	11.9	2014
	LEAP Ariane 5 Classical & MCO	2017-	435.67	2.35	10.23	2016
	LEAP Supplementary Ariane	2015-2016	234.4	4.82	11.31	2014
	LEAP Ariane 5 Supplementary	2017-2019	308.39	2.92	9.0	2016
	LEAP Vega Classical & MCO	2015-2016	65	6.26	4.07	2014
	LEAP Vega Classical & MCO	2017-2019	84.67	4.10	3.47	2016
	LEAP Supplementary Vega	2015-2016	19.88	3.52	0.70	2014
<b>Space Situational Awareness (SSA)</b>						
	SSA period 3	2017-2020	95.32	7.12	6.79	2016
<b>Science and Technology support</b>						
	PRODEX-10	2013-2017	N/A	N/A	94.82	curr.
	PRODEX-11	2018-2020	N/A	N/A	55.83	curr.
	GSTP element 1 (Develop)	2013-2020	N/A	N/A	138.30	curr.
	GSTP element 2 (Make)	2013-2020	N/A	N/A	35.00	curr.
	GSTP element 3 (Fly)	2013-2020	N/A	N/A	49.81	curr.
	GSTP Formation Flying component	2013-2017	N/A	N/A	50.83	curr.
<b>Other activities</b>						
	ESEC à Redu	2017-2022			5.0	curr.
	National Trainee Programme (NTP)	2013-2020			1.5	curr.
<b>Bilateral and Multilateral Programmes</b>						
	PLEIADES (France)	2004-	28.2	100	0.893	curr.
	MYRIADE Evolutions (France)	2015-2020	1.78	100	1.78	curr.
	SAOCOM (Argentina)	2001-2016	1.92	100	1.92	curr.
	MUSIS (multilateral)	2011-2022	41.361	100	20.361	curr.
<b>National Programmes</b>						
	STEREO III	2014-2021	28.6	100	28.6	curr.
	Centrum voor Beeldverwerking (CvB III) and Terrascope	2013-2018	14.3	100	14.3	curr.

La figure ci-après donne pour la période 2017-2019, la répartition thématique de l'engagement belge par domaine sur base des contributions financières aux différents programmes de l'ESA. L'engagement belge est réparti entre les différents domaines thématiques du spatial. Il faut noter que le domaine de la navigation est actuellement peu important car le programme de développement de GALILEO est terminé au sein de l'ESA et le déploiement se fait dans le cadre de l'EU, par contre la part dédiée aux lanceurs est importante suite aux engagements faits lors du Conseil ministériel de l'ESA de Luxembourg en 2014 portant sur le développement des nouveaux lanceurs Ariane 6 et Vega.



MAND : programmes obligatoires      EO : observation de la terre      TEL : télécommunications  
 NAV : navigation      HME : Homme dans l'espace et exploration robotique  
 LAU : lanceurs      SSA : surveillance de l'espace      TEC : technologies  
 PROD : support aux développements scientifiques (Prodex)

## 4 Statut des Programmes de l'ESA

### 4.1 Activités de base

#### Description du programme

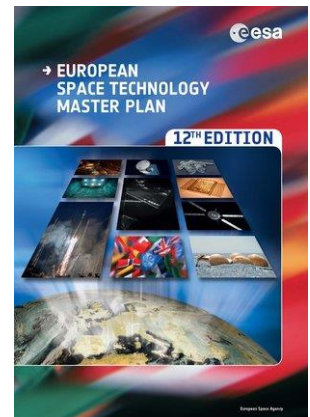
Les activités de base de l'ESA font partie, tout comme le Programme scientifique, du Budget général de l'ESA qui requiert une participation obligatoire des États membres. La contribution à ces programmes par les différents États membres est proportionnelle à leur PNB. Pour la Belgique, il s'agit actuellement de 2,76% du budget total qui s'élève environ à 250 M€ par an.

Les Activités de base constituent la base de la préparation des activités futures et des programmes de l'ESA. Leurs objectifs sont les suivants :

- préparer l'avenir par le biais d'études, de recherche, d'innovation et de dissémination ;
- garantir la durabilité et les capacités à long terme ;
- prévoir l'infrastructure, le soutien industriel et les services nécessaires.

Après le Conseil ministérielle ESA de 2016, les Activités de base ont été réparties en trois groupes:

1. Études, Recherche, Innovation et Dissémination :
  - Découverte, Préparation, Développement et Harmonisation de Technologie ;
  - le Programme de Transfert de Technologie et d'Incubation (TTP) ;
  - le Programme d'Éducation.
2. Durabilité et Capacités Long Terme :
  - Stockage de Données Long Terme et Earthnet ;
  - Expertise technique fondamentale.
3. Infrastructure, Soutien industriel et Services :
  - Initiative PME ;
  - Laboratoires Ingénierie et Facilités de test ;
  - Mission Opération Infrastructure ;
  - Sites et Investissements IT communs ;
  - Standardisation.



#### Intérêt belge et défis

Les faits marquants pour la Belgique depuis le Conseil ministériel de l'ESA de 2016 sont les suivants :

- un budget TRP restreint à la suite des réformes effectuées par le DG ESA, a eu pour résultat une forte réduction du nombre de contrats TRP en 2017 ;
- le lancement en 2017 de l'appel à propositions *Space Solutions Belgium*, qui vise à sélectionner l'acteur belge pour le Programme de transfert de technologie et d'incubation (TTP) ;
- entre janvier 2015 (le début des statistiques actuelles) et septembre 2017, les acteurs belges ont reçu un montant total de 23,8 M€ de contrats. Cela correspond à un retour géographique de 195 % de ce programme (!), ce qui signifie que les acteurs belges ont rencontré deux fois plus de succès que le budget qui a été contribué par la Belgique.

## 4.2 Le Programme scientifique

### Description du programme

La notion de "Space Sciences" ou "sciences spatiales" comprend l'étude à l'aide de satellites de tout ce qui se situe en dehors de l'atmosphère terrestre. Trois sous-domaines peuvent être différenciés : notre système solaire, l'astrophysique et la physique fondamentale. La participation au Programme scientifique est obligatoire au *pro rata* du PNB de chaque état membre.

Le contenu du programme est entièrement déterminé par les membres de la communauté scientifique européenne concernée, qui émet des propositions de nouvelles missions spatiales par le biais d'un processus de consultation compétitif (*calls*) organisé régulièrement par l'ESA.

Le programme contient les volets suivants (les missions lancées ou introduites récemment dans le programme depuis 2017 sont soulignées) :

- opérations de missions qui ont déjà été lancées :  
missions ESA : SOHO, XMM, CLUSTER, INTEGRAL, MARS EXPRESS, PROBA-2, GAIA, LISA-PF  
contribution ESA à des missions internationales : HST, HINODE, CASSINI, IRIS, MICROSCOPE
- développement de missions qui ont déjà été sélectionnées de manière définitive :  
missions ESA : BEPI COLOMBO, SOLAR ORBITER, EUCLID, JUICE, PLATO, CHEOPS, PROBA-3  
contribution ESA à des missions internationales : JWST, XARM
- travail préparatoire à des missions qui n'ont pas encore été sélectionnées définitivement :  
missions ESA : ATHENA, SMILE, LISA, ARIEL, THOR, XIPE
- le *Core Technology Programme* (CTP) : développement et démonstration de technologies ;
- études, appui scientifique, contingence, coût interne ESA.

À la suite de la décision prise au Conseil ministériel de l'ESA en 2016 de ne plus attribuer de compensation pour l'inflation et en raison des coûts élevés d'un certain nombre de missions déjà approuvées, il a été décidé de supprimer du programme un *call* prévu pour une mission *Medium-class*.

### Intérêt belge et défis

La Belgique peut se targuer d'une bonne participation scientifique au programme, ainsi que d'une excellente participation industrielle en ce moment. Elle se situe à deux niveaux :

- participation d'entreprises, d'établissements scientifiques et d'universités à la construction de satellites et d'instruments scientifiques à bord ;
- utilisation des données pour la recherche scientifique.

Il est et restera difficile pour la Belgique de jouer un rôle proéminent dans la définition de missions. La cause profonde de cette problématique est le manque de masse critique suffisante dans presque tous les groupes de recherche en sciences spatiales dans notre pays, ainsi que l'éparpillement du potentiel de recherche dans une multitude de sous-domaines. Notre pays tente d'inverser la tendance en optant pour une stratégie d'investissement dans la coopération et la spécialisation. La mission SOLAR ORBITER avec un instrument dirigé par la Belgique en est un bel exemple.

Depuis peu, le programme a consacré un volet spécifique à de 'petites missions' dans lesquelles notre pays a un grand potentiel reposant sur notre expérience avec la plateforme PROBA. Les moyens financiers font pour l'instant défaut pour développer suffisamment ce dossier : une réelle augmentation du budget annuel du programme bénéficierait en ce sens à la Belgique.



Le satellite Bepi Colombo va observer en détail la planète Mercure.

## 4.3 Observation de la Terre

### 4.3.1 Earth Observation Envelope Programme (EOEP)

#### Description du programme

EOEP constitue la clé de voûte des activités scientifiques d'observation de la Terre au sein de l'ESA. Ce programme enveloppe est double. Il comprend une composante 'développement et exploitation' et une composante *Earth Explorer*, qui englobe le développement et les opérations de satellites d'observation de la Terre à haut potentiel scientifique. Depuis 2016, nous sommes à la 5<sup>e</sup> période de ce programme enveloppe et les étapes suivantes ont été mises en œuvre :

- Sélection de 2 concepts *Earth Explorer* en tant que candidat à la 9<sup>e</sup> mission *Earth Explorer* : FORUM et SKIM ;
- Lancement de l'appel aux idées pour une 10<sup>e</sup> mission *Earth Explorer* ;
- Préparation du développement de nouvelles missions Copernicus, aussi appelées missions *Sentinel expansion*, dont le lancement est prévu autour de 2024. Pour ce faire, 6 types de missions, les *Copernicus High Priority Candidate Missions* (CHPCM) seront envisagées ;
- Développement et utilisation des plateformes d'exploitation sur lesquelles les données (satellites) ne doivent plus être téléchargées par l'utilisateur pour ensuite effectuer les opérations nécessaires, mais sur lesquelles l'utilisateur peut directement transmettre ses opérations et obtenir les résultats souhaités.

#### Intérêt belge et défis

EOEP est un programme qui suscite un grand intérêt tant de la part des entreprises que des établissements scientifiques et des universités. Grâce au grand potentiel qui est présent dans notre pays et à la contribution financière plutôt modeste de la Belgique à ce programme, notre pays a actuellement atteint un *geo-retour* très élevé. Cette situation a un désavantage, elle peut réduire la compétitivité des acteurs belges dans ce programme par rapport aux étrangers.

Outre la participation d'acteurs belges dans la composante *Earth Explorer*, la participation aux nouvelles missions Copernicus ne peut être qu'encouragée. C'est pourquoi avec le soutien de l'ESA et de la CE, une journée d'information a été organisée en octobre 2017 pour les acteurs belges afin qu'ils puissent s'organiser et se positionner pour les appels dans les études CHPCM. Les consortiums gagnants seront annoncés début 2018.

### 4.3.2 Earth Watch - Global Monitoring of Essential Climate Variables

#### Description du programme

Grâce à leurs satellites, l'ESA et ses états membres ont constitué des archives d'observation de la Terre qui retournent 30 ans en arrière et qui ont donc une très grande valeur pour déterminer les "variables essentielles du climat" (*Essential Climate Variables*, ECV). Ces ECV sont incontournables dans la recherche sur les changements climatiques. C'est pourquoi il a été choisi en 2008 de lancer le *Global Monitoring of Essential Climate Variables element* dans le programme *Earth Watch*. Les activités qui ont alors été lancées dans le programme ont été achevées début 2018.

Lors du Conseil ministériel de l'ESA fin 2016, il a été convenu de poursuivre cet élément du programme avec des activités autour de nouvelles ECV qui n'avaient pas encore été abordées. En outre, quelques ECV qui ont déjà été traitées seront reprises pour être complétées par des données d'archives supplémentaires. Le lien entre les ECV elles-mêmes sera également vérifié.

### Intérêt belge et défis

Cet élément du programme est très orienté sur la science dans lequel quelques scientifiques belges jouent un rôle majeur. Les acteurs belges suivants ont été impliqués dans la première série d'activités :

- UCL dirige l'ECV surface terrestre ;
- IASB-BIRA dirige l'ECV Ozone et participe également à l'ECV Aérosols et à l'ECV GHG ;
- IRM-KMI participe au consortium de l'ECV Ozone ;
- RHEA soutient le GCOS *Collocated office*.

#### 4.3.3 Earth Watch - PROBA-V Phase d'exploitation

##### Description du programme

Les activités opérationnelles de la mission ont débuté après le lancement de PROBA-V le 7 mai 2013 et la *commissioning phase* (phase E1). Elles sont financées par ce programme et par le programme CvB national (voir Section 6.2) qui se charge de générer des données de haute résolution. La mission PROBA-V prévoit la continuité des missions SPOT VEGETATION. Cette mission observe quotidiennement et de manière opérationnelle la végétation sur l'ensemble de la Terre. Ces observations ont entre-temps lieu depuis plus de 19 ans et prodiguent des informations essentielles sur les rendements agricoles, la sécheresse, la formation des déserts, les changements de la nature et de la végétation, la déforestation, etc.



Le satellite PROBA-V

La durée nominale de la phase opérationnelle de la mission était prévue pour 5 ans et devait durer jusqu'en décembre 2018, mais le bon état du satellite et le besoin restreint en entretien permettent de dégager une marge budgétaire pour prolonger la durée de vie du satellite. Une prolongation jusqu'à l'automne 2019 a été accordée. Outre l'offre de produits standards au sein de ce programme, une '*Mission Exploitation Platform*' (MEP) PROBA-V a été mise en place. Il s'agit d'un environnement virtuel qui donne les outils pour traiter, visualiser et analyser les données. Ceci permet de rapprocher les utilisateurs des données.

### Intérêt belge et défis

Les principaux acteurs belges sont le VITO pour le segment sol de traitement des données et l'ESEC à Redu pour la station au sol et pour les opérations satellites.

Depuis plus de 19 ans avec les données VGT, les acteurs belges se sont créés une niche en Europe et même dans le monde entier. Les données VGT contribuent notamment à la composante *Global Land* de Copernicus et sont extrêmement adaptées à la recherche dans le cadre du changement climatique. Le développement de MEP aide l'industrie belge à se positionner dans ce secteur en rapide évolution. MEP contribue également à *Terrascope*, le *Collaborative Ground Segment* belge pour Copernicus (voir Section 6.2).

#### 4.3.4 Earth Watch - ALTIUS

##### Description du programme

ALTIUS est une mission satellite *limb sounder*, basée sur une plateforme PROBA, qui contrôlera la distribution 3D et l'évolution de l'ozone stratosphérique avec une résolution verticale élevée. Les



données peuvent contribuer à des services opérationnels, notamment ceux d'ECMWF et d'EUMETSAT, ainsi qu'à ceux de Copernicus. Les données d'ALTIUS pourront également apporter un soutien à la recherche en matière de climat. Outre cette tâche opérationnelle, l'objectif est également d'effectuer des observations scientifiques.

#### Intérêt belge et défis

Le programme a été principalement financé par la Belgique lors du Conseil ministériel de l'ESA de 2016 car le concept ALTIUS, qui a été pensé par l'IASB-BIRA, se servira d'une plateforme PROBA de Qinetiq Space et d'un instrument d'OIP. Les autres pays qui participent au programme sont le Canada, le Luxembourg et la Roumanie.

Le défi est de répartir de manière proportionnelle le travail entre les pays concernés. Le respect du calendrier représente également un défi. Le lancement est prévu pour 2021.

#### 4.3.5 GMES Space Component

##### Description du programme

Le programme *GMES Space Component* (GSC) se charge du développement et de la construction des instruments ou satellites spécifiques d'observation de la Terre destinés au programme Copernicus de l'UE. Les satellites Sentinel et les instruments sont le concept de mission de GSC. Ils sont répartis en diverses familles qui génèrent des données d'observation de la Terre spécifiques qui soutiennent les services d'information Copernicus au sein du programme de l'UE. Mais elles doivent également générer des opportunités pour le marché commercial.

La première génération de Sentinel a été entièrement déployée. Les six premiers Sentinel ont été lancés avec succès et livrent une quantité importante de données :

- Sentinel-1A: 3 avril 2014 avec Soyouz ST
- Sentinel-2A: 22 juin 2015 avec Vega
- Sentinel-3A: 16 février 2016 avec Rockot
- Sentinel-1B: 25 avril 2016 avec Soyouz ST
- Sentinel-2B: 7 mars 2017 avec Vega
- Sentinel-5P: 13 octobre 2017 avec Rockot

#### Intérêt belge et défis

La présence industrielle belge était raisonnablement marquée dans le développement et la construction de la première génération de Sentinels. Avec cette nouvelle série de Sentinels, les *expansion missions*, dont les préparatifs sont en cours dans EOEP, on peut espérer que cette présence soit renforcée.

#### 4.3.6 METOP Second Generation (METOP-SG)

##### Description du programme

*MetOp Second Generation* (MetOp-SG) est un programme de l'ESA qui prévoit le développement et la construction de 2 prototypes de satellites, MetOp-SG-A et MetOp-SG-B, pour EUMETSAT *Polar System SG* (EPS-SG). Le système complet consistera en 3 satellites des deux types. Les unités récurrentes sont achetées par EUMETSAT à l'ESA. Les satellites seront placés en orbite polaire autour de la terre et seront opérationnels de 2021 à 2043.

### Intérêt belge et défis

Bien qu'au début du programme le *geo-retour* pour la Belgique n'était pas idéal, celui-ci a évolué vers un faible sur retour grâce l'octroi de contrats aux acteurs belges via le mécanisme des *best practice*. La situation est idéale puisque EUMETSAT prendra en charge le financement des unités récurrentes en dehors de ce programme. Les principales entreprises belges concernées sont Antwerp Space, CSL, M3 Systems, Qinetiq Space, RHEA, Sonaca, Spacebel, TAS-B et Vitrociset.

#### 4.3.7 Meteosat Third Generation (MTG)

##### Description du programme

Le programme ESA MTG prévoit le développement et la construction de 2 prototypes de satellites pour le système MTG, à savoir le MTG-I(*mager*) et le MTG-S(*ounder*). L'ensemble du système est constitué au total de 6 satellites, 2 MTG-S et 4 MTG-I qui seront placés en orbite géostationnaire autour de la Terre. Ces satellites assureront la continuité des observations météorologiques opérationnelles depuis l'espace. Le système MTG sera opérationnel pendant plus de 20 ans, soit jusqu'après 2040. Les lancements des deux prototypes de satellites sont prévus en 2020 (MTG-I) et en 2022 (MTG-S). En outre, un instrument Copernic, Sentinel 4, se trouve également à bord de MTG-S.

