

*Décembre 2020*

# Évaluation des projets relevant du secteur spatial financés dans le cadre du PIA

---

Rapport final – Version publique



Patrick Eparvier, Gaëtan Coatanroch, Vanina Choe, Aurélien Seawert



*Décembre 2020*

## **Évaluation des projets relevant du secteur spatial financés dans le cadre du PIA**

### **Rapport final – Version publique**

---

Patrick Eparvier, Gaëtan Coatanroch, Vanina Choe, Aurélien Seawert



**Le contenu de la présente publication ne reflète pas nécessairement la position ou l'opinion du commanditaire ou des parties prenantes.**



# Table des matières

---

1	Synthèse	10
2	Fiche d'identité du programme	14
3	Objectifs de l'évaluation et méthodologie	15
3.1	Objectifs de l'évaluation	15
3.2	Outils méthodologiques	15
4	Description du programme	17
4.1	Contexte et historique du programme	17
4.2	Logique d'intervention du PIA Espace	18
4.3	Gouvernance et mise en œuvre du programme	20
4.4	Budget du PIA Espace	23
4.5	Comparaison du budget du PIA Espace avec les programmes 191 et 193	26
5	Cartographie des projets et des bénéficiaires	32
5.1	Analyse thématique des projets retenus	32
5.2	Typologie des bénéficiaires	33
5.3	Attentes et motivations des bénéficiaires des financements	35
6	Appréciation du fonctionnement du programme	37
6.1	Appréciation du programme par les bénéficiaires des financements pour les projets de R&D	37
6.2	Appréciation du programme par les bénéficiaires des financements pour les porteurs de projet boosters	39
7	Présentation générale des projets et des résultats technologiques et industriels	42
7.1	Synthèse des projets financés	42
7.2	Résultats industriels et commerciaux des projets	44
7.3	Analyse des projets par volet du programme	54
7.4	Résultats sur la maturité des technologies	64
7.5	Retour financier du programme pour l'État	68
8	Conclusions des effets et résultats du programme et des projets sur les différentes parties prenantes	69
8.1	Effets et résultats pour les bénéficiaires des financements	69
8.2	Effets et résultats pour le secteur spatial français	69
8.3	Effets et résultats pour le CNES	70
8.4	Résultats pour l'État	72
9	Bonnes pratiques identifiées dans d'autres programmes ou dispositifs	73
10	Conclusions sur le programme	77
10.1	Sur la pertinence du programme	77
10.2	Sur l'efficacité des interventions	78



10.3 Sur l'efficience des interventions	79
10.4 Sur les impacts des interventions obtenus au regard des objectifs initiaux	81
10.5 Sur la cohérence des interventions	82
10.6 Sur la durabilité des effets	83
11 Points forts et points d'amélioration du programme	84
12 Recommandations	86
Annexe A Entretiens avec les acteurs institutionnels	88
Annexe B Guides d'entretiens	89
Annexe C Données sur les budgets et les crédits budgétaires	92



# Tableaux

---

Tableau 1 Répartition des projets et des financements du PIA Espace _____	10
Tableau 2 Types d'entretiens / répondants réalisés _____	16
Tableau 3 Projets spatiaux financés par le PIA _____	18
Tableau 4 Montants autorisés du PIA par opérateur _____	26
Tableau 5 Comparaison de l'évolution des engagements en faveur du PIA Espace et des contributions du CNES aux programmes 191 et 193 _____	28
Tableau 6 Projets soutenus par l'action « Espace » du PIA _____	42
Tableau 7 Liste des « boosters » _____	62
Tableau 8 Résultat de l'AAP Booster _____	63
Tableau 9 Échelle des TRL _____	64
Tableau 10 Principales caractéristiques et résultats des programmes ayant fait l'objet d'un benchmark _____	74
Tableau 11 Points forts et points faibles du PIA Espace _____	84
Tableau 12 Avantages et inconvénients du PIA Espace par rapport à une augmentation de la dotation du CNES _____	85
Tableau 13 Entretiens avec les acteurs institutionnels _____	88
Tableau 14 Guide d'entretiens avec les opérateurs ou représentants de l'Etat _____	89
Tableau 15 Guide d'entretiens avec les bénéficiaires des financements (tous projets confondus) _____	90
Tableau 16 Évolution des engagements en faveur du PIA Espace (par volet) et des contributions du CNES aux programmes 191 et 193 (par action) (en millions d'euros) _____	92
Tableau 17 Crédits budgétaires publics de R&D pour l'objectif « Exploration et exploitation de l'espace » de 2004 à 2018 (en millions d'euros) _____	94
Tableau 18 Budget de R&D de SAFRAN et THALES (en millions d'euros) _____	94

# Figures

---

Figure 1 Logique d'intervention du PIA Espace _____	20
Figure 2 Décision budgétaire par projet _____	24
Figure 3 Zoom sur les budgets des projets opérés par Bpifrance (à gauche PIAVE Constellation, à droite PIAVE Booster) _____	25
Figure 4 Répartition des montants de financement du PIA par opérateur _____	26
Figure 5 Évolution des engagements financiers de l'État dans le domaine de l'espace de 2008 à 2019 _____	29
Figure 6 Crédits budgétaires publics de R&D pour l'objectif « Exploration et exploitation de l'espace » de 2004 à 2018 _____	30
Figure 7 Dépenses de R&D de SAFRAN et THALES de 2005 à 2018 _____	31



Figure 8 Financement par secteur d'activité _____	32
Figure 9 Typologie des bénéficiaires par nombre d'effectifs (nombre d'entreprises indiqué) _____	34
Figure 10 Typologie des bénéficiaires par chiffre d'affaires (nombre d'entreprises indiqué) _____	34
Figure 11 Année de création des bénéficiaires (nombre d'entreprises indiqué) _____	35
Figure 12 Les principaux facteurs qui ont motivé les bénéficiaires à participer au projet _____	36
Figure 13 Appréciation du processus de sélection des projets _____	37
Figure 14 Appréciation du suivi des projets _____	38
Figure 15 Appréciation du processus de sélection des projets _____	40
Figure 16 Finalités du projet (plusieurs réponses possibles) _____	44
Figure 17 Disponibilité commerciale et utilisation dans d'autres secteurs de la technologie développée _____	45
Figure 18 Succès des projets en termes technologiques, industriels et économiques _____	45
Figure 19 Effets du PIA sur le dépôt de brevets et la réduction du « time to market » _____	46
Figure 20 Retombées économiques des projets en fonction de l'horizon temporel _____	47
Figure 21 Effets du programme sur le développement du réseau _____	48
Figure 22 Contribution du projet à la naissance de nouvelles collaborations avec les partenaires du projet _____	48
Figure 23 Nouvelles perspectives grâce aux projets _____	49
Figure 24 Impact du projet sur la structuration de la filière associée _____	50
Figure 25 Stade de développement des projets Booster _____	51
Figure 26 Résultats du projet Booster (plusieurs réponses possibles) _____	51
Figure 27 Participation du projet Booster aux concours d'innovation _____	52
Figure 28 Difficultés rencontrées (plusieurs réponses possibles) _____	53
Figure 29 Difficultés rencontrées par les projets Booster _____	54
Figure 30 Répartition des financements du PIA Espace par volet et par opérateur (la surface est proportionnelle aux montants financiers apportés par le PIA) _____	55
Figure 31 Répartition des financements de l'action Espace du PIA par volet _____	56
Figure 32 Gain en TRL (écart entre TRL initial et TRL final) en fonction du TRL initial _____	66



# Liste des acronymes

---

Acronyme	Signification
A5ME	Ariane 5 Middlelife Evolution
AAP	Appel à Projets
ADS	Airbus Defence & Space
AMI	Appel à Manifestation d'Intérêt
ANR	Agence Nationale de la Recherche
ARTES	Programme de recherche de pointe sur les systèmes de télécommunications de l'ESA ( <i>Advanced Research in Telecommunications Systems</i> )
Bpifrance	Banque Publique d'Investissement
CDC	Caisse des Dépôts
CES	Comité d'Évaluation et de Suivi
CGI	Commissariat Général à l'Investissement (devenu SGPI)
CNES	Centre National d'Études Spatiales
COSPACE	Comité de concertation État-Industrie sur l'espace
CPS	Comité des Programmes Scientifiques du CNES
DGA	Direction Générale de l'Armement (Ministère des Armées)
DGE	Direction Générale des Entreprises (Ministère de l'Économie, de l'Industrie et du Numérique)
DPM	Décision du Premier Ministre
EOR	Electrical Orbit Raising
ESA	Agence Spatiale Européenne ( <i>European Space Agency</i> )
ETI	Entreprises de Taille Intermédiaire
GIFAS	Groupement des Industries Françaises Aéronautiques et Spatiales
H2020	Programme-cadre de recherche de l'Union européenne (2014-2020)
MESRI	Ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation
MIRES	Mission interministérielle Recherche et Enseignement supérieur
MTES	Ministère de la Transition Écologique et Solidaire
NAF	Nomenclature d'activités française
NEOSAT	Plate-forme de nouvelle génération destinée aux satellites de télécommunications
PIA	Programme d'Investissements d'Avenir
PIAVE	Projets industriels d'avenir
PM	Premier Ministre
PME	Petites et Moyennes Entreprises



PMT	Plan à moyen terme du CNES
PPRT	Programme Pluriannuel de Recherche et Technologie
R&D	Recherche et Développement
R&T	Recherche et Technologie
SGPI	Secrétariat général pour l'investissement
SWOT	Surface Water and Ocean Topography
TAS	Thales Alenia Space
THD	Très Haut Débit
TRL	<i>Technology Readiness Level</i> , échelle d'évaluation du degré de maturité technologique
UPA	Upper Part Adaptation