La complexité du programme a été au départ sous-estimée et a entraîné une augmentation considérable des coûts, tant pour le *core team* (TAS et OHB) que pour les sous-contractants. Afin de pouvoir mener à bien le programme, il a été décidé d'augmenter considérablement le budget du programme.

### Intérêt belge et défis

Le programme a été largement souscrit lors du Conseil ministériel de l'ESA à la Haye en 2008. Entre-temps, tous les contrats ont été attribués et la Belgique a obtenu son *retour*. Cela a pour conséquence que les satellites récurrents, qui seront financés par EUMETSAT en dehors de ce programme, ont un effet multiplicateur sur le *retour*. Les principales entreprises belges concernées sont AMOS, Antwerp Space, CMOSIS, CSL, EHP, TAS-B.

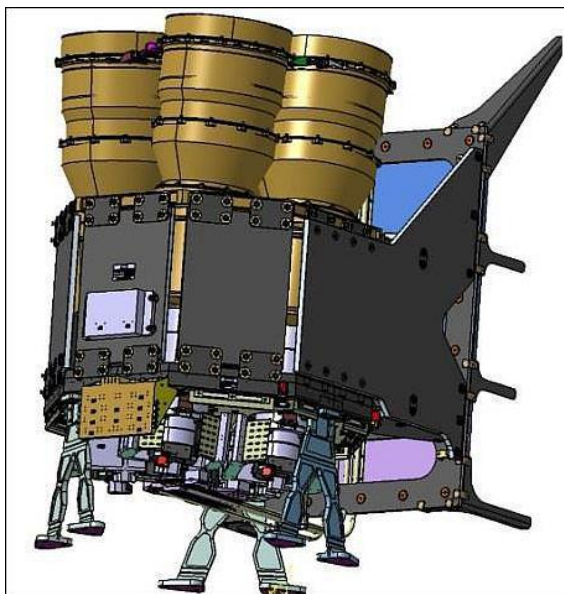


Illustration du *Lightning Imager* à bord des satellites MTG. Cet instrument va détecter les éclairs sur l'entièreté de la surface terrestre couverte par le satellite.

## 4.4 Télécommunications

### Description du Programme

Le programme **Advanced Research in Telecommunication Systems - ARTES -**, qui vise à maintenir et accroître la compétitivité industrielle des États européens dans le domaine des SatComs, est composé de différents éléments programmatiques avec leurs propres règles de cofinancement.

L'élément de programme **Future Preparations - FP -** est dédié à des études en Télécommunication Spatiales plus ou moins éloignées du marché et recouvre 4 catégories d'activités: le support à la stratégie, les systèmes de nouvelle génération, l'intégration des systèmes spatiaux/terrestres, et le support à la standardisation ou à des groupes spécifiques.

L'élément de programme **Core Competitiveness - CC -** est né au Conseil ministériel de l'ESA de 2016 par la fusion en une seule enveloppe budgétaire de la composante de programme *Advance Technology - AT -* (2013-2016) avec la composante *Competitiveness and Growth - C&G -* (2013-2016).

Dans la composante AT de CC, l'initiative du call est laissée à l'ESA pour baliser un solide plan sectoriel à long terme en Télécommunications via un financement de 100%. AT permet le développement des équipements depuis les premiers stades de développement des systèmes jusqu'au stade de la maquette ou du modèle d'ingénierie. Ce programme ne soutient pas la qualification des équipements spatiaux et l'industrialisation des équipements sol et utilisateurs.

La composante C&G de CC, en partenariat ESA/industrie, vise des activités de R&D proches du marché commercial dans tous les domaines d'application des télécommunications et dans les différents segments: spatial, sol, services, ... L'objectif est d'assurer l'aptitude à court terme de l'industrie à répondre aux opportunités commerciales, en axant les activités sur l'élaboration de produits pour le marché commercial ou institutionnel. C&G permet aux industriels, qui ont l'initiative, d'introduire des initiatives très en phase avec leurs besoins propres de R&D. Le cofinancement proposé est de 75%-ESA/25%-Industrie pour un développement technologique et de 50%-ESA/50%-Industrie pour le développement du produit.

L'élément de programme **European Data Relay Satellite - EDRS -** consiste en la mise en place d'un système de relais par satellite via un *Public Private Partnership -PPP-* sous proposition d'un *prime*, dans ce cas-ci Astrium Services, en partenariat avec l'industrie. Le système EDRS comporte: la charge utile (EDRS A), le satellite *small géo* et la charge utile (EDRS C), le lancement de EDRS C, le segment sol et les opérations. Le financement est au maximum de 75% par l'ESA, mais jusqu'à 100% dans le cas d'universités ou d'organismes de recherche, lorsque ces institutions sont des sous-traitants et si ce financement ne dépasse pas 30% du coût total de l'activité.

L'élément **NEOSAT** a pour objet de permettre le développement, la qualification et la démonstration en orbite de lignes de plateformes de la prochaine génération (*Next Generation Platform -NGP-*) grâce auxquelles les intégrateurs européens de satellites, déjà présents dans la catégorie de 3 à 6 tonnes de masse au lancement, pourront répondre aux besoins futurs des opérateurs de satellites. NEOSAT couvre des activités de recherche et développement de base visant à réaliser et à qualifier des lignes de NGP. L'objectif est des performances améliorées d'au moins 30% par rapport à l'offre des plates-formes satellite de la génération actuelle. Cet élément est cofinancé par l'industrie qui assume également la responsabilité de l'introduction des lignes de NGP sur le marché des satellites.

L'élément Promotion des applications intégrées (IAP), récemment rebaptisé **ESA Business Applications - EBA -**, a pour objectif de promouvoir les services fournis par les technologies spatiales au-delà des domaines explorés jusqu'à présent et d'attirer des nouvelles communautés d'utilisateurs. EBA privilégie l'utilisation de technologies/équipements spatiaux existants en n'exigeant qu'une part limitée d'adaptations technologiques. EBA couvre désormais non seulement des applications de technologies spatiales venant des télécoms ou de l'observation de la terre, mais aussi, depuis le Conseil ministériel de l'ESA 2016, de manière transverse venant de tous les départements ESA. Les

activités sont soit des études de faisabilité avec un cofinancement de maximum 75% (sauf si il s'agit d'un appel d'offre compétitif ESA, auquel cas le financement peut-être de 100%), soit des projets de démonstration avec un cofinancement de 50%.

**L'élément Sat-AIS** a pour principal objet de définir un service basé sur un Système d'Identification Automatique par satellite devant offrir aux organisations maritimes des possibilités de détection et de poursuite des navires au large des côtes, à des distances où la couverture ne peut plus être assurée par les AIS terrestres usuels.

Le sous-élément 1, *Definition of Sat-AIS*, clôturé en 2016, visait le relevé des besoins des utilisateurs. Dans le sous-élément 2, *Implementation of Sat-AIS*, l'objectif est la mise en place un système hybride (sat-terrestre) pour déployer et exploiter une infrastructure, qui permette à l'Agence européenne pour la Sécurité Maritime (EMSA) de fournir aux utilisateurs européens institutionnels/gouvernementaux des services améliorés, et qui stimule un marché commercial viable de services de trafic maritime. Le volet 2A de Sat-AIS est consacré aux satellites haute performance (HP) de technologie avancée et est financé à 100%; le volet 2B, aux développements technologiques pour un satellite moyenne performance (MP), cofinancés à 75%-ESA/10%-Industrie/15%-Opérateur; le volet 2C, au développement d'applications et de services avec un co-financement de 50%.

L'élément **Partner** a pour principal objet de développer des systèmes et équipements de télécommunications par satellite innovants qui répondent aux objectifs stratégiques de l'ESA avec des *primes* du privé, selon le modèle *Public Private Partnership* - PPP -. Chaque projet doit inclure une contribution innovante (en termes de technologie, de concepts système et/ou de service) constituant un élément fonctionnel d'un système satellitaire et jouant un rôle déterminant pour la réalisation du dossier commercial du partenaire privé. Chaque projet peut couvrir la conception d'un système satellitaire, les activités de développement de phase B/C/D/E1, ainsi que la phase d'essais et de validation. Le taux de cofinancement de l'ESA dépend du sous-élément considéré.

Le sous-élément 1, Preparatory Activities : activités préparatoires (de phase 0/A par exemple) pour tous les projets susceptibles d'être conduits avec l'ESA dans le cadre d'un PPP.

Le sous-élément 2, Electra : activités visant à mettre au point, lancer et valider en orbite un système satellitaire reposant sur une plate-forme géostationnaire innovante, d'une masse au lancement de l'ordre de 3 tonnes, qui utiliserait la seule propulsion électrique pour les opérations de transfert vers l'orbite géostationnaire et de maintien à poste pour une durée de vie de 15 ans. Le *prime* de ce PPP est OHB. L'ESA finance jusqu'à 50 % du total des coûts éligibles.

Le sous-élément 4, ICE (*Inmarsat Communications Evolution*) : activités visant à définir, développer et valider une infrastructure système optimisée de bout en bout dont tous les éléments présenteront des aspects largement innovants pour l'offre de télécommunications par satellite du service mobile. Le *prime* de ce PPP, l'opérateur satellite Inmarsat, financera et approvisionnera un nouveau système se composant de certains éléments récurrents n'entrant pas dans le périmètre d'ICE mais qui seront eux complétés par des éléments hautement innovants à tous les niveaux (segment spatial, segment sol, segment utilisateur et applications) cofinancés par l'ESA via ICE et développés par un consortium.

Le sous-élément 5, INDIGO (*Intelsat Newtec DIALOG Open System*) : activités visant développer, valider et lancer le déploiement, dans le cadre du système de satellites à haut rendement (HTS) d'un opérateur satellite particulier, une solution très innovante en matière de segment sol fournie par un consortium industriel européen piloté par un fournisseur de segment sol de satellites. L'ESA cofinance les volets innovants de la définition, de la conception, du développement et de la validation de la plate-forme de segment sol innovante, ce qui couvre les tâches d'ingénierie non-récurrentes. Les coûts restants sont pris en charge par les partenaires privés. Il est également prévu que les entités du consortium industriel contribuent financièrement. Le *prime* de ce PPP est Intelsat.

Le sous-élément 6, ECO (*Every Child Online*), a pour objet de développer et valider, dans le cadre d'un lancement initial sur la flotte de satellites à haut rendement (HTS) d'un opérateur, une solution innovante en matière de segment sol fournie par un consortium industriel européen. Les activités de développement technologique relatives à ECO seront conduites par un fournisseur de segment sol satellitaire; les capacités développées permettront d'exercer un effet de levier sur les réseaux HTS et de fournir des services B2C (entreprise à particulier/collectivité) en bande large d'un bon rapport coût/efficacité à un volume important de clients à faible revenu moyen par utilisateur en Afrique

subsaharienne. Le système de cofinancement est analogue à celui d'INDIGO. Le *prime* de ce PPP est AVANTI Communications.

L'élément GovSatCom Précurseur, créé au Conseil ministériel de l'ESA 2016, a pour but de préparer l'industrie Européenne à participer au future programme GovSatCom de la Commission Européenne. En effet, GovSatCom, la prochaine génération de satellites gouvernementaux de communications, devra répondre aux demandes de l'*European Defence Agency*, de la Sécurité et Défense Commune, de la protection civile, de l'aide humanitaire, de la surveillance maritime et des frontières, à la surveillance des infrastructures critiques, aux communications arctiques, aux RPAS et à la communication data inter satellites. Le *Pooling and Sharing* des ressources entre les différentes applications, entre les usagers civils et militaires, les synergies avec les opérateurs commerciaux existants devront fournir à l'Europe une solution efficace en termes de coût pour répondre aux demandes gouvernementales en l'Europe en matière de télécommunication par satellite. Différents consortiums, appelés Pacis, sont proposés sous cet élément pour une application particulière des satellites gouvernementaux promue par un *prime* du privé.

### Intérêt belge et défis

**Future Preparation :** Pas encore d'activités FP récentes pour les entités belges : 100% du petit budget belge prévu pour cet élément est encore disponible. Le défi est donc ici d'engager les intérêts des industriels belges du SatCom pour des activités très amont.

**Core Competitiveness :** Environ 94% du budget CC est déjà engagé au 31 janvier 2018 (c-à-d. supporté par la délégation belge et non perdu/en course dans le cas des open calls. La difficulté est donc ici pour l'élément CC, à l'inverse de FP, de gérer un budget sous pression (mais pouvant être réalimenté par la ligne *To Be Allocated* prévue à cet effet).

La composante AT de CC est assez sollicitée par les acteurs belges, ceux-ci remportant régulièrement des appels d'offres émis par l'ESA. Les acteurs principaux sont TAS-B, Newtec, EHP, Antwerp Space, IMEC.

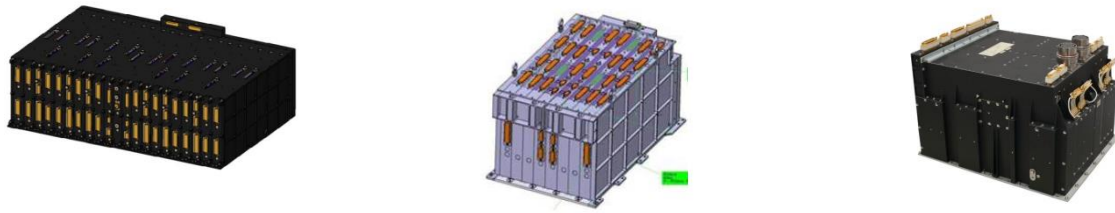
La composante C et G de CC est très largement sollicitée par les acteurs belges car celle-ci leur permet un réel plan de commercialisation ainsi qu'une forte focalisation sur le marché potentiel. Les acteurs principaux sont TAS-B (signalons l'investissement important pour le développement d'une usine automatisée de panneaux solaires télécoms nommée *PhotoVoltaic Assemblies - PVA*), Newtec (évolution du produit *WideBand Newtec Dialog*), RHEA (*Cyber Security Centre of Excellence* à ESEC à Redu -CSCE-).

**EDRS :** Le lancement pour de la mission EDRS-A a eu lieu en Janvier 2016 tandis que EDRS-C est finalement prévue pour le 1er semestre 2018. L'intérêt belge pour EDRS était dans le segment spatial (certains industriels belges contractés, dont TAS-B), ainsi dans le segment sol avec le MOC (*Mission Operation Centre*, pour RSS et Spacebel). Après de nombreuses et difficiles discussions entre le *prime* Airbus D&S et RSS, un accord a été trouvé pour le développement du MOC à l'ESEC à Redu mais comme *backup* du MOC d'Ottobrunn (DE), ainsi que pour l'intégration de modules S/W développés par RSS dans le MOC nominal d'Ottobrunn.

**Sat-AIS :** L'intérêt belge se manifeste dans les segments spatiaux de l'élément 2B (les acteurs belges Deltatec, Vitrociset et CSL sous *primeship* de Luxspace avec ExactEarth comme opérateur commercial).

**NEOSAT :** Si NEOSAT vise à l'origine à développer une plateforme commune entre les deux grands *primes* Airbus D&S et Thales Alenia Space (TAS), en maximisant les synergies entre leurs plateformes respectives (Eurostar pour Airbus D&S et Spacebus NEO pour TAS), il faut reconnaître que dans les faits, les développements pour ces deux plateformes sont essentiellement distincts. Toutefois, NEOSAT est un réel succès du point de vue belge puisqu'il a permis à TAS-B et EHP de très bien positionner leurs produits auprès de ces *primes*. Ainsi, NEOSAT n'est pas étranger à la croissance importante de EHP ces dernières années, devenu leader Européen sur le marché des caloducs pour l'architecture thermique des satellites.

**Partner SE 2, ELECTRA :** A l'occasion du salon de l'Aéronautique et du Spatial au Bourget, Thales Alenia Space a signé avec OHB, le 21 juin 2017, son premier contrat pour fournir à partir de la Belgique (TAS-B) les nouvelles générations d'équipements électroniques (PCU-NG, DCU et PPU Mk3) à destination de la plate-forme Electra.



PCU NG: *Power Conditioning Unit*, pour la conversion et le management de l'énergie en provenance des panneaux solaires du satellite ainsi que la gestion de charge/décharge des batteries.

DCU: *Drive Control Unit*, pour le pilotage des moteurs d'orientation des antennes et des panneaux solaires.

PPU Mk3: *Power Processing Units*, compatible avec les moteurs à propulsion plasmique, pour la mise en orbite et le maintien à poste des satellites télécoms électriques.

**Partner SE 6, ECO :** Un retard du déploiement de la solution proposée par NEWTEC pour le segment sol ainsi qu'un retard du lancement du satellite d'AVANTI s'accroissent en un délai de plus de 10 mois pour le lancement de la mission. Ceci est problématique pour SatADSL en charge du Pilote de démonstration du service: le client original a été perdu à la concurrence et l'incertitude sur les prix qui seront pratiqués par AVANTI rendent difficile les négociations pour un Pilote alternatif.

**Partner SE 8, GovSatCom Precursor :** Les acteurs belges sont impliqués dans deux consortiums qui ont démarré récemment en 2017: respectivement PACIS 1 (RSS, avec l'optique d'un rôle significatif pour l'ESEC à Redu dans les futurs govsatcoms et NEWTEC, sous *primeship* de SES) et PACIS 5 (NEWTEC, sous *primeship* d'ADS).

**Partner SE 11, QKDSat :** En 2017, ce nouveau partenariat a vu le jour pour un budget ESA ambitieux de 33Meuros (représentant 50% du coût total) mené par ARQIT LIMITED (UK), toute fraîche spin-out d'AVANTI, avec pour but la mise en place d'un système de distribution de clefs quantiques par satellite. La plateforme satellite sera développée par QINETIQ SPACE.

**EBA :** Près de 80 % du budget EBA est déjà engagé au 31 janvier 2018 (c-à-d. supporté par la délégation belge et non perdus/en course dans le cas des open calls). Ainsi, après des débuts lents lors de sa création en 2009, la promotion par les Ambassadeurs d'EBA auprès des acteurs belges porte ses fruits. Mais la difficulté est désormais de gérer ce budget sous pression face à la diversification de ses thématiques et à l'augmentation de la cadence des propositions. De nouveaux mécanismes doivent être mis en place et la délégation belge s'y attache. Ce problème semble générique aux Etats Membres qui sont déjà bien installés à l'ESA.

**To Be Allocated :** Aujourd'hui, après le transfert de 882 k€ vers SmallGeo, 5 279 k€ vers NEOSAT, 2 348 k€ vers Electra en 2017, 13 175 k€ pour la création du nouveau PPP QKDSat, 36 % du budget TBA est encore disponible au 31/01/2018.

## 4.5 Navigation

### Description du programme

Le programme NAVISP (*Navigation Innovation and Support Programme*), qui succède au programme EGEP (*European GNSS Evolution Programme*), a pour principal objet de faciliter l'élaboration de propositions innovantes dans le domaine de la navigation par satellite et des activités de localisation, navigation et mesure du temps (PNT), conjointement avec les industries des États participants au programme ainsi qu'en coordination avec l'UE et ses institutions.