# Définitions de termes utilisés

Termes et expressions	Définitions
<b>Action Espace du CNES</b>	Le PIA Espace ou le programme PIA Espace comprend l'ensemble des activités relevant du secteur spatial financées par le PIA. Une de ces activités correspond à l'Action Espace mise en œuvre par le CNES agissant comme opérateur.
<b>Bénéficiaire de financement du programme</b>	Organisation qui a contracté avec un des opérateurs dans le cadre d'un projet financé par le PIA Espace
<b>Logique d'intervention du programme</b>	Cadre logique qui identifie les enjeux d'un programme (à quoi veut répondre le programme ?), les objectifs généraux et spécifiques (qu'est-ce qui est recherché ?), les résultats attendus (à quoi veut aboutir le programme ?), les activités (qu'est-ce qui est fait ?)
<b>Industriel impliqué dans un projet</b>	Contractant avec un opérateur dans le cadre d'un projet financé par le PIA Espace
<b>Sous-traitant dans un projet</b>	Entreprise qui contracte avec un industriel dans le cadre d'un projet financé par le PIA Espace
<b>Programme PIA Espace</b>	Ensemble des projets financés dans le domaine spatial, à partir du PIA 1 et 2 Le PIA Espace ou le programme PIA Espace comprend l'ensemble des activités relevant du secteur spatial financées par le PIA. Une de ces activités correspond à l'Action Espace mise en œuvre par le CNES agissant comme opérateur.
<b>Booster</b>	Structures labélisées qui pouvaient labéliser des projets avant soumission
<b>PIAVE Espace</b>	Appel à projets thématique du PIAVE lancé par Bpifrance. Un AAP a été dédié à la filière d'équipement des satellites composant les constellations LEO de nouvelle génération. Un autre AAP (PIAVE Booster) portait sur les produits et services valorisant les informations issues du domaine spatial
<b>Plan à moyen terme du CNES</b>	Feuille de route pour le pilotage du CNES. Révisé deux fois par an et établi sur six ans
<b>Programme Pluriannuel de Recherche et Technologie</b>	Programme de recherche fondamentale du CNES qui couvre 1) la recherche prospective 2) la préparation des projets futurs 3) le développement de la capacité d'expertise nationale
<b>Opérateur du PIA</b>	Assurent la mise en œuvre opérationnelle du programme d'investissements d'avenir
<b>Chef de projet CNES</b>	Responsable au CNES du suivi des projets financés par le PIA Espace
<b>Projet par le PIA Espace</b>	On distingue les projets dits de R&D qui sont tous les projets financés à l'exception des boosters et les projets booster
<b>Projet PIAVE</b>	Projet financé dans le cadre du PIAVE (il peut s'agir de projets Constellations ou de Booster)
<b>Retour géographique</b>	Mode de fonctionnement de l'ESA, basée sur la dépense de la somme versée par un État membre (moins les frais) auprès des acteurs publics et privés de ce pays

Note : Quand il n'est pas opérateur, le centre technique du CNES peut agir en tant que maître d'ouvrage ou maître d'œuvre délégué. Ce positionnement fait que le CNES n'est pas un « bénéficiaire » au même titre que l'est un industriel impliqué dans un projet. En effet, par délégation et pour le compte de l'opérateur, le CNES assure sans contrepartie financière, une prestation de contractualisation, de développement et de suivi technique du projet décidé. Il fait donc bénéficier de la totalité des fonds qui lui ont été transférés, aux organisations avec lesquelles il contracte.

# 1 Synthèse

Le développement de l'industrie aéronautique et spatiale a été identifié en 2009 comme une priorité pour la France dans le rapport « Investir pour l'avenir » préalable au Programme des Investissements d'Avenir (PIA). Le soutien du PIA au développement de l'industrie spatiale française s'est fait au travers de la mobilisation de quatre opérateurs : l'Agence Nationale de la Recherche (ANR), Bpifrance, la Caisse des Dépôts (CDC) et le Centre National d'Études Spatiales (CNES).

Au total, 755 millions d'euros du PIA ont été autorisés par le Premier Ministre pour les projets « Espace ». Le CNES est le principal opérateur, avec près de 75% des montants de financement. Les projets soutenus, dont certains encore en cours, portent sur différentes thématiques.

*Tableau 1 Répartition des projets et des financements du PIA Espace*

Volet	Thématique	Projets	Financements du PIA Espace	Opérateurs
1	Préparation d'Ariane 6	2 et 1 recapitalisation	33%	CNES
2	Développement de satellites à fort enjeu applicatif	5	52%	ANR, CDC, CNES
3	Satellite à propulsion électrique	4	9%	CNES
4	Développement d'équipements pour les constellations en orbite basse	4 (dont 1 abandonné)	5%	Bpifrance
5	Valorisation des informations issues du secteur spatial	17	1%	Bpifrance

Une évaluation du « PIA Espace » a été conduite par Technopolis Group entre mai et novembre 2019, sous l'égide d'un Comité de Pilotage présidé par le Secrétariat général pour l'investissement (SGPI) et composé de représentants du Ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation (MESRI), du Ministère de la Transition écologique et solidaire (MTES) et du Ministère de l'Économie et des Finances (MEF) ainsi que des opérateurs. Elle visait notamment à identifier l'adéquation entre les projets sélectionnés et les objectifs du PIA et à déterminer les impacts des financements sur le secteur spatial et leur valeur ajoutée par rapport aux dotations budgétaires du CNES.

En tout, 115 personnes ont été vues ou entendues. Trois enquêtes ont également été produites (69 réponses ont été collectées)

## Pertinence

L'intervention du PIA a été réalisée dans une période de grandes évolutions mais aussi d'accroissement des activités spatiales. L'émergence de nouvelles technologies, mais aussi de nouveaux acteurs, faisait peser des risques importants sur le maintien de la compétitivité française. Au moment du lancement du PIA1, le CNES ne disposait pas de capacités d'engagement sur de nouveaux projets pour répondre à ces enjeux, bien qu'ils aient été majoritairement identifiés. La disponibilité du PIA au cours de cette période de fortes évolutions a donc permis à l'industrie française de répondre à des enjeux vitaux, notamment dans les domaines des satellites de télécommunication et des lanceurs, et à préparer le court ou le moyen-terme. Il a pu avoir un effet d'accélération forte du développement d'innovations sur des segments d'importance.



Néanmoins, les évaluateurs notent l'absence d'une logique d'intervention formalisée du PIA Espace par les services de l'État et connectée au Plan à moyen terme (PMT) du CNES. Une logique d'intervention avec des objectifs de court terme et de long terme aurait permis au PIA Espace de n'être pas seulement réactif mais proactif et de proposer une vision de long terme pour le secteur spatial français, en cohérence avec l'activité et les outils du CNES pour identifier, faire émerger et permettre des projets de recherche fondamentale sur des horizons lointains.

**Le PIA Espace répond donc partiellement à l'objectif** de « financer des investissements d'excellence dans des secteurs d'avenir, afin de préserver le potentiel de croissance à moyen et long termes de la France ». En effet, si le PIA a sans doute permis de maintenir ce potentiel à moyen terme, notamment sur les volets « satellites de télécommunications » et « satellite à propulsion électrique », il ne démontre pas cette capacité sur le long terme.

### Cohérence

L'analyse montre qu'il y a une forte additionnalité du PIA par rapport aux dotations budgétaires du CNES. Le PIA Espace a apporté des financements complémentaires, et n'est pas venu en compensation d'une baisse des dotations des programmes 191 et 193. Il a permis au CNES de financer des projets qu'il n'aurait pas pu financer sans impacter d'autres domaines prioritaires déjà engagés. Par rapport aux autres dotations, la valeur ajoutée du PIA est démontrée.

A l'exception de ceux soutenus par Bpifrance, les projets financés dans le cadre du PIA s'inscrivent dans le PMT qui définit la feuille de route du CNES pour la mise en œuvre de la politique spatiale française. La mobilisation du PIA a permis d'élargir la couverture des priorités du PMT. L'absence de pérennité du dispositif rend incertaine la capacité future des acteurs à réaliser de tels développements technologiques.

Le PIA Espace a un positionnement complémentaire à la contribution du CNES à l'Agence Spatiale Européenne (ESA). En finançant des activités de développement de technologies sur des TRL (Technology readiness level) bas, le PIA apporte une plus-value considérable en permettant d'apporter de nouvelles solutions à l'ESA. L'avance technologique permet à la filière française d'arriver en position favorable, même si des décisions politiques et la règle du retour géographique peuvent en limiter les retombées. Enfin, la volonté du PIA de contribuer au développement des PME est complémentaire des autres programmes de financement, notamment de l'ESA. En effet, la prééminence des grands donneurs d'ordre français et la règle du retour géographique limitent leurs possibilités de participation alors que le PIA Espace a justement mis l'accent sur un accroissement de l'implication des PME françaises.

**Le PIA Espace est complémentaire des autres dotations budgétaires. Sa valeur ajoutée est démontrée sur l'ensemble du périmètre d'intervention.**

### Efficacité

Du fait notamment de la structure industrielle de la filière spatiale, en 2010, la sélection des projets a été réalisée principalement en s'appuyant sur les procédures du CNES et diffère des procédures actuelles du PIA. L'expertise du CNES et l'appui sur les communautés industrielles et scientifiques pour l'élaboration du PMT permettent cependant de hiérarchiser efficacement les projets prioritaires soumis au PIA. Des consultations ciblées n'ont d'ailleurs fait émerger qu'un nombre limité de nouveaux projets. L'intervention du SGPI a permis de s'assurer que les projets proposés répondaient aux critères du PIA, avec des retombées pour le secteur français, et des expertises complémentaires ont pu être conduites. Le CNES est maître d'œuvre des projets des volets 1, 2 et 3. Sur le plan du développement technologique, l'ensemble des projets sélectionnés se déroulent conformément aux attendus.



Pour la partie du programme opérée par Bpifrance, en 2016 et 2017, les projets ont été sélectionnés au travers d'appels à projets PIAVE thématiques. Le processus est éprouvé et efficace, et a permis la sélection de projets répondant aux objectifs des Appels à projets (AAP). Au final, seul un projet a été arrêté.

Le PIA Espace a permis une augmentation significative de la maturité des technologies soutenues, très proche de la commercialisation. Malgré une forte ambition, il est notable que les écarts entre les TRL visés et atteints (ou en passe de l'être) soient faibles.

La quasi-totalité des projets achevés ont permis de développer de nouvelles technologies ou de nouveaux services, et nombre de technologies sont qualifiées ou déjà en opération. A l'échelle du programme, les perspectives de mise sur le marché sont bonnes, et seule une poignée d'industriels reporte un échec commercial. Pour les maîtres d'œuvres industriels et certains équipementiers, cela se traduit par des ventes d'équipements résultant en augmentation du chiffre d'affaires, ce qui bénéficie à l'ensemble de la chaîne. Une grande majorité de bénéficiaires considère que le PIA a contribué significativement à la création et au maintien d'emplois, avec un ordre de grandeur de 4 000 emplois (dont une part significative est liée à « Satellite du Futur »).