Il devrait permettre de contribuer au succès de l'industrie européenne sur le marché mondial de la navigation par satellite, marché très concurrentiel en rapide évolution, et plus généralement dans le domaine des technologies et des services PNT, tout en aidant les États participants à atteindre leurs objectifs nationaux et à développer leurs capacités dans ce secteur.

Ce programme est organisé en trois éléments, qui se complètent :

- Élément 1 : Innovation dans le domaine de la navigation par satellites ;
- Élément 2 : Compétitivité ;
- Élément 3 : Soutien aux États membres.

Le programme a débuté dans le courant de 2017 et les premiers contrats de recherche ont été attribués.

### Intérêt belge et défis

La Belgique a investi considérablement dans le cadre du programme Galileo ce qui a permis à l'industrie belge de développer une compétence unanimement reconnue notamment dans le domaine des récepteurs (Septentrio) mais également dans le domaine de la logistique (Vitrociset), des réseaux de communication (Antwerp Space) et des instruments de sécurité embarqués (TAS-B).

Les projets financés dans NAVISP devraient permettre aux industriels actifs dans le domaine de la navigation d'augmenter et de consolider leur expertise. C'est notamment le cas pour M3S, Qinetiq Space, Septentrio, TAS-B et Vitrociset.



La constellation Galileo sera constituée au final de 30 satellites de navigation.

## 4.6 Vols habités, Microgravité et Exploration

### Description du programme

Les activités liées aux vols habités, à la microgravité et à l'exploration sont à présent regroupées dans un programme européen d'exploration nouveau et ambitieux, qui a été approuvé par les ministres à Lucerne en décembre 2016. Ce programme s'intitule *European Exploration Envelope Programme* (E3P). Les activités suivantes sont encore en cours :

- **ISS Exploitation**, qui concerne les activités liées à la Station spatiale internationale (ISS), telles que les activités opérationnelles du laboratoire européen *Columbus* de l'ISS, les USOC (*User Support and Operations Centres*) en Europe, la construction d'un module de service pour Orion et le maintien de l'équipe européenne d'astronautes. Ce volet concerne également les suites éventuelles réservées à l'ISS : une prolongation de l'ISS, une coopération avec la Chine (CMSA) ou une plateforme commerciale en *low earth orbit* (LEO).
- Le programme *European Transportation and Human Exploration Preparatory Activities Programme* (ETHEPAP) a été établi lors du Conseil ministériel de l'ESA de La Haye en 2008 et fait partie du programme de développement de l'ISS.
- *Science in Space Environment* (SciSpaceE), auparavant connu sous le nom ELIPS, regroupe les missions préparatoires et de soutien dans le cadre des expériences en microgravité. Ces expériences ont été sélectionnées à partir de propositions qui ont été introduites en réponse aux appels d'offres européens et internationaux. La plupart des expériences sont liées à la biologie, l'exobiologie, la physiologie, les sciences des matériaux et la physique des fluides.
- *Exploration Preparation, Research and Technology* (ExPeRT) succède aux anciens programmes MREP et Aurora Core. La première phase d'ExPeRT définit l'architecture des missions d'exploration et prépare la technologie pour ces missions. ExPeRT contribue notamment dans une large mesure au projet MELISSA qui assure, depuis près de 25 ans, le développement d'une technologie permettant de recycler les déchets humains des vols habités de longue durée.
- **Beyond LEO** englobe les activités qui sont liées au module de service européen (ESM) pour Orion (la nouvelle navette américaine) et au *Deep Space Gateway* (une station en orbite lunaire qui n'est pas habitée en permanence). L'ESM pour Orion est basée sur l'*Automated Transfer Vehicles* (ATV) européen et assure la propulsion, la puissance, la régulation thermique et fournit également l'eau et le gaz aux astronautes dans le poste d'équipage. La construction d'un module de service pour Orion offre à l'Europe la possibilité de contribuer jusqu'en 2020 aux coûts d'exploitation communs de l'ISS dans le cadre des accords internationaux.
- Les **Commercial partnerships** s'inscrivent dans le cadre de la vision 'Space 4.0' du directeur général de l'ESA dans laquelle la coopération (internationale et) commerciale joue un rôle capital et offre un espace pour la coopération commerciale au sein d'E3P.
- **Luna Resource Lander** ne contient pour l'instant que des missions de démonstration robotique sur la Lune. A plus long terme, les sous-programmes *Luna Resource Lander* et *Beyond LEO* seront associés lorsque le module Orion et le service *Deep Space Gateway* œuvreront à envoyer des gens sur/à proximité de la Lune.
- Le programme **EXOMARS** contient à court terme les missions EXOMARS de 2016 et 2020, et à plus long terme, une mission *Mars Sample Return*. La mission EXOMARS 2016 est axée autour de l'orbiteur *Trace Gas Orbiter* (TGO) qui effectue des mesures scientifiques de l'atmosphère de Mars.



Impression artistique du véhicule spatial Orion avec le module de service européen (ESM).

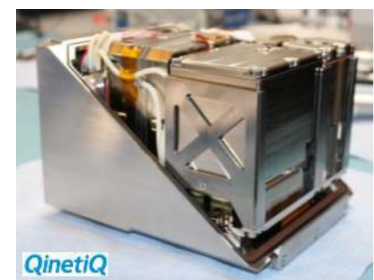


Dans un second temps, l'orbiteur TGO servira de relais de communication pour la mission de 2020. Un atterrisseur et un rover sont au centre de la mission EXOMARS 2020. Ce dernier prélèvera sur place des échantillons du sol (et du sous-sol) de Mars et les analysera. Les pays qui participent à EXOMARS fournissent des instruments qui sont développés sur la base de financements nationaux. La mission EXOMARS se déroule également en coopération avec la Russie, qui a à cette occasion notamment fourni en 2016 un lanceur PROTON. En 2020, la Russie augmentera cependant sa contribution et mettra également à disposition, en plus d'un lanceur, une série d'instruments scientifiques russes.

### Intérêt belge et défis

- **ISS Exploitation:** En 2017, il a été décidé de fermer les plus petits USOC européens afin de réduire les coûts opérationnels. L'USOC belge (B.USOC) sera cependant maintenu, ce qui renforcera encore sa position en tant que l'un des trois principaux USOC (avec le MUSC allemand et le CADMOS français). En outre, 2017 marquait également la fin de la facilité SOLAR (avec l'instrument belge SOLSPEC). Il avait été prévu que SOLAR opère pendant deux ans, mais il a finalement servi neuf ans sous la responsabilité opérationnelle du B.USOC. Les entreprises belges telles que Rhea, Space Applications Services et Vitrociset continuent à jouer un rôle important dans les activités opérationnelles de l'ISS.
- **ETHEPAP:** Durant la période 2013-2017, le système d'interconnexion IBDM (*International Berthing and Docking Mechanism*), dont QinetiQ Space est le contractant principal, a continué à être développé. Le 5 avril 2017, un accord a également été signé entre l'ESA, QinetiQ Space et Sierra Nevada Corporation au sujet de la coopération pour l'utilisation de l'IBDM pour le *Dream Chaser*® Spacecraft.
- **SciSpace:** Le panel d'expériences au sein de SciSpace est très étendu, ce qui réduit beaucoup les moyens financiers par expérience et accroît également le temps d'exécution, jusqu'à plus de 10 ans pour la plupart des projets sélectionnés. Il en résulte qu'il est difficile en Belgique de conserver toutes les équipes existantes et que les coûts, en particulier ceux du programme de soutien PRODEX, sont difficiles à gérer. A la demande de la Belgique notamment, des exercices de priorisation ont été réalisés depuis 2015 à l'ESA. A cette occasion, certains projets qui n'étaient plus pertinents ou n'étaient pas réalisables (dans le contexte de la durée de vie limitée de l'ISS) ont été annulés. Bien qu'il s'agisse déjà d'une grande étape, la Belgique encourage l'ESA à être à l'avenir encore plus sélective quant au choix des projets qui doivent être poursuivis. Il convient également de tenir compte des membres de l'ESA qui n'ont qu'une petite participation dans le portfolio d'expériences et sont par conséquent moins enclin à une désélection des projets. Les moyens financiers supplémentaires que la Belgique a engagés lors du Conseil ministériel de l'ESA au Luxembourg en 2014 ont ménagé une marge de manœuvre supplémentaire, ce qui a permis de réaliser des expériences scientifiques belges de premier plan qui avaient été perdues lors du lancement infructueux d'*Orbital Sciences* en 2014. Ainsi, en 2017, l'expérience GRIP (UCL) a notamment été envoyée - avec succès cette fois - vers l'ISS.

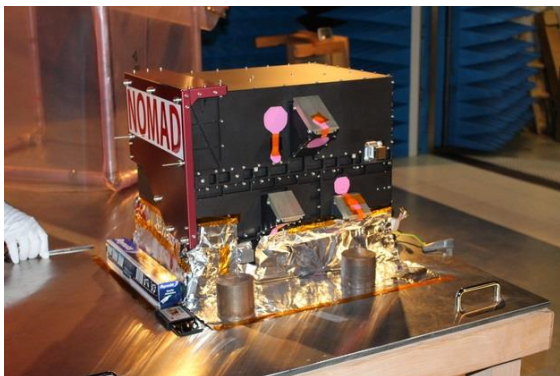
En 2017, l'expérience ArtemISS-B (liée au projet MELISSA et dirigée par CEN-SCK) a été lancée fructueusement vers l'ISS. Cette expérience, qui consiste en un bioréacteur microbien actif, était la première expérience en son genre. Bien qu'il ne s'agisse que d'un test pilote bref et de petite envergure, cela représente une première étape pour le développement de futurs systèmes *biobased life support* destinés à permettre une présence humaine durable dans l'espace.



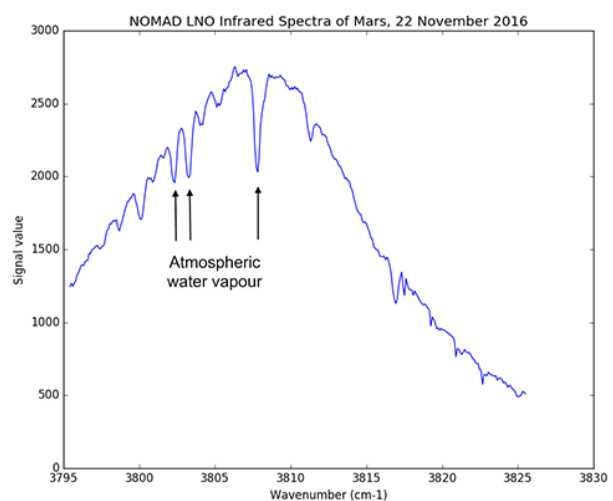
Engineering model de ArtemISS-B.

Une quarantaine d'équipes scientifiques de divers établissements belges sont actives au sein de SciSpace: ERM-KMS, KULeuven, CEN-SCK, UAntwerpen, UCL, UGent, ULB, ULiège, UMons, UNamur, VKI, VIB, VITO et VUB. Les entreprises belges suivantes sont impliquées dans le programme: Arsalis, Lambda-X, OIP et QinetiQ Space.

- **ExPeRT**: Afin de prendre en considération toutes les technologies *life support* disponibles, un groupe de travail *life support* a été créé en 2017 pour préparer et mieux coordonner les activités futures dans ce domaine en Europe. Les principaux partenaires belges du projet MELiSSA sont CEN-SCK, UGent, UMonS et VITO. Côté industriel, QinetiQ Space joue un rôle essentiel.
- **Beyond LEO**: Sonaca fournit les extrémités sphériques de chaque réservoir du MSE pour Orion, TAS-B livre l'unité de réglage pour réguler la pression des liquides et des gaz lors des vols d'Orion et Antwerp Space se charge du développement d'*Electrical Ground Support Equipment* (EGSE). En 2017, un contrat a été établi pour la construction d'un deuxième MSE. Des négociations entre l'ESA et la NASA sont en cours pour couvrir la contribution aux coûts d'exploitation de l'ISS et aux missions européennes d'astronautes jusqu'en 2024, via un deuxième module de service Orion et une contribution européenne au *Deep Space Gateway*.
- **Commercial partnerships**: *ICE-Cubes* est la première coopération entre l'ESA et une entité commerciale au sein d'E3P. *ICE-Cubes* est un projet de l'entreprise belge Space Application Services qui prévoit un *upload* et des opérations d'un ou plusieurs cubes (10x10x10 cm) dans différentes formations qui peuvent être librement aménagées techniquement par le client. Le lancement de la facilité *ICE-Cubes* est prévu pour le début 2018.
- **Luna Resource Lander**: Lors du Conseil ministériel de l'ESA en 2014 au Luxembourg, quelques activités de coopération ont été confirmées avec le programme russe pour l'exploration robotisée de la lune. Ces deux dernières années, ces activités ont été effectuées sous la forme de deux contributions européenne aux missions russes *Luna-Glob* (lancement prévu en 2019) et *Luna Resource Lander* (lancement prévu en 2021): PILOT et PROSPECT. PILOT sur *Luna-Glob* est un modèle de démonstration d'une caméra de navigation lors de l'alunissage, alors que PROSPECT sur *Luna Resource Lander* (outre un modèle de PILOT validé) prévoit un forage et un set d'analyse d'échantillons. L'entreprise belge OIP fournit les deux caméras PILOT.
- **EXOMARS**: Dans le cadre du programme PRODEX de l'ESA, la Belgique a financé l'instrument NOMAD pour les mesures atmosphériques sur TGO, dont l'IASB-BIRA assure la coordination scientifique et OIP la coordination industrielle. Actuellement, TGO a été mis en orbite quasi-circulaire autour de Mars afin de pouvoir commencer les mesures scientifiques fin avril 2018. Pour EXOMARS 2020, notre pays fournit également l'instrument LaRa (*Lander Radioscience*) placé sur la plateforme d'atterrissage, avec l'ORB-KSB comme coordinateur scientifique et Antwerp Space en tant que coordinateur industriel.



L'instrument NOMAD, et à droite le premier spectre de test obtenu en orbite autour de Mars.



## 4.7 Lanceurs

### 4.7.1 Ariane 6 et VEGA

#### Description du Programme

En 2014, le Conseil ministériel de l'ESA de Luxembourg a décidé d'abandonner le développement d'Ariane 5ME et de se lancer dans le développement d'Ariane-6, non plus dans une version PPH comme préconisé en 2012 mais dans une version PHH (premier étage basé sur la propulsion solide (P=poudre) tandis que le deuxième et le troisième sont basés sur une propulsion liquide (H=hydrogène)), permettant ainsi:

- de maximiser les synergies avec le lanceur VEGA en développant un moteur à propulsion solide commun aux deux lanceurs, le P-120;
- d'avoir un lanceur Ariane-6 plus modulable en proposant deux versions, Ariane-62 avec 2 propulseurs d'appoint, essentiellement dédiée aux missions institutionnelles et Ariane-64 qui en comporte 4 pour les missions commerciales. Selon la version, le nouveau lanceur aura la capacité de placer sur une orbite de transfert géostationnaire des satellites d'une masse de 5 ou 10,5 tonnes.

Le programme développement de ce nouveau lanceur se compose de quatre enveloppes distinctes à savoir, le développement d'Ariane 6, le développement du P-120 (moteur commun à Ariane 6 et Vega), la consolidation du lanceur VEGA appelé VEGA-C qui utilisera le P-120, ainsi qu'une enveloppe dédiée au développement de nouvelles technologies.

Le programme est en cours de réalisation et la majorité des contrats ont été placés avec comme objectif un premier tir de VEGA-C en septembre 2019 et un premier d'Ariane-6 en juillet 2020.

Lors de l'adoption du programme Ariane-6 en 2014, les Etats membres ont décidés de mettre en place une revue de mise en œuvre du programme Ariane-6 (PIR), deux ans après le début de la mise en œuvre de ce dernier. Cette revue de mise en œuvre a eu lieu en juillet 2016 avec comme objectif de demander aux États participants au programme de se prononcer sur la poursuite des activités en fonction des critères suivants :

- déroulement satisfaisant de la revue technique et programmatique du programme Ariane-62/64 (PDR) ;
- obtention d'un engagement ferme de l'industrie sur les coûts convenus et le prix des services de lancement pour les lancements institutionnels ;
- accord avec l'industrie sur l'ensemble des conditions associées à la phase d'exploitation d'Ariane-62/64 ;
- reconfirmation des investissements de l'industrie en faveur du programme de développement d'Ariane-62/64.

Les Etats membres participants au programme se sont prononcés lors d'une réunion du Conseil de l'ESA en septembre 2016 et ont décidé, vu que l'ensemble des critères n'avaient pu être évalués



Deux versions d'Ariane 6 sont proposées: Ariane-62 avec 2 propulseurs d'appoint et Ariane-64 en comportant 4.

faute d'informations pertinentes, qu'un point clé sur l'aptitude à l'exploitation devrait être organisé dans le courant de l'année 2017 avec pour objectif de vérifier :

- que l'exploitation stabilisée d'Ariane-6, entreprise conformément au *Launchers Exploitation Arrangement* amendé, est équilibrée et robuste pour ce qui est des six premières années ;
- l'existence d'un dossier qui engage l'industrie en ce qui concerne les coûts découlant de la transition entre le développement et l'exploitation pour laquelle il a été convenu de la contribution du secteur public ; ce dossier doit exposer de façon cohérente et transparente comment se feront l'arrêt progressif de l'exploitation d'Ariane-5 et la montée en régime simultanée de l'exploitation d'Ariane-6.

Ce point clé sur l'exploitation a été réalisé en décembre 2017. Le rapport sur ce point clé qui devrait déboucher sur la mise en œuvre du programme de transition Ariane-5 - Ariane-6 sera présenté aux Etats membres lors de la réunion du Conseil de l'ESA du mois de mars 2018.

### Intérêt belge et défis

Les industriels belges déjà impliqués sont SABCA, TAS-B, Safran Aéro-Booster, l'ULiège et Axima. Le défi est de taille car ce programme doit permettre aux industriels belges de conforter et maintenir des compétences développées grâce aux investissements publics dans des domaines clés comme par exemple les TVC ou l'avionique.

#### 4.7.2 LEAP - Launchers Exploitation Accompaniment Programme

##### Description du programme

Le Programme d'accompagnement de l'exploitation des lanceurs (LEAP) vise à fournir un cadre stable et complet à l'accompagnement de l'exploitation des lanceurs développés par l'ESA (Ariane et Vega), afin de rendre cette exploitation durable.

Les principaux objectifs du programme sont les suivants :

- garantir que les systèmes de lancement Ariane-5 et Vega restent qualifiés tout au long de leur phase d'exploitation, ce qui comprend des activités classiques d'accompagnement de l'exploitation et le maintien en conditions opérationnelles (MCO) des installations d'exploitation appartenant à l'ESA;
- permettre une exploitation durable et économiquement équilibrée de ces deux systèmes de lancement ce qui comprend des activités supplémentaires d'accompagnement de l'exploitation.