Dans le domaine des lanceurs, le soutien du PIA a permis le lancement du programme Ariane 6 au niveau européen, même si les retombées sont plus limitées qu'espérées initialement. Dans le domaine des satellites de télécommunication, il a conduit au maintien des positions françaises à l'export malgré les aléas de marché. Pour l'observation de la terre, le PIA permet de maintenir ou de développer des compétences pour l'ensemble de la filière française. Enfin, le soutien à la propulsion électrique permet de positionner l'industrie française sur ce nouveau segment.

Sur les plans sociétaux et environnementaux, il existe peu d'indicateurs pour juger des résultats du PIA Espace. La raison d'être de certains projets est cependant clairement liée aux enjeux sociétaux et environnementaux, notamment pour le segment « satellite à fort enjeu applicatif » : compréhension du cycle du carbone ou de l'eau, réduction du coût d'accès à l'internet très haut débit.

Le niveau d'expertise et les procédures du CNES sont à souligner comme des facteurs importants d'atteinte de ces résultats.

**Le PIA Espace est particulièrement performant sur le plan technologique. Les projets atteignent les objectifs ambitieux fixés. Au plan industriel et commercial, du fait du temps long de l'industrie, il est encore trop tôt pour percevoir l'ensemble des résultats, mais aucun problème particulier n'a été relevé qui puisse faire douter de la capacité à atteindre les résultats attendus.**

#### Efficiences

La majorité des projets financés par le PIA Espace résulte de commandes publiques. Le cofinancement industriel est contractuellement déclaratif (il est de l'ordre d'un milliard d'euros). Cependant, l'analyse ne permet pas d'identifier l'effet de levier effectif.

Pour quelques projets du CNES, des redevances ont été fixées en fonction des résultats commerciaux. Les perspectives d'atteintes des premiers paliers à court terme pour trois projets devraient générer des retours financiers pour l'État dès 2021. Le montant estimé des retours (5 millions d'euros) est cependant faible au regard de l'investissement du PIA Espace. Par ailleurs, des avances remboursables (15 millions d'euros) ont été fixées pour six projets opérés par Bpifrance.

Les retombées scientifiques et sociétales ne sont pas connues à ce jour.



Peu de brevets et de publications résultent des projets du PIA. Cette situation n'est cependant pas particulière à l'utilisation du PIA et découle des pratiques de l'industrie spatiale.

L'évaluation n'a pas fait un calcul précis des coûts de gestion et d'administration de l'action (qui intégrerait les coûts dus à la mobilisation de plusieurs Ministères et Agences auxquels il faudrait retrancher la valorisation du temps passé par le CNES qui n'a pas fait supporter de frais de gestion au PIA en tant qu'opérateur). Pour autant, il est certain que le PIA Espace a généré des gains supplémentaires par rapport à ceux qu'auraient permis des projets soutenus par le CNES via sa dotation annuelle. Plusieurs éléments justifient cette assertion : une volonté d'intégrer des PME dans les projets (même si les résultats sont en deçà des ambitions du programme), une réelle prise en compte par le CNES des effets et impacts économiques attendus des projets soutenus et le développement ou le renforcement d'une expertise dans le domaine du spatial au sein des Ministères et Agences de l'État.

### **L'efficacité du PIA Espace est donc avérée.**

#### Impacts et durabilité

Les résultats sur les gains de compétitivité de la filière sont globalement positifs et varient selon le volet considéré. Des gains de compétitivité importants ont été permis sur les volets « satellites de télécommunications » et « propulsion électrique ». Sur les volets « satellites pour l'observation de la terre », « lanceurs » et « constellation », le PIA a permis de développer ou de renforcer le positionnement des acteurs français. Le développement de la filière aval est également positif. Ces gains de compétitivité se matérialisent déjà avec l'obtention de contrats industriels et devraient continuer à se manifester à l'issue de la période de financement.

La volonté de faire participer les PME est notable, et le PIA a contribué à une meilleure intégration et au développement de PME dans le secteur spatial. L'intégration des PME s'est néanmoins heurtée à plusieurs écueils : faible nombre de PME, coûts des activités de qualification des équipements et règle du retour géographique de l'ESA. La mise en œuvre de ce critère a cependant permis de faire sensiblement évoluer les pratiques des grands acteurs industriels et institutionnels, qui représentent néanmoins plus de 90% du financement du PIA Espace.

La mise en œuvre du PIA s'est faite concomitamment à la mise en place de structures conjointe de pilotage entre l'État et l'industrie. Le COSPACE a ainsi lancé les initiatives Booster en amont du lancement de l'AAP PIAVE dédié, qui a été structurant pour ces Boosters. La mise en place de ces structures a contribué à modifier les échanges au sein de la filière française et a bénéficié du PIA.

Par ailleurs, la mise en œuvre des bonnes pratiques tirées du PIA semble pérenne.

**Sur le plan des impacts, les effets du PIA sont multiples et positifs : gains de compétitivité de la filière sur les différents segments, évolution de la structuration des échanges, soutien à la mise en place de structures de pilotage conjointe entre l'industrie et l'État, évolution des pratiques du CNES.**



## 2 Fiche d'identité du programme

---

<b>Objectifs du programme</b>	<p>Le Programme d'Investissements d'Avenir (PIA) a pour objectif d'augmenter la croissance potentielle de la France, en misant sur l'économie de l'intelligence et en consacrant un effort d'investissement exceptionnel, ciblé sur les projets les plus structurants et prometteurs pour l'avenir.</p> <p>Le PIA finance des projets spatiaux, soit par le biais de l'action « Espace » du programme « projets thématiques d'excellence » ou des projets relevant d'autres actions. L'objectif de ces projets spatiaux est d'assurer la pérennité du secteur spatial et faire en sorte que la France soit l'un de ses moteurs, que ce soit en matière d'accès à l'espace ou en matière de satellite.</p>
<b>Mise en œuvre du programme</b>	<p>La mise en œuvre du programme a été confiée à quatre opérateurs :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• CNES</li><li>• CDC</li><li>• ANR</li><li>• Bpifrance</li></ul>
<b>Dépenses</b>	<p>Le PIA Espace a financé des projets spatiaux à hauteur de 755 millions d'euros (d'engagements) répartis sur cinq volets :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Volet 01 : la préparation d'Ariane 6 (248 millions d'euros)</li><li>• Volet 02 : le développement de satellites à fort enjeu applicatif (398 millions d'euros)</li><li>• Volet 03 : satellites à propulsion électrique (70 millions d'euros)</li><li>• Volet 04 : nouvelles constellations (34 millions d'euros)</li><li>• Volet 05 : valorisation des informations issues du domaine spatial (4 millions d'euros)</li></ul>
<b>Nombre de projets soutenus</b>	<p>Le PIA a financé 34 projets spatiaux, dont 17 projets de valorisation (Booster)</p>



## 3 Objectifs de l'évaluation et méthodologie

---

### 3.1 Objectifs de l'évaluation

Le Programme d'Investissements d'Avenir (PIA), lancé par le gouvernement en 2009 et adopté par la loi de finance rectificative du 9 mars 2010, vise à provoquer une amélioration du potentiel de croissance de l'économie française. Dotées de près de 57 milliards d'euros, les phases 1, 2 et 3 du PIA, pilotées par le Secrétariat Général pour l'Investissement (SGPI), se composent de différentes actions mises en œuvre par des opérateurs publics.

Les PIA incluent un PIA Espace constitué :

- D'une action « Espace » opérée par le Centre national d'études spatiales (CNES). Doté d'un budget de 550 millions d'euros, il s'agit de trois volets : la préparation d'Ariane 6, le développement de satellites à fort enjeu applicatif et des satellites à propulsion électrique.
- De projets spatiaux qui ont impliqué d'autres opérateurs : l'Agence nationale de la recherche (ANR) pour le projet Microcarb, la Caisse des dépôts et consignations (CDC) pour le projet THD-SAT et Bpifrance pour les projets retenus dans le cadre de l'action « PIAVE – Projets industriels d'avenir ».

Au-delà des financements apportés par le PIA, le CNES reçoit également des financements de l'État via les programmes 191 et 193 de la Mission interministérielle Recherche et Enseignement supérieur (MIREs).

L'objectif principal de la présente mission est de conduire une évaluation globale du « PIA Espace ».

Plus précisément, l'évaluation consiste à identifier :

- L'adéquation entre les projets sélectionnés (modalités de sélection, résultats attendus, résultats obtenus, impacts déjà observés et attendus) et les objectifs du PIA ;
- L'impact des financements PIA sur le secteur spatial ;
- La valeur ajoutée des projets financés par le PIA au regard de la politique conduite par le CNES dans le cadre de ses dotations budgétaires des programmes 191 et 193.

### 3.2 Outils méthodologiques

Les paragraphes qui suivent présentent les divers outils méthodologiques mobilisés pour mener à bien cette évaluation.

En tout, 115 personnes ont été vues ou entendues. Trois enquêtes ont également été produites (69 réponses ont été collectées)

#### 3.2.1 Cartographie des projets et des bénéficiaires

Les caractéristiques des projets et de leurs bénéficiaires ont été compilées et analysées sur la base d'analyses principalement documentaires.

#### 3.2.2 Rencontres au CNES

Trois réunions ont été organisées par le CNES :

- Le 24 avril 2019 à Paris sur la thématique des lanceurs ;
- Le 19 juin 2019 à Toulouse sur la thématique des télécommunications ;
- Le 2 juillet 2019 à Toulouse sur la thématique de l'observation de la terre.

En tout, 18 personnes ont été vues.



### 3.2.3 Entretiens

Une campagne d'entretiens a été lancée dans le cadre de cette évaluation avec plusieurs catégories d'acteurs.

Tableau 2 Types d'entretiens / répondants réalisés

Type d'entretiens / de répondants	Nombre de requêtes envoyées	Nombre d'entretiens réalisés
Entretiens de cadrage avec les principales parties prenantes, c'est-à-dire les opérateurs et les représentants de l'État	24	22
Partenaires institutionnels du secteur spatial (notamment avec le GIFAS et les pôles de compétitivité)	13	6
Chefs de projets CNES	6	6
Bénéficiaires des financements pour les projets de R&D	64	33
Dont industriels	51	26
Dont sous-traitants	13	7
Bénéficiaires des financements pour les projets BOOSTER	24	13
Entretiens additionnels conduits en octobre et novembre 2019 avec des experts du secteur (professeurs universitaires, consultants en matière spatiale, industriels)	10	10
Total	143	90

L'Annexe A indique les acteurs institutionnels avec lesquels un entretien a été conduit.