Le programme est divisé en 4 enveloppes financières distinctes pouvant être souscrites de manières indépendantes:

- Accompagnement classique et contribution au MCO Ariane;
- Activités supplémentaires Ariane;
- Accompagnement classique et contribution au MCO Vega;
- Accompagnement supplémentaire Vega.

Vu le manque de souscriptions au programme LEAP, le programme des activités a été adapté en fonction des moyens disponibles et ce pour les différentes enveloppes du programme. Actuellement, le programme suit son cours sans soucis majeurs.

### Intérêt belge et défis

Industries concernées: SABCA, TAS-B, Safran Aéro-booster et ULiège. Le défi majeur est de pouvoir assurer les activités classiques et le maintien en conditions opérationnelles des différents systèmes Ariane et Vega en fonction du budget disponible. Un autre défi est d'assurer une exploitation durable et économiquement équilibrée de ces deux systèmes de lancement.

#### 4.7.3 FLPP NEO - Future Launchers Preparatory Programme - New Economic Opportunities

##### Description du programme

Le Programme préparatoire des lanceurs futurs a été décidé lors du Conseil ministériel de l'ESA de Berlin en 2005. Il vise à préparer les éléments techniques et programmatiques devant permettre de se prononcer en toute connaissance de cause sur le système de lancement le mieux qualifié pour répondre aux futurs besoins institutionnels tout en maintenant la compétitivité sur le marché commercial.

Lors du Conseil ministériel de l'ESA de Lucerne, il a été décidé de prolonger la troisième période du FLPP. Cette troisième période du programme/NEO (Nouvelles Opportunités Economique) est avant tout axée sur les systèmes, les technologies et les démonstrateurs intégrés et examinera également les possibilités d'application à la famille européenne des lanceurs et à l'évolution de cette dernière.

Les activités de la troisième période NEO sont en cours et à la demande de la Belgique, ces activités se font en synergie avec le développement des nouveaux programmes de développement.

##### Intérêts belges et défis

Industries déjà concernées: TAS-B et SABCA. Le défi à relever par nos industriels est de développer des éléments utilisant des technologies innovantes tout en réduisant les futurs coûts récurrents de ces éléments.

#### 4.7.4 Space Rider

##### Description du programme

Le programme Space Rider, qui fait suite au programme IXV, a pour objectif à long terme de définir et développer un système européen de transport spatial réutilisable et d'un coût abordable, qui sera lancé par Vega-C et qui pourra à l'avenir procéder à l'expérimentation et à la démonstration de diverses missions d'application en orbite terrestre basse, en tirant le plus possible parti des technologies qui existent dans le domaine des lanceurs et, lorsque cela sera judicieux, en relevant progressivement divers défis technologiques, moyennant un niveau de risque limité et un effort financier minimal pour l'Europe. L'objectif à court terme consiste à définir la mission et le système de référence ainsi que les technologies habilitantes.

##### Intérêts belges et défis

La Belgique n'a pas directement souscrit à ce programme. Comme prévu dans la décision du Conseil ministériel de l'ESA en 2016 pour le CM-ESA de Lucerne, les activités pour les industriels qui ont été impliqués dans le programme IXV et qui sont intéressés par le programme Space Rider seront couvertes par le programme GSTP. Une activité de 1.6M€ y a été supportée.

Industries concernées: SABCA, Qinetiq, VKI ainsi que Spacebel. Cette dernière n'était pas impliquée dans l'IXV mais ses compétences dans le domaine des logiciels de vol ont été démontrées dans le cadre du programme Vega.

## 4.8 Space Situational Awareness (SSA)

### Description du programme

Le programme SSA développe des activités de R&D et des services pré-opérationnels en vue de futures services opérationnels destinés à protéger les utilisateurs contre un certain nombre de risques qui proviennent de l'environnement spatial. Trois types de risques sont envisagés :

- ✓ *Space Weather (SWE)* : risques liés à l'impact du rayonnement et des particules de haute énergie provenant du soleil sur les systèmes technologiques et sur l'être humain ;
- ✓ *Near-Earth Objects (NEO)* : risques de collision d'astéroïdes avec notre planète ;
- ✓ *Space Surveillance and Tracking (SST)* : risques de collision de satellites avec d'autres satellites et avec des débris d'engins spatiaux.

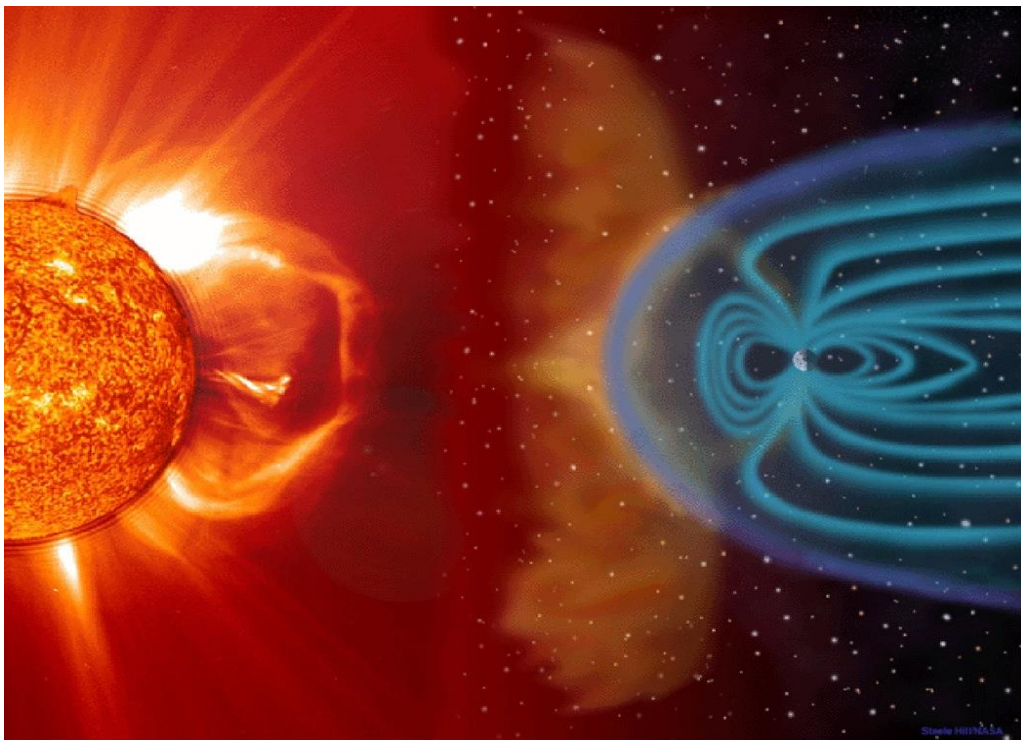


Illustration de l'impact d'une éruption solaire sur la magnétosphère de la Terre.

Les utilisateurs de ces services sont des opérateurs de satellites et de lanceurs, des astronautes, l'ISS, les opérateurs de télécommunication et de navigation, les compagnies aériennes, les entreprises d'électricité, les services géologiques, les compagnies d'assurance, la protection civile, etc.

Les activités suivantes sont exécutées :

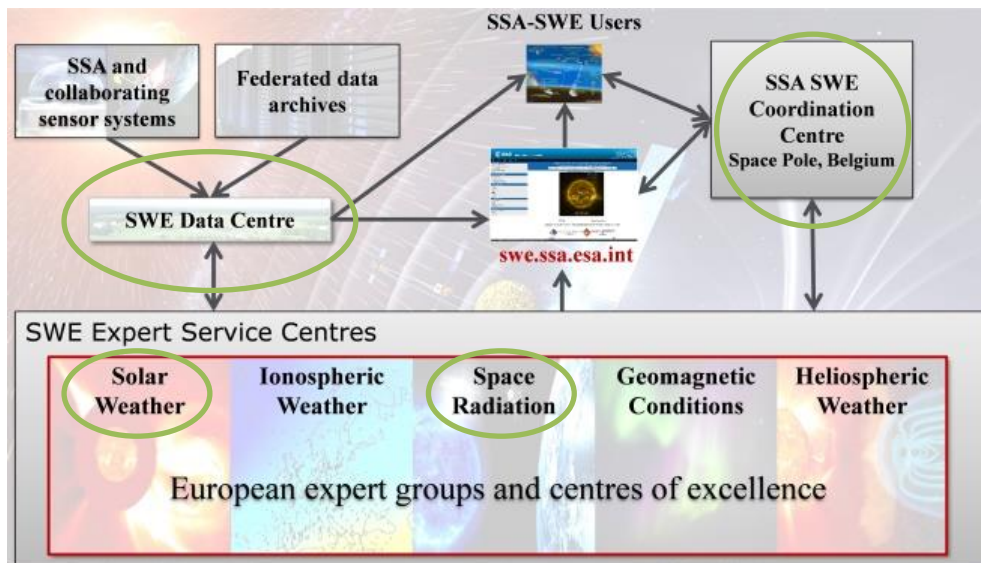
- le développement de services pré-opérationnels : tant la mise en œuvre des applications scientifiques existantes que le développement de nouvelles applications (SWE, NEO, SST) ;
- l'organisation en réseau du savoir-faire européen existant par l'intermédiaire de *Coordination Centre, Expert Service Centres, Expert Groups et Data Centres* (SWE, NEO, SST) ;
- le développement d'outils opérationnels et de senseurs pour une opportunité de vol comme *hosted payload* afin d'établir la capacité d'observation nécessaire (SWE) ;
- une étude de définition pour un satellite européen opérationnel (SWE) ;
- le développement de nouveaux télescopes au sol (NEO et SST) ;

- le développement et les tests de nouveaux radars et des technologies y associées (SST).

### Intérêt belge et défis

La participation de la Belgique se concentre stratégiquement sur le volet *Space Weather* du programme.

En se basant sur 20 ans d'investissements sur le plan de la physique solaire, notre pays occupe une place de leader en Europe dans le domaine de la recherche, des observations et des services *Space Weather*. Le *SSA Space Weather Coordination Centre* se situe au Plateau d'Uccle, l'*Expert Service Centre* pour *Solar Weather* est dirigé par l'ORB-KSB, celui pour *Space Radiation* par l'IASB-BIRA. Le *Space Weather Data Centre* est localisé à l'ESEC à Redu.



Architecture du réseau Space Weather de l'ESA. Les entités entourées en vert sont dirigées par la Belgique.

En outre, CSL, UCL, IASB-BIRA et ORB-KSB œuvrent à la construction d'instruments opérationnels pour les observations *Space Weather*, notamment un détecteur de radiations, un coronographe et un imageur.

La KULeuven, en collaboration avec VKI, fait office d'autorité dans le domaine de la modélisation de l'interaction entre les éruptions solaires et l'atmosphère terrestre. Ces modèles sont essentiels pour la prévision des phénomènes météorologiques spatiaux sur Terre.

La participation des acteurs industriels se concentre surtout sur le *software engineering* de l'ensemble du réseau des services (RHEA, Space Applications Services, SPACEBEL) et sur la construction des outils opérationnels (QINETIQ Space, OIP, AMOS, Deltatec, ...).

Le *retour* belge s'élève actuellement à 1.32, ce qui résulte de notre trop faible contribution au programme lors du Conseil ministériel de l'ESA en 2016, par rapport à notre position de leader historique dans *Space Weather*. A l'avenir, il se peut que la Commission Européenne reprenne le financement des services opérationnels *Space weather* (voir section 9.3) dans lesquels on peut s'attendre à un rôle de *leader* de notre pays. Dans ce contexte, il est capital que le budget qu'investira la Belgique à l'avenir dans le programme ESA SSA se situe à un niveau suffisant pour permettre de développer des activités de R&D qui peuvent soutenir, à plus long terme, notre rôle prépondérant dans ce programme de la CE.

## 4.9 Programme de support scientifique 'PRODEX'

### Description du Programme

Le programme pour le développement d'expériences scientifiques PRODEX a pour objet d'assurer le financement du développement d'instruments ou d'expériences scientifiques proposés par des instituts ou universités des états participants, sélectionnés par l'ESA et destinés à l'un de ses programmes dans les divers domaines de la recherche spatiale, à savoir les sciences spatiales, l'exploration, l'observation de la Terre et les sciences de la vie et sciences physiques. Il faut donc distinguer le projet original sélectionné par l'ESA et le projet PRODEX à proprement parler qui doit essentiellement être vu comme un support au précédent. Dans ce contexte, PRODEX assure d'une part le support financier aux chercheurs impliqués dans ces projets et d'autre part le financement et le suivi technique des activités industrielles y liées. Les équipes scientifiques sont particulièrement appelées à s'impliquer activement dans la définition et le suivi des activités industrielles. Le support couvre également la période de l'exploitation des données transmises dans le cadre des expériences développées.

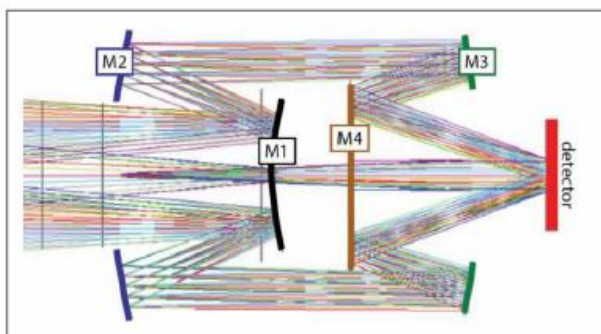
Par ailleurs, PRODEX permet, outre une participation aux missions de l'ESA, une participation à des missions nationales (ex: avec le CNES en France) pour autant que ces dernières cadrent dans la stratégie globale de l'ESA.

Au cours des 10 dernières années, PRODEX a souffert d'un manque de personnel chronique au sein de l'ESA, suite à différentes restructurations et changements dans le management, alors que les demandes en termes de développement d'instruments n'ont cessé de croître. Cela s'est parfois traduit par une perte d'efficacité dans la mise en œuvre des projets. De nombreuses démarches ont été entreprises par la Délégation belge auprès de l'ESA pour remédier à cette situation. Depuis fin 2016, le bureau PRODEX fait partie du département des futures missions du directeur de la Science qui regroupe différentes activités de développement proches des tâches de PRODEX. Le bureau a de plus bénéficié d'un important effort de recrutement qui commence à porter ses fruits.

### Intérêt belge et défis

Après les mesures de consolidation prises en 2013, le programme se maintient avec des engagements stables autour de 18,75 M€ par an qui ont été confirmés sur la période 2018-2020 au Conseil ministériel de l'ESA de Lucerne fin 2016.

Dans le domaine de l'exploration, le projet NOMAD (PI : IASB-BIRA) sur l'orbiter TGO de la mission EXOMARS est maintenant entré en phase opérationnelle et les premières mesures sont attendues pour mi-2018. L'instrument LaRa (PI : ORB-KSB) est en cours de développement en vue d'une intégration sur la plateforme qui atterrira sur Mars en 2020 dans le cadre de la seconde partie de la mission EXOMARS; la difficulté technique et les délais de développement courts en font un défi important du programme.



Design optique par le Centre Spatial de Liège du *Ultra-Violet Imager* (UVI) à bord de la mission européenne-chinoise 'SMILE'. Ce développement est fait dans le cadre du programme PRODEX.

L'instrument EUI (PI : ORB-KSB/CSL) pour la mission scientifique d'observation du soleil SOLAR ORBITER est prêt et attend le lancement du satellite malheureusement reporté à 2020.

PRODEX a également permis d'amener la mission d'observation de la Terre ALTIUS à un niveau de phase B1 et de créer le contexte favorable à sa mise en œuvre dans le cadre d'un programme Earthwatch de l'ESA qui a été confirmé au Conseil ministériel de l'ESA de 2016.



Le temps de mise en œuvre et la multiplication des projets en sciences de la vie et sciences physiques ont été identifiés comme un problème croissant depuis 2012. A la veille du Conseil ministériel de l'ESA de Lucerne, ces projets mobilisaient un tiers de l'ensemble du budget PRODEX disponible par an pour le seul maintien des équipes scientifiques concernées. Même si la production scientifique liée à ces activités reste estimable, on peut s'inquiéter de la justification de tels budgets à vocation spatiale en l'absence d'opportunités de vol et de la production de données liées à des expériences dans l'espace. Comme expliqué dans le chapitre réservé au programme E3P/SciSpacE (anciennement ELIPS) ci-dessus, les mois qui ont suivi le Conseil ministériel de l'ESA de Lucerne ont été mis à profit pour rationaliser ces moyens financiers en lien avec une démarche proactive au niveau de l'Exécutif de l'ESA pour définir des priorités claires. Même si cet exercice a souffert de la nécessité de garder suffisamment d'activités pour satisfaire les différents pays participant au programme E3P, l'impact budgétaire sur la contribution belge à PRODEX a pu être en grande partie rationalisé. L'effort de rationalisation doit cependant être maintenu.

Dans un même esprit de rationalisation des budgets disponibles et dans un souci permanent d'efficacité face aux sollicitations croissantes du programme, les projets de développements menés par les instituts font l'objet d'un suivi technique et financier plus stricte basé sur des paiements liés à des objectifs de développement prédéfinis. Ceci est notamment favorisé par le renforcement de l'équipe PRODEX de l'ESA mentionné ci-dessus.

Dans le cadre du support aux équipes de recherche, PRODEX assure actuellement le salaire de 120 chercheurs équivalents temps plein de haut niveau (essentiellement post-docs). Ce nombre a beaucoup diminué depuis les 200 chercheurs supportés par le programme au plus fort de ses activités en 2012. Ceci est une conséquence d'une part de la nécessité de limiter les activités pour rester dans les budgets définis (18,75 M€ annuels constants sur la période 2013-2020) et d'autre part d'une augmentation importante des salaires. Ce dernier constat s'explique à la fois par l'évolution naturelle de l'indexation des salaires, mais surtout par le nombre croissant de chercheurs seniors (> 50 ans) supportés par le programme. Cette situation fait actuellement l'objet d'une réflexion : à budget constant, ne serait-il pas préférable de supporter plus de chercheurs mais moins expérimentés?

Instituts et universités en Belgique bénéficiant du support de PRODEX : CEN-SCK, CSL, ERM-KMS, IASB-BIRA, IRM-KMI, KULeuven, ORB-KSB, UAntwerpen, UCL, UGent, ULB, ULiège, UMons, UNamur, VKI, VIB, VITO et VUB.

PRODEX est par ailleurs générateur d'activités et d'emplois au sein de différentes industries en Belgique : AMOS, Antwerp Space, Arsalis, CMOSIS, Deltatec, Lambda-X, OIP, OMP, Qinetiq Space, Space Applications Services, Spacebel et TAS-B.