### 3.2.4 Enquêtes

Trois enquêtes ont été produites dans le cadre de cette évaluation :

- Une destinée aux industriels (qui a également été envoyée aux chefs de projet CNES). 71 requêtes ont été envoyées dont 8 à des chefs de projets CNES, 42 à des industriels bénéficiaires de financements et 21 à des sous-traitants dont nous avons obtenu le contact par l'intermédiaire des industriels.  
45 réponses complètes ont été collectées dont 8 par des chefs de projet CNES, 37 par des industriels et 2 par des sous-traitants.  
Le taux de réponse est de 63% (59% pour les industriels bénéficiaires des financements) ;
- Une enquête pour les projets Booster dont l'invitation a été envoyée par Bpifrance. 16 réponses ont été collectées ;
- Une enquête envoyée et administrée par Bpifrance pour les projets Booster non-retenus. Huit réponses ont été collectées.

### 3.2.5 Ateliers

Un atelier a été organisé dans les locaux du GIFAS avec ses membres le 6 septembre 2019. Il s'agissait lors de cette discussion de questionner la pertinence du PIA Espace par rapport aux enjeux du secteur et de ses acteurs industriels et de comprendre la valeur-ajoutée du PIA Espace par rapport aux projets des industriels et du CNES (hors PIA Espace).

Un atelier a été organisé à Toulouse le 1er octobre 2019. Il a réuni quatre experts du domaine spatial. La discussion avait pour objectif d'interroger la pertinence des projets financés par le PIA Espace par rapport aux enjeux nationaux et européens dans le domaine de l'espace.

## 4 Description du programme

---

### 4.1 Contexte et historique du programme

Publié en 2009, le rapport « Investir pour l'avenir », établi sous la direction des anciens Premiers ministres Juppé et Rocard, déclenche le lancement du Programme des Investissements d'Avenir (PIA) qui est adopté par la loi de finances rectificative du 9 mars 2010. Ce rapport a conclu, entre autres, que le développement de l'industrie aéronautique et spatiale de demain constituait une priorité pour la France. La priorité accordée au développement de l'industrie spatiale française par le rapport se traduit par l'inclusion d'une action « Espace » dans les PIA.

Conformément au rapport Juppé-Rocard, les projets financés par le PIA Espace comportent l'objectif de bénéficier à l'ensemble de l'écosystème spatial concerné (PME sous-traitants, équipementiers, laboratoires de recherche...) pour à la fois développer des technologies de rupture et contribuer à la croissance de l'économie française.

L'action Espace, confiée au CNES qui agit en tant qu'opérateur, représente un financement total de 550 millions d'euros, soit 500 millions d'euros au travers du PIA1 en 2010 et 50 millions d'euros au travers du PIA2 en 2014. Selon la Convention du 18 juin 2014 signée entre l'État et le CNES, ce dernier se voit confié la mise en œuvre de ces crédits répartis sur trois volets : la préparation d'Ariane 6 (volet 1), le développement de satellites à fort enjeu applicatif (volet 2) et des satellites à propulsion électrique (volet 3).

En 2013, la Nouvelle France Industrielle avait identifié 34 plans dont un portait sur le satellite à propulsion électrique et avait pour objectif de « repositionner les fabricants français en tant que leaders mondiaux »<sup>1</sup>.

En outre, certains projets relevant directement du secteur spatial ont également été financés dans le cadre d'autres actions des PIA et ont impliqué des opérateurs autres que le CNES. Il s'agit du projet Microcarb opéré par l'ANR dans le cadre de l'action « Équipements d'excellence » ; du projet THD-SAT opéré par la CDC dans le cadre de l'action « Développement de l'économie numérique », et des projets de valorisation opérés par Bpifrance relevant de l'action « PIAVE – Projets industriels d'avenir ». Les projets opérés par l'ANR et la CDC ont le CNES pour maître d'œuvre et peuvent se rattacher au volet 2. Le CNES a également apporté une expertise dans la sélection des projets relevant des PIAVE de Bpifrance, sur ce que nous avons choisi de caractériser au travers de deux volets supplémentaires, constellations (volet 4) et valorisation des informations issues du domaine spatial (volet 5).

En tout, le PIA a financé 34 projets spatiaux, dont 17 projets de valorisation. Le tableau ci-dessous présente les projets selon les volets.