## 4.10 Programme de support technologique 'GSTP'

### Description du programme

Le GSTP (*General Support Technology Programme*) se charge du développement de technologies spatiales dans tous les domaines, excepté les télécommunications (qui font partie du programme ARTES), dans lequel chaque état membre peut déterminer et soutenir ses priorités.

Les développements technologiques dans le cadre du programme GSTP sont soutenus dans le but suivant :

- atteindre la maturité adéquate et démontrer les technologies en vue de permettre leurs utilisations dans le cadre des missions et des activités spatiales au sein de l'ESA ;
- créer, renforcer et poursuivre le développement d'une expertise industrielle afin de renforcer la position concurrentielle de l'industrie et de réduire la dépendance européenne en matière de composants critiques.

Lors du Conseil ministériel de l'ESA en 2016, l'ESA et les États membres ont décidé de ne plus lancer de phases successives pour le programme GSTP (comme auparavant avec GSTP-1, -2, ...-6). Le programme GSTP-6 sera poursuivi dans les prochaines années en tant qu'un seul et même programme dans lequel des activités nouvelles seront proposées et lancées de manière continue.

Le programme GSTP est composé de divers 'éléments' avec les objectifs suivants :

- Élément 1 "Develop" : Développements de technologies pour les missions futures, les applications et outils terrestres.

Les activités effectuées dans l'Élément 1 concernent le développement de technologies, d'éléments constitutifs, de composants et de bancs d'essai d'un niveau de TRL bas jusqu'à la qualification pour des projets et des acteurs économiques, à savoir les PME, les Grandes Entreprises, l'industrie, les opérateurs satellites, les fournisseurs de satellites, les universités et les organisations de recherche.

Cet élément couvre les thèmes spatiaux suivants :

- observation de la terre ;
- sciences spatiales ;
- exploration robotique ;
- vol spatial habité et exploration spatiale ;
- transport spatial et technologies de *re-entry* ;
- navigation ;
- sécurité pour les citoyens, y compris SSA ;
- technologie et techniques génériques, y compris technologies transversales telles que *Clean Space*, techniques de production avancées, projet en vue de la production et technologie spatiale en matière d'énergie ;
- activités préparatoires pour la mission *e.deorbit* et développements de technologies dans les domaines pertinents ;
- transfert de technologie.

Le plan de travail de cet Élément 1 contient plus de 500 activités technologiques proposées par l'ESA et approuvées par les États membres, ce qui signifie qu'une centaine d'activités se sont ajoutées en 2017.

- Élément 2 "Make" : Développement de technologies et produits pour le marché commercial.

Les activités effectuées dans l'Élément 2 sont cofinancées par l'industrie et visent :

- le renforcement de la compétitivité au niveau mondial sur les marchés nouveaux et existants ;
- le développement de produits en réponse aux lacunes dans les chaînes d'approvisionnement, par exemple par la réglementation en matière d'environnement, la transition vers de nouvelles technologies et d'autres causes.

Cet Élément comporte 70 activités technologiques, introduites et cofinancées par des entreprises, que ce soit ou non en collaboration avec des établissements de recherche et des universités, soit une augmentation de 20 en 2017.

- Élément 3 "Fly" : La démonstration en orbite de nouvelles technologies, la préparation de futures missions et les petites missions.

Les activités effectuées dans l'Élément 3 visent :

- la démonstration de technologies en orbite pour des produits nécessitant un *flight heritage*, des *hosted payloads* ou des missions spatiales complètes (petits engins spatiaux, cubesats etc.) ;
- l'exécution de recherches et d'études préparant les missions futures, en particulier les missions de nouvelle génération ;
- l'exécution de petites missions *ad hoc*.

A moins que des activités aient été spécifiquement attribuées à un composant repris ci-dessous, elles seront mises en œuvre dans le cadre de l'Élément 3.

Avec 13 activités dans le plan de travail, les *In Orbit Demonstrations* restent relativement rares au sein du programme technologique de l'ESA. Tant l'ESA (via le programme GSTP) que la Commission européenne (dans Horizon 2020 ou son successeur) se demandent comment soutenir au mieux ce besoin actuellement. En ce qui concerne l'ESA, une activité générique a été ajoutée à ce plan de travail en 2017, *Cubesat mission framework*, qui permet le soutien de missions cubesat sur la base d'une évaluation des projets par l'ESA.

C'est également dans cet élément que figure l'ancien sous-élément *SMI - Small Mission Initiative*, ce qui offre un cadre pour la préparation de petites missions, un domaine dans lequel les acteurs belges ont construit une compétence particulière avec les satellites PROBA.

- Composant *Precise Formation Flying Demonstration*

Ce composant a pour objectif de mettre en œuvre les phases C, D et E de la mission PROBA-3 (2 satellites) qui visent la démonstration de technologies et de techniques liées à des vols spatiaux très précis en formation.

La mission PROBA-3 est développée par un groupe de 15 pays. Elle a atteint le niveau PDR (phase B) et des développements préalables de technologie ont atteint le niveau TRL 5 lors des précédentes périodes GSTP. En raison de retards considérables, le lancement est pour l'instant reporté à fin 2020.

- Composant *Asteroid Impact Mission (AIM)*

AIM fait partie d'une coopération internationale proposée par la NASA (appelée AIDA) dans laquelle un engin spatial de la NASA (DART) doit réaliser un impact sur l'astéroïde Didymos, pendant que le satellite européen AIM réalise des observations à partir d'une orbite autour de l'astéroïde et doit cartographier l'impact. La mission dispose d'une composante technologique et scientifique et s'inscrit dans le cadre du développement et de la démonstration des techniques qui peuvent faire dévier un NEO (*Near-Earth Object*) de son orbite.

La mission AIM n'a pas été suffisamment soutenue par les États membres de l'ESA lors du Conseil ministérielle de l'ESA de 2016 et a été annulée.

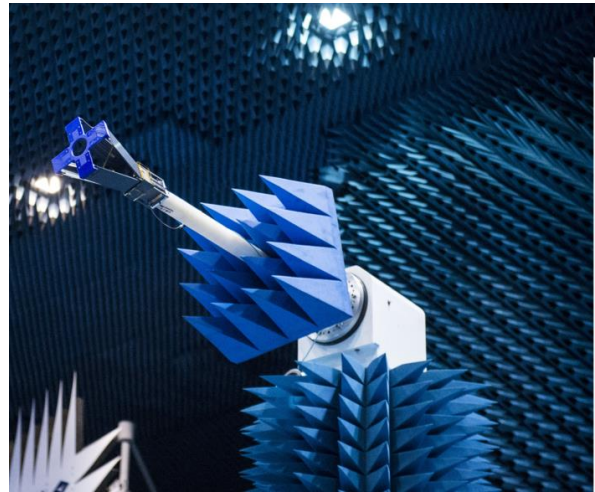
### Intérêt belge et défis

Le programme GSTP connaît d'ordinaire un fort intérêt de la part des acteurs spatiaux belges avec pour résultat 25 nouvelles activités soutenues dans l'Élément 1 "Develop" de GSTP et 3 nouvelles activités soutenues dans l'Élément 2 "Make" en 2017.

En ce qui concerne l'Élément 3 "Fly", une seule activité a été soutenue dans le plan de travail de l'ESA. Des progrès ont néanmoins été enregistrés avec les acteurs concernés et l'ESA en ce qui concerne la volonté belge, exprimée lors du Conseil ministérielle de l'ESA, de poursuivre le programme *Vegetation* par une mission de continuation. Des entretiens avec le VITO, le principal acteur dans ce domaine, ont montré que celui-ci est favorable à une approche radicalement innovante et bien plus large qui doit mener à des missions d'un coût nettement inférieur au niveau actuel. De plus, il convient d'aborder un domaine bien plus large que celui seul de la végétation au sens classique du terme. Le but est également de trouver suffisamment d'intérêt et de financement sur les marchés commerciaux pour rendre les activités viables sur le long terme. Dans le cadre de cette nouvelle vision du VITO, qui est partagée par BELSPO, des études et des activités de développement nécessaires ont été lancées.

L'Espagne et la Belgique dirigent le développement de la mission PROBA-3 avec une implication forte de Qinetiq Space au niveau des plateformes et de Spacebel pour le logiciel. L'ORB-KSB dirige le volet scientifique de la mission, à savoir l'observation de la couronne du soleil; l'instrument scientifique lié est développé par un consortium européen sous la direction de CSL et avec la participation de l'entreprise OIP.

Comme mentionné ci-avant, la mission AIM a été soutenue de manière trop sommaire par les États membres pour être retenue. Les acteurs belges étaient également intéressés à prendre part à cette mission. En raison de la forte conviction du directeur général de l'ESA de la valeur de cette mission, une version allégée, rebaptisée HERA, a récemment été proposée. Cette mission sera présentée lors du prochain Conseil ministériel de l'ESA en 2019. Entre temps, l'ESA souhaite lancer une phase préparatoire B1 début 2018, financée via les programmes GSTP et SSA. La Belgique n'a pour l'instant pas encore accordé son soutien à cette phase d'HERA.



Le Cubesat Qarman développé par l'Institut Von Karman dans la chambre de test Hertz à l'ESTEC. Qarman fera la démonstration de nouvelles technologies dans le domaine de la réentrée d'objets dans l'atmosphère terrestre. Il a été développé dans le programme GSTP.

## 4.11 Autres activités: ESEC, NTP

### 4.11.1 Le centre ESA à Redu (ESEC)

Le Centre ESEC, *European space Security and Education Center*, est, non seulement, l'unique centre opérationnel de l'ESA en Belgique, mais il est aussi le seul qui offre un potentiel pour héberger de manière sécurisée les infrastructures et les activités de l'Agence dans les domaines des télécommunications, de la navigation, de la météo spatiale et de la sécurité. Un renforcement des activités sur le site est indispensable pour garantir à ce centre une croissance continue lui permettant d'avoir sa place dans les futurs programmes spatiaux européens. C'est la raison pour laquelle la Belgique continue d'investir dans ce centre et a investi 5M€ lors du Conseil ministériel de l'ESA de Lucerne.

Alors que le site de ESEC à Redu fête cette année ses 50 ans d'existence opérationnelle, le Directeur général de l'ESA a décidé de le rebaptiser 'Centre européen de sécurité et d'éducation spatiale (ESEC)' – non pour limiter sa mission à ces nouvelles activités mais pour renforcer le rôle qu'il jouera dans ce domaine en les associant à celui qu'il joue déjà.

En matière de sécurité, le premier centre européen de formation en cyber-sécurité des systèmes spatiaux a été établi à l'ESEC et est désormais opérationnel. Ce centre de formation deviendra ensuite un centre d'excellence en matière de cyber-sécurité.

Par ailleurs, plusieurs entreprises intéressées par les activités de l'ESEC ont déjà fait part des activités de développement en cyber-sécurité qu'elles pourraient mener sur le site. Une évaluation globale de leurs stratégies montre que les entreprises intéressées ou impliquées dans des programmes de l'ESA liés à la sécurité ou à la cyber-sécurité travaillent toutes dans des domaines différents et qu'il serait possible et souhaitable de créer des synergies entre elles. Il est impératif que l'ESA, en collaboration avec les délégations luxembourgeoise et belges, mène une réflexion stratégique afin de définir une vision et des objectifs clairs sur le futur de l'ESEC en matière de cyber-sécurité et définir ainsi les besoins à mettre en place pour concrétiser ces objectifs.

Par ailleurs, il est primordiale que les entreprises intéressées par les activités liées à la sécurité ou la cyber-sécurité qui souhaitent développer des activités sur le site de l'ESEC mettent ensemble leurs compétences et créent des synergies entre-elles afin de créer une masse critique qui permettra de développer de nouvelles activités sur le site et faire de l'ESEC un centre d'expertise pour la sécurité pour et depuis l'espace pour l'ensemble des projets ESA mais également pour les institutions européennes.



Au niveau de l'infrastructure, les travaux d'aménagement de la zone devant accueillir l'antenne 'LuxGovSat' (back-up pour le centre de réception des données du satellite LuxGovSat) ont été réalisés et l'antenne est installée. En ce qui concerne la construction du nouveau bâtiment sur le site de l'ESEC, le permis de bâtir a été accordé et les travaux devraient débuter en février 2018.

En matière d'éducation, l'ESA Academy mis en place dans le cadre du protocole de 2014, a déjà organisé 20 sessions de formation depuis sa mise et prévoit, à partir de 2018, d'en organiser jusqu'à 20 par an. Vu que les activités se multiplient au centre ESEC et pour accompagner cette montée en puissance, l'ESA a accepté l'offre d'IDELUX, d'héberger l'ESA Academy au centre Galaxia où sont d'ores et déjà basés le centre d'incubation d'entreprises (BIC) de Wallonie et le centre logistique

Galileo. Le transfert aura lieu dans le courant du premier semestre 2018 et sera totalement opérationnel d'ici la fin de 2018.

Dès lors, l'ESEC concentrera ses activités opérationnelles et de cyber-sécurité à Redu tandis que ses activités éducatives pourront se dérouler au centre Galaxia.

#### 4.11.2 National Trainee Programme

Dans le but d'offrir aux jeunes diplômés belges une chance d'acquérir quelque expérience pratique dans les domaines liés à l'ingénierie et aux applications spatiales, le département de la Politique scientifique belge (BELSPO) a mis en place, en coopération avec l'ESA, un programme de formation national, appelé *National Trainee Programme* (NTP).

Les candidats sélectionnés dans le programme effectuent un stage dans l'un des départements de l'ESA actif dans les diverses activités spatiales de haute technologie de l'agence : sciences spatiales, observation de la terre, télécommunications, navigation, mission control et opérations, vols habités. Le stage dure un an et peut être prolongé une seule fois pour une même durée. Lors d'un stage effectué dans l'un des sites ESA en Europe, les candidats sélectionnés reçoivent un entraînement professionnel *on-the-job* et sont accompagnés de manière intensive par un mentor de l'ESA qui leur montre la voie à suivre dans l'organisation et les assiste dans l'exécution de la mission lors de la période de stage.

Le 12 octobre 2017, la Secrétaire d'Etat à la politique scientifique Zuhail Demir et le Directeur Général de l'ESA Johann-Dietrich Wörner ont signé un accord qui prolonge le programme NTP pour la période 2018-2021.

Soutenir les jeunes chercheurs qui souhaitent participer au *Belgian National Trainee Programme* de la Politique scientifique fédérale est une priorité et un montant annuel de 150 K€ y est consacré. La Belgique est le cinquième plus grand contributeur à l'ESA. Le secteur spatial crée dans notre pays plus de 3000 emplois pour un chiffre d'affaires total de 350 millions d'euros. Grâce à ce programme, la Belgique continue à investir dans la matière grise des jeunes qui veulent consacrer leur vie à l'avancement de la technologie et de la science. Ceci est essentiel parce que d'ici 2020, l'Europe aura besoin d'un million de chercheurs supplémentaires.

## 5 Statut des Programmes bilatéraux et multilatéraux

### 5.1 Programmes bilatéraux avec la France - Pléiades et Myriade Evolutions

#### 5.1.1 Pléiades

Pléiades est une constellation de deux satellites identiques d'observation de la terre français. Ces satellites ont un double caractère militaire et civil. Il s'agit de satellites optiques faciles à manœuvrer qui permettent d'acquérir des images de très haute résolution (0.7 m). Le programme français Pléiades est la contribution française à l'accord de coopération franco-italien 'Orfeo'. La composante italienne est constituée de quatre satellites Cosmo-Skymed. La Belgique a participé au programme français Pléiades mais pas au programme italien.

Ce programme a démarré en 2001. Le lancement du premier satellite qui a été différé en raison des retards dans le projet *Soyouz-in-Kourou*, a été réalisé avec succès avec le second Soyouz depuis Kourou, en décembre 2011. Le second satellite a été lancé en décembre 2012. Le programme est maintenant en phase opérationnelle.

Les pays participants au programme sont la France, la Belgique mais également l'Espagne, l'Autriche et la Suède. La Belgique a participé au développement des satellites Pléiades à concurrence de 28.2 M€. Ce montant englobe les développements industriels, la participation aux frais de lancement, la participation aux coûts opérationnels et un programme national préparatoire à l'utilisation des données pour les utilisateurs belges appelé Orfeo.

La participation industrielle, tout comme le programme national Orfeo, ont connu un grand succès. La Belgique ayant droit à un quota d'images pour la recherche, les chercheurs belges ont été motivés à participer au programme Orfeo. Ils ont pu présenter leurs excellents résultats lors des *Pléiades days* en janvier 2012 à Toulouse. Les équipes belges qui étaient impliquées sont issues de l'ULB, l'UCL, l'ULiège, l'UGent et de l'ERM-KMS.

Les industriels belges qui ont participé sont :

- AMOS : *Optical and Mechanical Ground Support Equipment*
- Trasy : Logiciel de traitement des images
- Alcatel Bell Space (à présent : Antwerp Space) : *Electrical Ground Support Equipment*
- TAS-B : *Distribution and Regulation unit, EGSE, Traveling wave tube amplifier, Converters*
- Spacebel : Logiciel de bord, Centre de contrôle, Simulation et validation du satellite
- Sonaca : Structure en composite, *baffle* du télescope

Par ailleurs, par sa participation au programme de développement et aux opérations Pléiades, la Belgique a droit à 4 % des images réalisées dont 100 images par an peuvent être programmées par la Belgique. Dans ces 4 % sont incluses également des images qui peuvent être commandées par les forces militaires belges. A ce jour, il n'existe cependant pas encore d'accord entre les militaires belges et français pour un usage effectif de ce droit militaire.

La Belgique a également mis en place un portail web permettant aux utilisateurs institutionnels de commander de nouvelles acquisitions Pléiades à prix coûtants et de télécharger gratuitement les données Pléiades archivées au sein du portail. Pour plus d'information sur ce point, voir le §7.1



Evolution du nombre d'utilisateurs belges des données Pléiades entre juin 2014 (0) et juin 2017 (120)

### 5.1.2 Myriade Evolutions

La filière de petits satellites Myriade a été développée par la France pour servir des missions scientifiques et d'observation de la terre à faible coût. Une vingtaine de satellites ont été construits. L'industrie belge a assuré les activités de simulation numérique liées au développement de la plate-forme Myriade ainsi que le développement du boîtier de distribution et de conditionnement de puissance (PCDU), utilisé sur chacun des satellites Myriade.

Dans le cadre du Plan d'Investissement d'Avenir (PIA), le Centre National d'Etudes Spatiales (CNES) s'est vu confier la mission de faire évoluer la plate-forme Myriade afin de développer et de qualifier une nouvelle ligne de produits plate-forme qui sera disponible pour la période 2015-2025. Cette ligne de produits fournira des plates-formes pour des applications d'observation de la terre entre autres. Comme pour la première génération, un faible coût, l'adaptabilité et un planning court sont les principaux moteurs du programme Myriade Evolutions.

Fort du succès rencontré dans le cadre de la collaboration franco-belge, le CNES a souhaité, à nouveau, associer l'industrie belge au programme Myriade-Evolutions. Il a dès lors été proposé de conclure un protocole d'accord entre le CNES et BELSPO en vue de financer deux activités sélectionnées par le CNES auprès des acteurs belges Spacebel pour des activités de simulation et TAS-B pour le développement du convertisseur DC/DC du nouveau récepteur GNSS, développé par TAS-FR.

## 5.2 Programmes bilatéraux avec l'Argentine - SAOCOM

Le satellite argentin SAOCOM a comme charge utile un instrument type SAR (*Synthetic Aperture Radar*) qui permet de réaliser des images précises de la surface terrestre sans être perturbé par les nuages ou l'obscurité qui masquent éventuellement la zone d'intérêt.

Sur le plan technique, la coopération entre le partenaire belge CSL, en charge de la réalisation du logiciel de transformation des données radar brutes en images utilisables, et l'Agence spatiale argentine CONAE se déroule bien.

Malgré une reprise des activités en 2011, la date de lancement du satellite argentin reste cependant incertaine (2018?). Par ailleurs, les négociations entre l'ESA et la CONAE pour compléter la mission avec un petit satellite compagnon SAOCOM-CS dans le cadre du programme EOEP se sont soldées par un échec suite à l'abandon de ce projet au Conseil ministériel de l'ESA en 2016.

La contribution belge au programme argentin est dès lors actuellement gelée. Une reventilation du budget encore disponible au niveau belge sera réalisée quand la date de lancement et les activités post-lancement seront clarifiées.

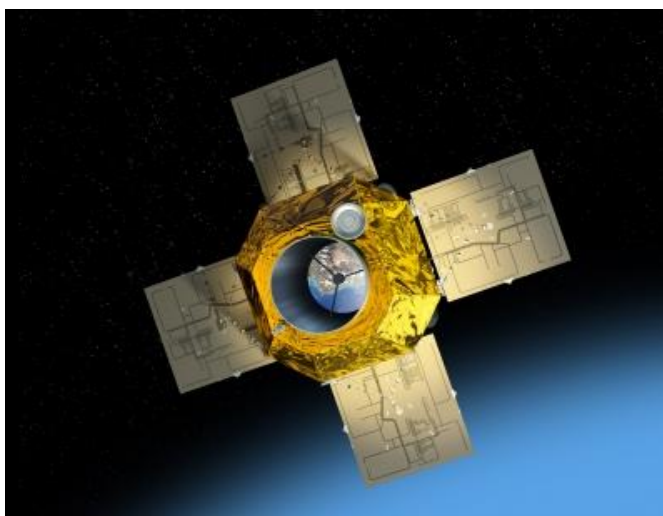
## 5.3 Programmes multilatéraux - MUSIS

Le programme MUSIS (*Multinational Space-based Imaging System for Surveillance, Reconnaissance and Observation*), successeur des systèmes d'observation spatiaux optique Hélios II et radar SAR-Lupe et Cosmo-SkyMed, vise à offrir aux partenaires européens (France, Allemagne, Belgique, Espagne, Grèce, Italie et Pologne) une fédération des capacités de suivi de situation et de veille stratégique, une aide à la prévention et à l'anticipation des crises ainsi qu'à la planification et à la conduite des opérations

Il améliorera les performances par rapport aux systèmes actuels, selon deux axes d'effort: une meilleure résolution permettant l'identification de cibles plus petites et une réduction des délais de survol (revisite) des sites d'intérêt permettant une mise à jour plus fréquente de l'information déjà détenue et un accès à l'ensemble des composantes (optique et radar).



Cette composante spatiale optique sera constituée de trois satellites (le troisième qui était en option a été décidé) sur deux orbites différentes permettant de satisfaire les besoins de reconnaissance et d'identification et d'un Segment Sol Mission composé du centre de commande-contrôle, le centre de programmation et le centre de qualité image.



© CNES - Septembre 2009 - Illustration D. Ducroz  
*Impression artistique des satellites futurs MUSIS pour des observations optiques et infrarouges à très haute résolution*

Ce programme est géré comme suit :

- la réalisation des satellites (SAT) et leurs lancements sont gérés par le CNES (contrats passés par le CNES dans le cadre d'un protocole entre le CNES et la DGA);
- la réalisation du segment sol mission (SSM) en charge d'opérer les satellites est également gérée par le CNES (contrats passés par le CNES dans le cadre d'un protocole entre le CNES et la DGA);
- la réalisation du segment sol utilisateurs (SSU) est gérée par la DGA (contrats passés par la DGA).

Le contrat pour le troisième satellite a été placé.

Les industriels et scientifiques belges concernés sont Sonaca, EHP, TAS-B, Amos, Spacebel. Pour le segment sol utilisateurs (SSU) et le segment sol mission (SSM), des appels d'offres ont été lancés mais l'industrie belge n'a obtenu des travaux que sur le segment sol mission.

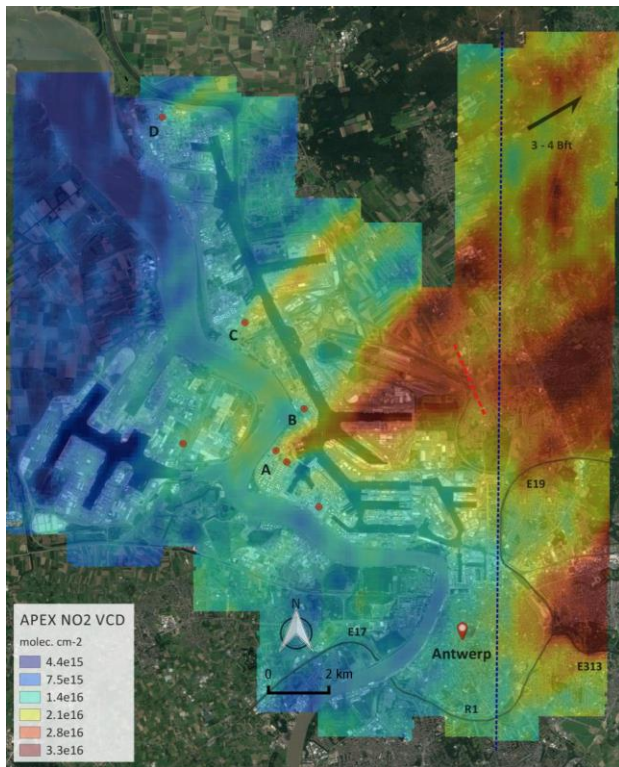
Fin 2017, le Ministère belge de la Défense a confirmé une participation importante au programme MUSIS pour pouvoir répondre à ses besoins opérationnels.

## 6 Statut des Programmes nationaux

### 6.1 STEREO

#### Description du programme

STEREO est un programme de recherche national d'observation de la terre (OT) ayant pour but stratégique la création d'une expertise autonome belge OT de niveau international afin de soutenir "l'économie de la connaissance". Le programme complète les investissements belges en matière d'OT dans des programmes de l'ESA et dans les programmes menés en coopération bilatérale.



Distribution de NO<sub>2</sub> sur Anvers, mesurée le 15 avril 2015 par l'instrument APEX dans le cadre du projet STEREO 'BUMBA'.

La troisième phase du programme a commencé en 2014 et se terminera en 2021 :

#### STEREO III

- Décision de principe du Conseil des ministres: 15 novembre 2012 ;
- Décision d'exécution de la secrétaire d'État à la Politique scientifique, 19 septembre 2013.

Le programme finance des établissements universitaires, des établissements scientifiques publics et des centres de recherche sans but lucratif.

Les défis consistent à consolider la communauté et l'expertise scientifiques d'observation terrestre et à les renforcer dans un contexte général d'économies, à préparer les acteurs belges aux programmes de la CE (entre autres Copernicus) et de l'ESA et à mettre au point des applications innovantes et transférables à des utilisateurs finaux potentiels (entreprises privées ou administrations).

#### Progrès en 2016-2017

La troisième phase du programme encourage le développement de nouvelles applications d'observation terrestre, l'introduction d'observation terrestre dans de nouvelles disciplines et chez de nouveaux utilisateurs et de meilleures dissémination et valorisation des résultats de recherche de STEREO.

1. 20 projets de recherche ont reçu un financement en 2016 et 2017 dans le cadre de différents types d'appels à projets (ponctuels et permanents). D'autres petits projets de dissémination et de soutien ont aussi été financés.
2. Une seconde campagne BELAIR a été organisée dans le cadre de STEREO III en 2017. Les sites BELAIR sont des zones pour lesquelles des données en OT ciblées (provenant tant de satellites que d'avions ou de drones) et des données in-situ sont collectées et intégrées dans un portail web. Un maximum de groupes de recherche y est impliqué sur base de marques d'intérêt. L'objectif est d'utiliser l'information collectée pour la calibration et la validation de futurs données et produits de l'Observation de la Terre et ce afin de stimuler la recherche et la coopération au sein de la communauté scientifique belge active dans le domaine.

3. En 2017, à la suite d'une pré-étude, le projet LUMOS (Boîte à outils STEREO) a été lancé. L'objectif est de mettre les logiciels développés au fil des années par des institutions de recherche sur un portail web hébergé par une des institutions de recherche. Ce portail web sera ensuite mis à disposition d'étudiants et de scientifiques non familiarisés avec la programmation ou issus d'autres disciplines mais souhaitant utiliser l'Observation de la Terre comme soutien dans leur recherche.
4. En 2016 et 2017, STEREO a organisé 2 grands événements: La journée annuelle de l'observation de la terre appelée BEODay et regroupant plus de 100 participants et une journée d'information à destination des utilisateurs potentiels belges au sujet des nouvelles données optiques de Sentinel 2 & 3.

## 6.2 Centrum voor Beeldverwerking (CvB) et Terrascope

### Description du programme

Depuis 1999, VITO se charge de traiter, archiver et partager les données satellites SPOT VGT. Il s'agit d'images en basse résolution pour surveiller quotidiennement la végétation à travers le monde. Cette activité fait partie du CvB (*Centrum voor Beeldverwerking*), qui traite également d'autres images d'observation de la Terre :

#### CvB-III

- décision de principe du Conseil des ministres : 15 novembre 2012 ;
- décision d'exécution de la Secrétaire d'État à la Politique scientifique : 19 septembre 2013 ;
- durée: 2013-2018.

#### Objectifs :

- exploitation opérationnelle des produits 300 m de PROBA-V, la mission belge de l'ESA qui garantit la continuité dans les données de type VGT ;
- étude et création de nouveaux produits PROBA-V (par exemple produits 100m) ;
- entretien et retraitement de SPOT VEGETATION ;
- mise en œuvre de l'exploitation du capteur APEX ;
- construction d'une infrastructure de traitement d'images *allround* de niveau international ;
- appui de l'utilisateur et promotion des activités de *remote sensing* du CvB.

#### Progrès depuis 2016 :

- depuis août 2016 : *reprocessing* des archives globales PROBA-V, *near real time processing* adapté à partir de décembre 2016 - principales modifications :
  - algorithme amélioré pour la détection de nuages,
  - adaptation des fichiers de calibration radiométrique ;
- le 5 septembre 2017, l'IPC (*Industrial Policy Committee*) de l'ESA a décidé de prolonger les opérations de PROBA-V de mai 2018 à l'automne 2019.

#### Évènements :

- symposium PROBA-V : 26-18 janvier 2016, Gand ;
- CvB *Advisory Board* : 22 et 23 septembre 2016, Mol ;
- MultiTemp workshop : 27-29 juin 2017 - Bruges.



Image PROBA-V, 100 m de résolution, produite par VITO, du Bassin Wadi As Sirhan en Arabie. Les champs irrigués (rouge) contrastent avec le désert (jaune).

### Intérêt belge et défis

- Excellence opérationnelle lors de l'exploitation du segment utilisateur PROBA-V. Cela permet au VITO de développer une première MEP (*Mission Exploitation Platform*). Il s'agit d'un environnement innovant dans lequel l'utilisateur se sert de la capacité de calcul du distributeur pour extraire les informations souhaitées des images satellites.
- Développement d'une expertise reconnue au plan international dans le domaine de la calibration et de la validation des produits d'observation de la Terre.
- Élaboration d'une infrastructure pour le traitement opérationnel de grandes quantités de données d'observation de la terre de nature différente. Cela permet à la Belgique de prévoir des services pour différents acteurs européens et globaux (*Copernicus Global Land Service, Copernicus Climate Service, FAO, etc.*).
- Gestion d'archives uniques de près de 20 ans de données globales quotidiennes de basse résolution.
- Bonne connaissance des besoins des utilisateurs en images de basse résolution.
- Développement de produits PROBA-V 100m qui représentent une niche unique.
- Évolution de l'outil APEX vers un outil de référence hyperspectral au sein de l'Europe.

Pour faciliter l'utilisation des données satellitaires Copernicus et en stimuler l'utilisation, l'ESA propose de mettre en place un *Collaborative Ground Segment* dans les Etats membres. Celui-ci permet un accès plus aisé aux données d'une part et de développer des produits dérivés d'autre part, qui seront aussi mis à disposition d'autres utilisateurs.

BELSPO a décidé de mettre un tel segment sol en place en Belgique et a désigné le VITO comme établissement hôte vu son implication dans le programme CvB. Le segment sol se dénomme *Terrascope* (<https://terrascope.be>). Terrascope a un triple rôle :

- livrer des données;
- livrer, à la demande, des produits à valeur ajoutée ;
- mettre à disposition de la capacité de processing pour que les utilisateurs soient capables de développer eux-mêmes leurs propres produits à valeur ajoutée.

Une enquête a été menée, fin 2017, pour définir les besoins des utilisateurs belges et pour spécifier le contenu et la mise au point de la plateforme.

## 7 Activités de support

### 7.1 Earth Observation Helpdesk (EODesk)

L'EODesk assure les actions de promotion, valorisation et support aux utilisateurs du programme belge de recherche en Observation de la Terre STEREO III. Ses outils principaux sont actuellement :

- le site *Belgian Earth Observation Platform* (BEOP), dédié aux équipes impliquées dans le programme et porte ouverte vers la communauté scientifique belge et internationale ;
- le site EOedu, qui offre au grand public l'accès à de nombreuses ressources dans le domaine de l'Observation de la Terre et constitue la vitrine des projets STEREO.

En réponse aux recommandations de l'évaluation du programme STEREO II, l'EODesk a conclu un contrat avec une agence de communication digitale pour développer un nouveau portail web unique offrant un *layout* moderne et une navigation conviviale. Grâce à l'utilisation d'un *Content Management System*, le site pourra facilement être mis à jour, modifié et/ou développé.

L'EODesk se charge également d'acquérir les images satellites nécessaires aux projets financés par BELSPO et assiste les chercheurs dans les procédures d'acquisition. Depuis début 2016, près de 400 images ont été acquises et ajoutées à l'archive du site BEOP. Ces images sont disponibles gratuitement pour les partenaires des projets financés par BELSPO.

En retour de sa participation au programme Pléiades (voir §5.1.1), la Belgique peut offrir aux utilisateurs institutionnels des images Pléiades à prix coûtant. Les données achetées sont mises gratuitement à la disposition de tous les utilisateurs agréés. Le portail *Belgian Pléiades Archive*, développé en collaboration avec le B.USOC, a été rajeuni et la procédure de commande d'image est en cours de simplification. Le nombre d'utilisateurs poursuit une progression lente mais continue.

La publication finale du programme STEREO II continue à être distribuée lors d'événements divers et sert de carte de visite du programme pour tous les types de publics. Parmi les autres publications réalisées ou soutenues par l'EODesk, citons :

- la vidéo intitulée '*Imaging the Earth for a better protection*' réalisée à l'occasion de l'exposition Sciences et culture au Palais 2016 (sept. 2016) ;
- 7 articles publiés dans le *Science Connection*, dont 5 dans le dossier spécial consacré à la recherche climatique en Belgique (SC n°50 de mars-avril 2016) ;
- le poster '*Belgian competences in space*' réalisé pour le projet COSMOS2020 (oct. 2016).

L'EODesk répond aux requêtes du public, des administrations ou du secteur privé et soutient ou participe à des activités nationales et internationales de promotion des sciences en général et de la télédétection en particulier. Parmi ces événements, citons :

- Exposition '*Les Cartes et la Cartographie à travers les siècles*' - Bruxelles (été 2016) ;
- *The bright side of remote sensing - Workshop on Sentinel-2 and 3* - Bruxelles (oct. 2016) ;
- *Belgian Earth Observation Day 2016* - Saintes (déc. 2016) ;
- Groupe de Travail mixte (sociétés, universités, recherche) en Observation de la Terre (GTEO) de ISSeP et Skywin dédié aux données satellitaires Pléiades - Jambes (oct. 2017).

## 7.2 B.USOC

Le B.USOC (*Belgian User Support and Operation Centre*) est essentiellement hébergé dans les locaux de l'IASB-BIRA à Uccle. Ses activités font l'objet depuis le 13 mars 2015 d'un protocole administratif entre la DG 'Recherche et Espace' de BELSPO et les ESFs qui composent le 'Pôle Espace' de BELSPO, à savoir l'IASB-BIRA, l'ORB-KSB et l'IRM-KMI. Les 4 Directeurs généraux concernés et le Responsable fonctionnel du B.USOC se rencontrent au sein du Comité de pilotage du B.USOC pour prendre les décisions qui s'imposent au bon fonctionnement du centre.

Le B.USOC accorde un support technique et opérationnel aux scientifiques belges qui sont impliqués dans des projets de recherche dans le domaine spatial :

- soutien technique dans le développement et la qualification des expériences spatiales ;
- soutien opérationnel dans la mise en œuvre de modes opératoires pour les expériences spatiales et les opérations de télésience.

De plus, le B.USOC est fortement impliqué dans des fonctions opérationnelles dans le cadre de missions internationales auxquelles la Belgique participe, à savoir notamment en tant que USOC de l'ESA pour le module Columbus de l'ISS :

- *Facility Responsible Centre* pour les activités de télérobotique METERON ;
- *Facility Responsible Centre* pour le *Fluid Science Laboratory* (FSL) de Columbus ;
- *Facility Responsible Centre* pour les instruments ASIM sur la plateforme extérieure de Columbus.

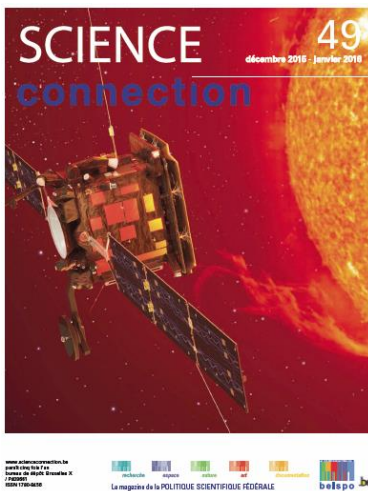
A noter que le rôle du B.USOC en tant que *Facility Responsible Centre* pour les instruments SOLAR sur la plateforme extérieure de Columbus s'est terminé avec la fin de cette expérience en février 2017 après 9 ans d'opérations en continu.

Suite au Conseil ministériel de l'ESA de Lucerne en 2016, il a été décidé de limiter le nombre d'USOCs pour le segment européen de l'ISS à trois à l'horizon 2019 afin de favoriser les investissements dans de nouveaux projets d'exploration spatiale. Seul le B.USOC ainsi que les

USOCs français (CADMOS) et allemand (MUSC) seront maintenus. La nouvelle répartition des tâches devrait ouvrir des perspectives sur le moyen terme pour le B.USOC. A plus long terme cependant, et vu le temps de vie limité de l'ISS, de nouvelles activités de support technique et opérationnel doivent être envisagées. Un support accru au Service spatial de BELSPO en termes d'expertise technique a été mis en œuvre à l'automne 2016 et porte ses fruits. Le B.USOC jouera également un rôle central dans les opérations de la mission de monitoring de l'ozone ALTIUS dans le cadre des programmes EO de l'ESA à l'horizon 2020, qui a été confirmée à Lucerne en 2016.

### 7.3 Information, Valorisation, Communication (Infovalcom)

La Politique scientifique fédérale diffuse vers le grand public des informations sur les activités spatiales belges via des communiqués de presse, des conférences de presse et un site web ([www.belspo.be/space](http://www.belspo.be/space)). Elle publie également 3 fois par an le magazine gratuit *Science Connection*. Ce magazine a comme but d'informer le grand public des nouvelles du monde scientifique et chaque publication comporte un article concernant le spatial, à savoir :



- N°49 - Décembre 2015 - janvier 2016 : *Happy BEarthday STEREO!* (M. Stélandre et P. Rottiers); *Solar Orbiter: Au plus près du Soleil (ORB)* ;
- N°50 - Mars - avril 2016: La Recherche climatique en Belgique: 5 articles signés par STEREO ;
- N°51 - Juin - juillet 2016: NOMAD, un spectromètre belge à bord d'EXOMARS. La Belgique part à nouveau à la découverte de Mars (IASB) ;
- N°52 - Novembre - décembre 2016: PICASSO, étude de l'atmosphère et de l'ionosphère par un cubesat (IASB) ;
- N°53 - Mars - avril - mai - 2017: *The bright side of remote sensing* (STEREO) ;
- N°54 - Juillet - août - septembre 2017: Le secteur spatial en Belgique financé par l'ESA (SIST et service spatial) ;
- N°55 - Novembre - décembre 2017 - janvier 2018: Les 30 ans du Protocole de Montréal: une véritable *success story!* (IASB).

En plus d'une version électronique de cette publication, BELSPO a publié 5 e-Science Connection reprenant aussi des références spatiales.

Pendant la période 2016-2017 nous avons organisé ou participé à divers événements, entre autres :

- la plateforme *YouSpace* dédiée à mettre en contact le monde étudiant et le monde du travail dans le spatial ;
- les prix Odissea 2016 et 2017 qui récompensent un travail de fin d'étude qui a trait au spatial ;
- les 20 ans de Wallonie Espace ;
- organisation du Comité directeur de l'ESA pour l'observation de la terre, PB-EO, à Gand sous présidence belge: les 18 et 19 mai 2017 ;
- la plateforme Espace du Sénat : le 24 mai 2017 ;
- Le Bourget 2017 : Visite avec la secrétaire d'Etat Z. Demir le 21 juin 2017 ;
- *25 years of Belgian contribution to human spaceflights* : Mol le 6 octobre 2017 ;
- *10th Annual conference on European Space Policy*: Bruxelles les 23 et 24 janvier 2018.

Pendant cette période nous avons aussi organisé des séances d'information :

- *Workshop The Sentinel 2 and 3 day*: le 25 octobre 2016 ;
- *Briefing et débriefing* du Conseil ministériel de l'ESA : les 3 octobre et 7 décembre 2016 ;
- Séance d'information sur *Copernicus expansion* : le 25 octobre 2017.

## 8 Retour industriel et scientifique

La participation belge aux programmes spatiaux assure d'un côté que les entreprises et les scientifiques puissent participer aux activités de développement dans le cadre de ces programmes, et d'un autre côté, que les compétences techniques dans des domaines des technologies avancées puissent être développées et/ou consolidées.

Grâce aux programmes scientifiques, qui visent l'utilisation des données spatiales, les scientifiques belges peuvent mettre des expériences sur pied, obtenir des opportunités de vol et exploiter des résultats.

### 8.1 Dans le cadre de l'ESA

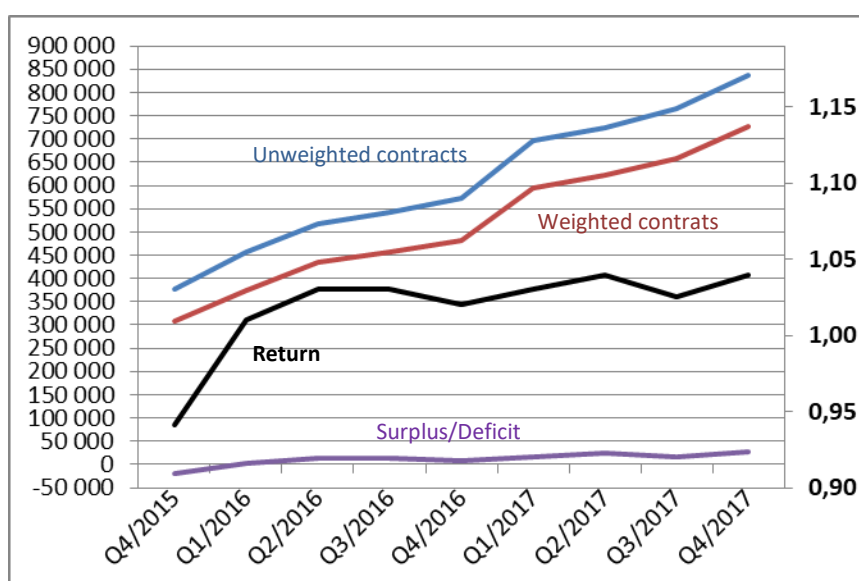
Le retour industriel dans le cadre de l'ESA est basé sur la règle du 'juste retour', à savoir que les états participants à un programme ont la garantie d'un retour qui peut osciller entre 0,8 et 1 selon le type de programme, mais dont l'objectif visé est toujours 1.

Les statistiques de l'ESA ont été remises à zéro fin 2014, sauf pour certains programmes qui ont d'office été reportés dans les nouvelles statistiques. Les données statistiques de l'ESA pour la Belgique au 31/12/2017 font état des chiffres suivant :

- Montant des contrats non pondérés : 835 905 K€
- Montant des contrats pondérés (\*) : 727 452 K€
- Coefficient moyen de la participation belge : 5,58 %
- Coefficient de retour : 1,04
- Surplus : 27 691 K€

(\*) Les montants des contrats à l'ESA sont pondérés avec un coefficient qui varie entre 0 et 1 selon le contenu technologique de l'activité considérée.

Le graphique ci-dessous montre l'évolution du montant des contrats placés en Belgique et du coefficient de retour pour la période du 1/10/2015 au 31/12/2017, tel qu'établis au 31/12/2017.



Montant des contrats (en K€) et coefficient de retour (2015-2017)



## 8.2 Dans le cadre des Programmes bilatéraux et multilatéraux

L'accord franco-belge pour le programme PLEIADES stipule que, à l'intérieur d'une enveloppe déterminée, la Belgique doit seulement payer un montant égal aux activités effectuées par des entreprises belges. De là découle que le retour industriel géographique est égal à 1.

La même procédure de retour industriel est valable pour le contrat conclu dans le cadre de la coopération belgo-argentine SAOCOM.

Il en est de même pour la participation de la Belgique au programme militaire MUSIS.

## 8.3 Retour industriel et scientifique 2015-2017

Le tableau ci-dessous présente la répartition du retour des budgets spatiaux pour la Belgique entre le 1/01/2015 et le 31/12/2017 tel qu'arrêtée au 31/12/2017.

<b>Travaux industriels</b>	<b>ESA</b>	<b>BIL/VGT/STEREO</b>	<b>%</b>
Région Bruxelles-capitale	38 163	0	9,8
Région flamande	213 583	1 430	55,4
Région wallonne	131 094	3 672	34,7
<b>TOTAL</b>	<b>382 841</b>	<b>5 102</b>	
<b>Travaux scientifiques</b>			
Universités et centre de recherche de la Communauté flamande	14 773	11 595	28,0
Universités et centre de recherche de la Communauté française	35 900	3 408	41,8
Etablissements scientifiques fédéraux	23 614	1 211	26,4
Institution scientifique internationale (VKI)	3 544		3,8
<b>TOTAL</b>	<b>77 831</b>	<b>16 214</b>	
<b>Installations ESA</b>			
Centre de test ESA (CSL)	1 000		
ESEC à Redu	3 499		
Installations outre-mer (CSG)	3 315		
<b>TOTAL</b>	<b>7 814</b>		
<b>Lancements (Arianespace) + EGAS</b>			
<b>TOTAL</b>	<b>25 923</b>	<b>0</b>	
<b>Montants non ventilés par firme (*)</b>			
<b>TOTAL</b>	<b>88 354</b>		
<b>GRAND TOTAL</b>	<b>582 763</b>	<b>21 316</b>	

*Contrats passés et engagés pour la Belgique du 1/01/2015 au 31/12/2017 dans le cadre des programmes ESA, des programmes bilatéraux et des programmes nationaux STEREO/VGT, tels qu'arrêtés au 31/12/2017. Répartition entre régions et communautés. Les montants sont en K€ et en conditions économiques courantes.*

La répartition entre régions et communautés ne tient pas compte des montants engagés pour la Belgique mais non encore ventilés par firme à cette date (cf. \*). A noter que ce montant de 88 354 k€ regroupe notamment à hauteur de 84 772 k€ les engagements faits lors du Conseil ministériel de l'ESA de 2014 concernant le développement d'Ariane-6 et de Vega.

#### **8.4 Le secteur spatial en Belgique**

En 2016, BELSPO (le service spatial et le SIST) a réalisé une étude du secteur spatial en Belgique financé par l'ESA et les résultats détaillés ont été repris dans une publication qui est parue dans le *Science Connection* n°54 de juillet-septembre 2017.

Les éléments clés de cette étude sont les suivants.

- En 2015, 122 acteurs de l'industrie spatiale financée par l'ESA employaient en Belgique 3 153 personnes équivalent temps plein dans des activités spatiales dont plus de 80 % dans des entreprises commerciales.
- Sur la période 2011-2015, l'emploi dans les entreprises privées dans le secteur spatial a augmenté de 20 %. Dans le secteur (semi-)public l'augmentation était de 10 %.
- Sur la période 2011-2015, un financement moyen annuel de 155 M€ a été alloué par l'ESA aux acteurs belges, dont 78 % en lien avec des activités économiques du secteur privé.
- Deux tiers des fonds alloués par l'ESA se concentrent dans 15 organisations.
- Chaque euro public qui est investi par la Belgique via l'ESA dans des organisations privées génère 2,2 € supplémentaires de chiffre d'affaires dans le domaine spatial et 1,7 € d'investissements supplémentaires en R&D par les entreprises privées dans le secteur spatial.

## 9 L'Union européenne

### 9.1 Copernicus

#### Description du programme

Le programme Copernicus est le programme d'observation de la Terre le plus ambitieux au monde. Il a pour objectif de doter l'Europe d'un système d'information opérationnel indépendant dans le domaine de l'environnement et de la sécurité civile. L'initiative est dirigée par la Commission européenne (CE) au nom de l'Union européenne.

Copernic contient 3 grands éléments : un composant avec des services d'information, sous la responsabilité de la CE; un composant spatial, sous la responsabilité de l'ESA avec appui d'EUMETSAT et un composant in situ sous la responsabilité de l'Agence européenne pour l'environnement (AEE).



Sentinel 5P a été lancé le 13/10/2017 et est en charge de la surveillance du dioxyde d'azote en Europe

#### Intérêt belge et défis

Grâce aux Sentinelés déjà lancés, le composant spatial génère d'énormes quantités de données (*big data*) pour les services d'information. Pour optimiser l'accès à ces données par l'utilisateur, plusieurs contrats avec l'industrie ont été conclus en 2017 pour la création et les opérations de *Data and Information Access Services* (DIAS). Ils devraient être opérationnels pendant 4 ans à partir de 2018.

Le "*user-uptake*" par des entités publiques ou des entreprises commerciales représentent de véritables défis pour Copernicus. C'est la raison pour laquelle ont été créés en Belgique *Copernicus Academia* et *Copernicus Relays* qui doivent notamment entraîner davantage de formations et d'intérêt (*awareness*) autour de Copernicus.

Terrascope, le *collaborative ground segment* belge, a été créé en septembre 2017 en vue de satisfaire aux besoins spécifiques des utilisateurs belges (voir Section 6.2).

### 9.2 Galileo

#### Description du programme

Le programme GALILEO est une initiative conjointe UE-ESA qui a comme objectif le développement d'un système civil de navigation et de positionnement par satellite. La phase de définition de ce programme a démarré en 1999. Elle a été suivie par la phase de développement et de validation en

orbite. Ces deux premières phases ont été réalisées conjointement sous la responsabilité de l'ESA et de l'Union européenne.



Lancement de 4 satellites Galileo par Ariane-5 à partir de Kourou le 17 novembre 2016.

Le programme est actuellement dans sa phase de déploiement (FOC). Cette phase a démarré en juillet 2008 et devrait s'achever en 2020 avec la mise en orbite de la totalité des 30 satellites qui composeront la constellation Galileo ainsi que la mise en place de l'ensemble de l'infrastructure terrestre. Elle est sous la responsabilité unique de la Commission européenne, l'ESA ayant reçu de la Commission européenne, le rôle d'architecte et de maître d'œuvre du système. Les satellites sont construits par la société allemande OHB tandis que la charge utile est fournie par la société britannique SSTL. Actuellement 26 satellites ont déjà été commandés.

Vingt-deux satellites sont déjà en orbite.

Parmi ces vingt-deux satellites, les dix-huit premiers ont été lancés par le lanceur Soyouz tandis que les huit derniers ont été lancés par le lanceur Ariane-5. Contrairement aux lancements effectués avec Soyouz, Ariane-5 permet de placer simultanément quatre satellites en orbite. Le prochain lancement est prévu en juillet 2018. Quatre satellites supplémentaires seront mis en orbite par Ariane 5.

Vu le nombre de satellites déjà en orbite et l'infrastructure déjà mise en place, le 15 décembre 2016, la Commission européenne a déclaré l'ouverture des services initiaux permettant ainsi de préparer la phase d'exploitation et de favoriser le développement des récepteurs Galileo et des applications correspondantes. Ces services initiaux seront essentiellement le service ouvert destiné aux applications de localisation pour le grand public, les services à accès réglementé (PRS) dans le cadre de projets pilotes et les services de recherche et de sauvetage pour le système COSPAS/SARSAT.

### Intérêts belges et défis

**GILSC :** En 2015 et 2016, BELSPO a été particulièrement actif dans le dossier GILSC. Le *Galileo Integrated Logistics Support Centre* (GILSC) a pour vocation de rassembler toutes les activités logistiques pour le support technique et la maintenance nécessaires au bon fonctionnement du segment sol du système Galileo.

Suite à l'appel à manifestation d'intérêt émis par la Commission européenne en décembre 2014, la Belgique, sous la signature de la Ministre de la Mobilité et de la Secrétaire d'Etat à la Politique scientifique, a introduit, en mars 2015, un dossier de candidature pour l'hébergement du GILSC à Transinne. Au terme d'une procédure de sélection qui aura duré près d'un an, la Commission a pris la décision, en mars 2016, d'établir le GILSC en Belgique. L'inauguration de ce centre a été faite le 1 décembre 2017. Pour rappel, ce projet a été financé intégralement par la Région wallonne.

**GSMC :** Le *Galileo Security Monitoring Centre* (GSMC) est un segment stratégique du système européen de positionnement et de navigation par satellites GALILEO. Le centre principal se trouve en France tandis que le back-up se trouve actuellement dans le sud de l'Angleterre.

Le choix de la Grande Bretagne de sortir de l'Union européenne implique de trouver un nouveau lieu d'accueil pour ce centre back-up. C'est pourquoi, en août 2017, la Commission européenne a lancé un appel à manifestation d'intérêt pour la sélection d'une nouvelle localisation pour ce centre back-up. La Belgique a manifesté son intérêt d'accueillir ce centre en Belgique et a soumis une proposition qui prévoyait son installation au sein du pôle spatial de Redu-Transinne, et plus

particulièrement sur le site de l'ESEC. Au total 8 pays ont soumis une proposition et au terme de la procédure de sélection, c'est la candidature espagnole qui a été retenue en janvier 2018.

L'industrie belge est bien présente dans le programme Galileo :

Septentrio a réalisé les récepteurs de tests qui ont permis dès janvier 2006 de recevoir les premiers signaux de navigation. TAS-B a réalisé des travaux de développement pour les boîtiers de sécurité pour les satellites et fournit actuellement les alimentations pour les satellites de la constellation déjà commandés.

D'autres industriels belges sont également présents, à savoir Vitrociset pour les activités de logistique et Antwerp Space pour les activités relatives au réseau de communication. Par ailleurs, les premiers signaux de transmission des satellites sont testés (*In Orbit Test*) à l'ESEC à Redu.

### 9.3 Space Surveillance and Tracking (SST)

#### Description du programme

En raison du nombre croissant d'objets spatiaux en orbite autour de la Terre, le risque de collision de satellites avec d'autres satellites et avec des débris d'engin spatiaux augmente lui-aussi. Le *SST Support Framework* de la Commission européenne (CE) a pour but de développer un certain nombre de services concernant :

- la prévision de collisions,
- le suivi de fragmentation,
- la prévision et le suivi d'un retour dans l'atmosphère des objets spatiaux.

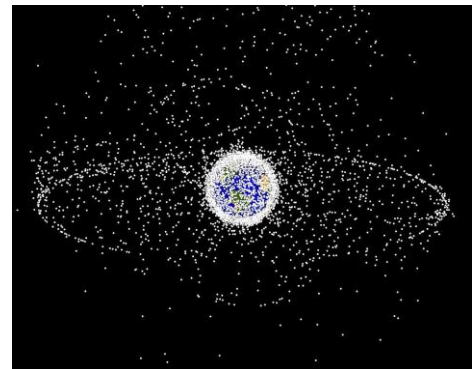
Le *SST Support Framework* a été créé le 16/04/2014 par la décision n°541/2014/UE du Parlement européen et du Conseil. Le financement annoncé s'élève à 72 M€ pour la période 2014-2020, provenant des programmes H2020, Copernicus et Galileo. Ce financement sert à développer et opérer des services SST, mais pas à développer de nouveaux capteurs.

A la suite d'un appel formel à participer avec des capacités nationales de SST, la CE a mis en place en mars 2015 le *SST Consortium*, dont les états membres sont l'Allemagne, la France, l'Italie, le Royaume-Uni et l'Espagne. Ces pays œuvrent actuellement au développement d'une version initiale des services SST visés. La CE a également décidé de faire du EUSC (SatCen, le *Satellite Centre* de l'UE à Torrejon, Espagne) la station au sol pour le *SST Support Framework*. La Pologne, le Portugal et la Roumanie ont fait savoir qu'ils souhaitaient rejoindre le *SST Consortium* en 2018.

#### Intérêt belge et défis

Notre pays ne dispose pas de savoir-faire ou de capacités (radars par exemple) notables qui pourraient être intégrées au *SST Support Framework*. Notre pays déplore également le fait que le *SST Support Framework* de la CE ne permette pas véritablement de coopération avec le programme SSA de l'ESA (voir section 4.8). La délégation belge continue néanmoins à suivre l'évolution du programme en tant que membre du *SST Support Framework Committee*.

Dans le cadre de la préparation du prochain *Multiannual Financial Framework* (MFF) 2021-2027, la CE envisage d'élargir le *SST Framework* pour en faire un programme SSA complet en s'étendant aux services *Space Weather* (SWE) et *Near-Earth Objects* (NEO). La Belgique se prépare à remplir un rôle de leader en matière de services SWE.



Modèle informatique des débris spatiaux autour de la Terre. Environ 500 000 objets sont suivis avec des radars.

## 9.4 Horizon 2020 Space

### Description du programme

Horizon 2020 est le programme de la Commission européenne destiné à stimuler la recherche et l'innovation européennes. Horizon 2020 a commencé le 1<sup>er</sup> janvier 2014 et succède au Septième Programme-cadre (PC7).

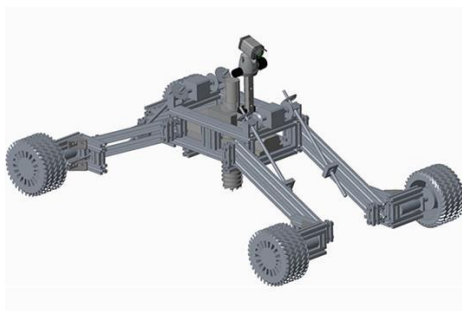
A l'aide de la partie *Horizon 2020 Space (Leadership in Enabling and Industrial Technologies - Space)*, l'Europe investit dans une industrie spatiale compétitive et dans le monde de la recherche innovatrice. L'objectif est que les actions d'*Horizon 2020 Space* soient exécutées en rapport avec les activités de recherche et de développement des états membres et de l'ESA. Le budget pour *Horizon 2020 Space* s'élève environ à 1,7 milliard d'euros pour la période 2014-2020.

Les principaux thèmes d'action qui figuraient dans le programme de travail 2016 sont :

- la poursuite de l'investissement européen dans le programme 'phare' *Copernicus* via des *Calls* en appui du développement de *downstream applications/services* commerciaux et de l'évolution des *Copernicus core services* publics ;
- la stimulation de la compétitivité, de l'indépendance et de l'innovation du secteur spatial européen (y compris les PME) par le développement de technologies spatiales, y compris les technologies critiques ;
- le soutien du développement de l'instrumentation scientifique pour les missions scientifiques et d'exploration.

### Intérêt belge et défis

Malgré le caractère très compétitif des appels d'*Horizon 2020*, un financement de l'UE de près de 5 % du financement total a été attribué à des acteurs belges dans le plan de travail 2016. La tendance a été poursuivie dans les programmes de travail d'*H2020 Space 2014 et 2015* et notre pays se positionne comme le 6<sup>e</sup> pays participant après la France, l'Allemagne, l'Italie, l'Espagne et l'Angleterre.



Modèle du *Lunar Volatiles Mobile Instrument* qui est développé dans Horizon 2020 par un consortium sous la direction de l'entreprise *Space Applications Services*.

Les acteurs belges ont notamment :

- participé pleinement aux activités de développement dans le cadre des deux *Strategic Research Clusters* (SRC) mis en place en 2014, respectivement dans les domaines *In-Space electrical propulsion and station keeping* et *Space Robotics Technologies* ;
- assuré la direction du projet *Lunar Volatiles Mobile Instrument* (LUVMI) qui vise le développement d'une plateforme mobile légère, appelée 'rover', pour les missions sur le pôle sud de la lune.

## 9.5 Groupe de Travail 'Espace', Space Policy Expert Group , Conseil Espace 'informel'

### Description du Programme

Au sein du Conseil de l'UE, la Belgique participe au Groupe de Travail 'Espace' qui examine en amont l'ensemble des dossiers 'Espace' au niveau politique, sous l'égide des différentes présidences tournantes de l'UE. En aval, la Belgique participe aux réunions du Conseil Compétitivité 'Espace' au sein desquelles sont adoptées les propositions législatives et/ou au cours desquelles se tiennent des échanges entre Ministres sur des thématiques telles la stratégie spatiale pour l'Europe (en mai 2017) ou l'évaluation à mi-parcours du programme Copernicus (en décembre 2017)



Réunion du Groupe de travail Espace à Bruxelles le 15/12/2017 sous Présidence estonienne.

Au niveau de la CE, les experts 'Espace' se retrouvent au sein du *Space Policy Expert Group* (SPEG). La Belgique a ainsi participé à toutes les réunions organisées en la matière par la CE à Bruxelles depuis 2013. Les thématiques majeures ayant fait l'objet de discussions sont: politique industrielle spatiale européenne, relations entre l'UE et l'ESA, bénéfices socio-économiques des activités spatiales, exploration, Espace et Sécurité (GovSatCom, SST), stratégie spatiale pour l'Europe (conditions de marché de l'industrie et des services, recherche et innovation, accès à l'Espace, coopération internationale).

Les textes législatifs suivants ont été négociés lors des réunions du Groupe de Travail 'Espace' du Conseil de l'UE, puis adoptés au sein du Conseil Compétitivité dans sa formation 'Espace' :

- conclusions du Conseil sur la Stratégie spatiale pour l'Europe (9817/17) ;
- conclusions du Conseil sur l'Évaluation à mi-parcours du programme Copernicus (15299/17).

### Intérêt belge et défis

Le 7 novembre 2017, la Belgique a participé au Conseil Espace informel, organisé à Tallinn sous présidence estonienne du Conseil de l'UE. Les débats ont été consacrés aux enjeux suivants : les implications politiques du changement de paradigme global (influence de l'émergence du *big data*) dans l'observation de la Terre et l'avenir du programme Copernicus en favorisant un secteur spatial européen compétitif et innovant.

## 10 Relations internationales

En 2017, la Belgique a poursuivi sa contribution au sein de l'UNCOPUOS (*Comité des Nations Unies pour les Utilisations pacifiques de l'Espace extra-atmosphérique*). Outre les thématiques récurrentes (débris spatiaux, état d'application des traités internationaux, trafic orbital, etc.), la Délégation belge a été particulièrement active dans les débats relatifs à l'exploitation des ressources naturelles de l'espace, en particulier la question de la faisabilité juridique de l'exploitation de ressources minérales des corps célestes (planètes, lunes, astéroïdes). BELSPO a fourni une expertise technique et scientifique substantielle à cette discussion et, avec son soutien, un expert de la *KULeuven* est venu renforcer la Délégation belge à cette fin. Un point spécifique sur cette question a été inscrit à l'ordre du jour de la session du Sous-Comité juridique de l'UNCOPUOS en 2017 et a été renouvelé pour la session de 2018.



Une autre thématique d'intérêt stratégique est celle de la viabilité à long terme des activités spatiales. A la demande de la Délégation belge, l'Agence spatiale européenne a réalisé une analyse des lignes directrices discutées dans le cadre du groupe de travail ad hoc du Sous-Comité scientifique et technique de l'UNCOPUOS afin d'éclairer les Etats membres de l'ESA participant aux travaux sous cette thématique sur la faisabilité des recommandations envisagées.

BELSPO a également poursuivi sa participation aux travaux du SMPAG (*Space Mission Advisory Group*), et plus particulièrement de son groupe d'experts juristes, qui envisagent les aspects techniques, politiques et juridiques de la préparation d'une mission spatiale en cas de menace de collision de la Terre avec un astéroïde.

Enfin, 2017 a été une année faste pour la mise en œuvre de la loi du 17 septembre 2005 relative aux activités de lancement, d'opération de vol ou de guidage d'objets spatiaux. La mission QB50 du VKI est entrée dans sa phase de déploiement opérationnel au terme de deux lancements successifs, dont l'un impliquant la Station spatiale internationale. La Secrétaire d'Etat à la Politique scientifique a autorisé ces deux lancements et, conformément à ses instructions, BELSPO a immatriculé 28 des 33 cubesats lancés (5 cubesats étant immatriculés par leur Etat d'origine).



## 11 La Direction 'Recherche et Applications spatiales' de BELSPO

### 11.1 Personnel et organisation

L'organigramme de la direction 'Recherches et applications spatiales' est disponible sur le site de BELSPO : <http://extranet.belspo.be/organisation/service.asp?l=fr&s=spac>.

### 11.2 Budget

Le tableau ci-dessous reprend les budgets de l'enveloppe spatiale pour les années 2016 à 2018.

en M€	2016	2017	2018
Personnel contractuel	0.91	0.91	-*
Gestion et valorisation	0.52	0.52	0.52
Programmes ESA	189.86	196.94	191.65
Programmes hors ESA	5.13	3.04	7.37
STEREO	4.13	5.07	4.91
TOTAL	200.55	206.49	** 204.45

\* Diminution de l'enveloppe spatiale causée par le transfert du budget dédié au personnel contractuel (910 K€) vers l'enveloppe de personnel BELSPO.

\*\* Diminution de l'enveloppe spatiale causée par (\*) et par un transfert supplémentaire de 893 K€ pour le personnel statutaire vers l'enveloppe de personnel BELSPO ainsi que par la correction de l'inflation pour les budgets ESA (0.2 % au lieu de 1.5 % comme initialement prévu dans l'enveloppe budgétaire acceptée par le Conseil des Ministres pour la période 2017-2021).

## 12 Acronymes

ADS	Airbus Defence & Space
AIDA	Asteroid Impact and Deflection Assessment
AIM	Asteroid Impact Mission
ALTIUS	Atmospheric Limb Tracking for the Investigation of the Upcoming Stratosphere
AO	Aardobservatie
APEX	Airborne Prism EXperiment
ArtemISS	Arthrospira gene Expression and mathematical modelling on cultures grown in the International Space Station
ARTES	Advanced Research in TELEcommunication Systems
ASIM	Atmosphere-Space Interactions Monitor
ATV	Automated Transfer Vehicle
B2C	Business to Consumer
BELSPO	Belgian Science Policy Office
BEOP	Belgian Earth Observation Platform
BFC	Binding Financial Commitment
BIC	Business Incubation Centre
BIRA	Belgisch koninklijk Instituut voor Ruimte-Aëronomie
BNP	Bruto Nationaal Product
BPA	Belgian Pléiades Archive
B.USOC	Belgian User Support and Operation Centre
CDR	Critical Design Review
CE	Commission européenne
CEN	Centre d'Etude de l'Energie Nucléaire
CHPCM	Copernicus High Priority Candidate Missions
CMSA	China Manned Space Agency
CNES	Centre National d'Etudes Spatiales (France)
CONAE	Comisión Nacional de Actividades Espaciales (Argentina)
COSPAS/SARSAT	Cosmicheskaya Sistyema Poiska Avariynich Sudov/Search And Rescue SATellite
CSCE	Cyber Security Centre of Excellence
CSG	Centre Spatial Guyannais
CSL	Centre Spatial de Liège
CTP	Core Technology Programme
CvB	Centrum voor Beeldverwerking
DART	Double Asteroid Redirection Test
DCU	Drive Control Unit
DG	Directeur Generaal / Directeur général
DGA	Direction Générale de l'Armement (France)
DIAS	Data and Information Access Services
DLR	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (Germany)
DWTI	Dienst voor Wetenschappelijke en Technische Informatie
E3P	European Exploration Envelope Programme
EBA	ESA Business Applications

EC	Europeese Commissie / European Commission
ECMWF	European Centre for Medium-Range Weather Forecasts
ECO	Every Child Online
ECV	Essential Climate Variable
EDRS	European Data Relay Satellite
EEA	European Environment Agency
EGAS	European Guaranteed Access to Space
EGEP	European GNNS Evolution Programme
EGNOS	European Geostationary Navigation Overlay Service
EGSE	Electrical Ground Support Equipment
EHP	Euro Heat Pipes
ELIPS	European Programme for Life and Physical Sciences and Applications in Space
EMSA	European Maritime Safety Agency
EO	Earth Observation
EOEP	Earth Observation Envelope Programme
EPS-SG	EUMETSAT Polar System - Second Generation
ERM	Ecole Royale Militaire
ESA	European Space Agency
ESEC	European space Security and Education Centre (Redu)
ESF	Etablissement Scientifique Fédéral
ESM	European Service Module
ESTEC	European Space Research and Technology Centre
ETHEPAP	European Transportation and Human Exploration Preparatory Activities Programme
EU	European Union
EUI	Extreme Ultraviolet Imager
EUMETSAT	European Organization for the Exploitation of Meteorological Satellites
EUSC	European Union Satellite Centre (SatCen)
EXPERT	European Experimental Re-entry Testbed
ExPeRT	Exploration Preparation, Research and Technology
FAO	Food and Agriculture Organisation
FLPP	Future Launcher Preparatory Programme
FOC	Full Operational Capability
FRC	Facility Responsible Centre
FSL	Fluid Science Laboratory
FWI	Federale Wetenschappelijke Instelling
GCOS	Global Climate Observing System
GILSC	Galileo Integrated Logistics Support Centre
GMES	Global Monitoring for the Environment and Security (now: Copernicus)
GNSS	Global Navigation Satellite Systems
GovSatCom	Governmental Satellite Communications
GSA	european Global navigation Satellite systems Agency
GSC	GMES Space Component
GSMC	Galileo Security Monitoring Centre
GSP	General Studies Programme
GSTP	General Support Technology Programme
GTEO	Groupe de Travail en Observation de la Terre
H2020	Horizon 2020 programme of the European Union
HTS	High Throughput Satellites

IAP	Integrated Applications Promotion
IASB	Institut royal d'Aéronomie Spatiale de Belgique
IBDM	International Berthing and Docking Mechanism
ICE	Inmarsat Communications Evolution
INDIGO	Intelsat Newtec DIALOG Open System
IOD	In Orbit Demonstration
IOT	In Orbit Test
IOV	In Orbit Validation
IPC	Industrial Policy Committee
IRM	Institut Royal Météorologique
ISS	International Space Station
ISSeP	Institut Scientifique de Service Public
IT	Information Technology
IXV	Intermediate Experimental Vehicle
KMI	Koninklijk Meteorologisch Instituut
KMO	Kleine en Middelgrote Ondernemingen
KMS	Koninklijke Militaire School
KSB	Koninklijke Sterrenwacht van België
KULeuven	Katholieke Universiteit Leuven
LaRa	Lander Radioscience
LEAP	Launchers Exploitation Accompaniment Programme
LEO	Low Earth Orbit
LEOP	Launch and Early Orbit Phase
LUVMI	Lunar Volatiles Mobile Instrument
MCO	Maintien en Condition Opérationnelle
ME	Mid-life Evolution
MELISSA	Micro-Ecological Life Support System Alternative
MEP	Mission Exploitation Platform
METOP-SG	METEorological OPERational satellite - Second Generation
MMF	Multiannual Financial Framework (EU)
MOC	Mission Operation Centre
MPCV	Multi-Purpose Crew Vehicle
MREP	Mars Robotic Exploration Preparation
MTG	Meteosat Third Generation
MTG - I	MTG - Imager
MTG - S	MTG - Sounder
MUSIS	Multinational Space-based Imaging System for Surveillance, Reconnaissance and Observation
NASA	National Aeronautics and Space Administration (USA)
NAVISP	Navigation Innovation and Support Programme
NEO	Near-Earth Objects
NEO	New Economic Opportunities
NGP	Next Generation Platform
NOMAD	Nadir and Occultation for Mars Discovery
NTP	National Trainee Programme
O&O	Onderzoek en Ontwikkeling
ORB	Observatoire Royal de Belgique
OT	Observation de la Terre
PCDU	Power Control and Distribution Unit

PCU	Power Conditioning Unit
PDR	Preliminary Design Review
PI	Principal Investigator
PIR	Programme Implementation Review
PME	Petites et Moyennes Entreprises
PNB	Produit National Brut
PNT	Positioning, Navigation and Timing
PPP	Public Private Partnership
PPU	Power Processing Unit
PROBA	PRoject for OnBoard Autonomy
PRODEX	Programme for the Development of scientific Experiments
PRS	Public Regulated Service
R&D	Recherche et Développement / Research and Development
RPAS	Remotely Piloted Aircraft Systems
RSS	Redu Space Services
S/W	Software
SAOCOM-CS	Satélite Argentino de Observación CO n Microondas / Satellites for Observation and Communications - Companion Satellite
SAR	Synthetic Aperture Radar
SAT-AIS	Satellite - Automatic Identification System
SciSpaceE	Science in Space Environment
SCK	Studiecentrum voor Kernenergie
SES	Société Européenne des Satellites (Luxemburg)
SIST	Service d'information scientifique et technique
SME	Small and Medium Enterprises
SMI	Small Mission Initiative
SMPAG	Space Mission Advisory Group
SPEG	Space Policy Expert Group
SRC	Strategic Research Cluster
SSA	Space Situational Awareness
SSM	Segment Sol Mission
SST	Space Surveillance and Tracking
SSU	Segment Sol Utilisateurs
STEREO	Support to The Exploitation and Research in Earth Observation
SWE	Space Weather
TAS	Thales Alenia Space
TBA	To Be Allocated
TGO	Trace Gas Orbiter
TTP	Technology Transfer and incubation Programme
TRL	Technology Readiness Level
TRP	Technology Research Programme
TVC	Thrust Vector Control
UAntwerpen	Universiteit Antwerpen
UA	Utilisateurs Agréés
UCL	Université Catholique de Louvain
UE	Union européenne
UGent	Universiteit Gent
ULB	Université Libre de Bruxelles
ULCED	Ultra Low Cost Engine Demonstrator

ULiège	Université de Liège
UMons	Université de Mons
UNamur	Université de Namur
UNCOPUOS	United Nations COmmittee on het Peaceful Uses of Outer Space
USOC	User Support and Operation Centre
VECEP	VEga Consolidation and Evolution Programme
VGT	Végétation (instrument)
VIB	Vlaams Instituut voor Biotechnologie
VITO	Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek
VKI	Von Karman Institute for fluid dynamics
VUB	Vrije Universiteit Brussel