---

<sup>1</sup> République française (2013), *La Nouvelle France Industrielle, Présentation des feuilles de route des 34 plans de la nouvelle France industrielle*

<https://www.economie.gouv.fr/files/files/PDF/nouvelle-france-industrielle-sept-2014.pdf>

Tableau 3 Projets spatiaux financés par le PIA

Volet	Projets	Opéra- teur	Caractéristiques des projets
1. Préparation d'Ariane 6	Recapitalisation Arianespace	CNES	Prise de participation au capital de la société Arianespace
	Préparer A6 première tranche	CNES	Ensemble d'études et démonstrations permettant de traiter les points durs technologiques, d'évaluer différents concepts et architectures systèmes du futur lanceur Ariane 6
	Avant-projet A6 à l'ESA	CNES	
2. Développement de satellites à fort enjeu applicatif	Microcarb	ANR	Mission de mesure des concentrations de CO <sub>2</sub> atmosphérique
	Myriade Évolutions	CNES	Plateforme compétitive de microsatellite, pour le marché export de satellites d'observation de la terre à haute résolution
	Satellite du futur (NEOSAT)	CNES	Nouvelle génération de plateforme géostationnaire
	SWOT	CNES	Développement du satellite franco-américain SWOT pour l'océanographie opérationnelle et l'hydrologie continentale
	THD-SAT	CDC	Développement nouvelle génération de satellites très haut-débit dédiées à l'accès Internet
3. Satellites à propulsion électrique	E172B	CNES	Développement de la chaîne de propulsion électrique du satellite E172B
	EOR	CNES	Adaptation des plateformes actuelles des deux maîtres d'œuvre satellite (TAS et ADS) à la propulsion tout électrique
	PPS5000	CNES	Plan d'amélioration et de compétitivité
	Adaptation partie haute Ariane 5 ECA UPA	CNES	Adaptation du A5 au gabarit des satellites à propulsion électrique
4. Constellations	Nouvelles constellations	Bpifrance	5 projets de la filière d'équipement des satellites composant les constellations LEO de nouvelle génération.
5. Valorisation informations issues du domaine spatial	Produits et services valorisant les informations issues du domaine spatial	Bpifrance	17 projets de valorisation des données spatiales

#### 4.2 Logique d'intervention du PIA Espace

Le PIA Espace n'a pas été construit à partir d'une logique d'intervention propre. *A posteriori*, les acteurs justifient cette absence par l'existence d'éléments stratégiques du CNES qui définissent la politique spatiale de la France (et pas seulement du CNES) et dans lesquels s'inscrit le PIA Espace.



Le rapport d'évaluation du Haut Conseil de l'évaluation de la recherche et de l'enseignement supérieur (HCERES) de 2015 sur le CNES<sup>2</sup> rappelle que l'élaboration de sa stratégie est un processus complexe qui implique le COSPACE (depuis 2013), le Conseil des Programmes Scientifiques pour le domaine des systèmes orbitaux et le comité d'évaluation CERT-LA pour le domaine des lanceurs.

L'HCERES indique :

*L'ensemble des éléments de stratégie du CNES est alors intégré au Plan à moyen terme (PMT), qui tient lieu de feuille de route pour le pilotage de l'organisme et se trouve révisé deux fois par an afin de s'adapter aux contraintes extérieures ou conjoncturelles. Ce plan à moyen terme est établi sur six ans<sup>3</sup>.*

Au moment du lancement du PIA Espace, le PLF 2010<sup>4</sup> rapporte que le PMT identifie les « priorités programmatiques ou points marquants » suivants :

- au sein du secteur « Accès à l'espace : lanceurs » (373 millions d'euros, soit 30%), la priorité est portée vers la réussite de l'implantation du lanceur « Soyouz » à Kourou, le développement des démonstrateurs lanceurs (travaux préparatoires d' « Ariane 6 »), le site du CSG (investissements : patrimoine immobilier et « missions régaliennes - socle de sécurité » ; « structure opérationnelle » : financement des 2/3 des charges fixes par l'ESA, en incluant les programmes « Soyouz » et « Véga » ; « Mission Guyane » : participation du CNES au CPER) ;
- au sein du secteur « Ressources mutualisées » (113 millions d'euros, soit 9%), les investissements nécessaires au système d'information et à la rénovation du Centre de Toulouse ;
- pour le secteur « Grand public » (45 millions d'euros, soit 4%), la création de 3 nouveaux programmes (« APN », relatif aux activités de navigation ; « Nomad », pour l'amélioration des communications 4G destinées à des applications essentiellement professionnelles et spécialisées ; « MM2G », destiné à des solutions d'accès à Internet complémentaires à la couverture des réseaux terrestres), la préparation de « Syracuse 4 » et le maintien des conditions de compétitivité des charges utiles pour les industriels du secteur des télécommunications spatiales ;
- pour le secteur « Terre, environnement, climat » (115 millions d'euros, soit 9%), le démarrage de la phase C/D de « CfoSat » en fin d'année (pression budgétaire) et l'identification du nouveau projet « Post Iasi A » (sondage atmosphérique dans l'infrarouge thermique), en coopération avec EUMETSAT ;
- au sein du secteur « Sciences spatiales et préparation de l'avenir » (185 millions d'euros, soit 15%), la sécurisation du complément (30,0 millions d'euros) nécessaire pour « Svom (phase C/D) », la nouvelle mission « Cosmic Vision » (priorité du Comité des programmes scientifiques) et l'exploitation des satellites « Planck » et « Herschel », lancés avec succès en mai 2009 ;
- sur le thème « Sécurité et défense » (295 millions d'euros, soit 23%), la préparation au lancement d' « Hélios II », l'entrée en phase de réalisation de « CSO-Musis » et la poursuite des 2 satellites « Pléiades ».

---

<sup>2</sup> <https://www.hceres.fr/sites/default/files/media/publications/depot-evaluations/E2015-EV-0752743Z-S1S1150011315-RD.pdf>

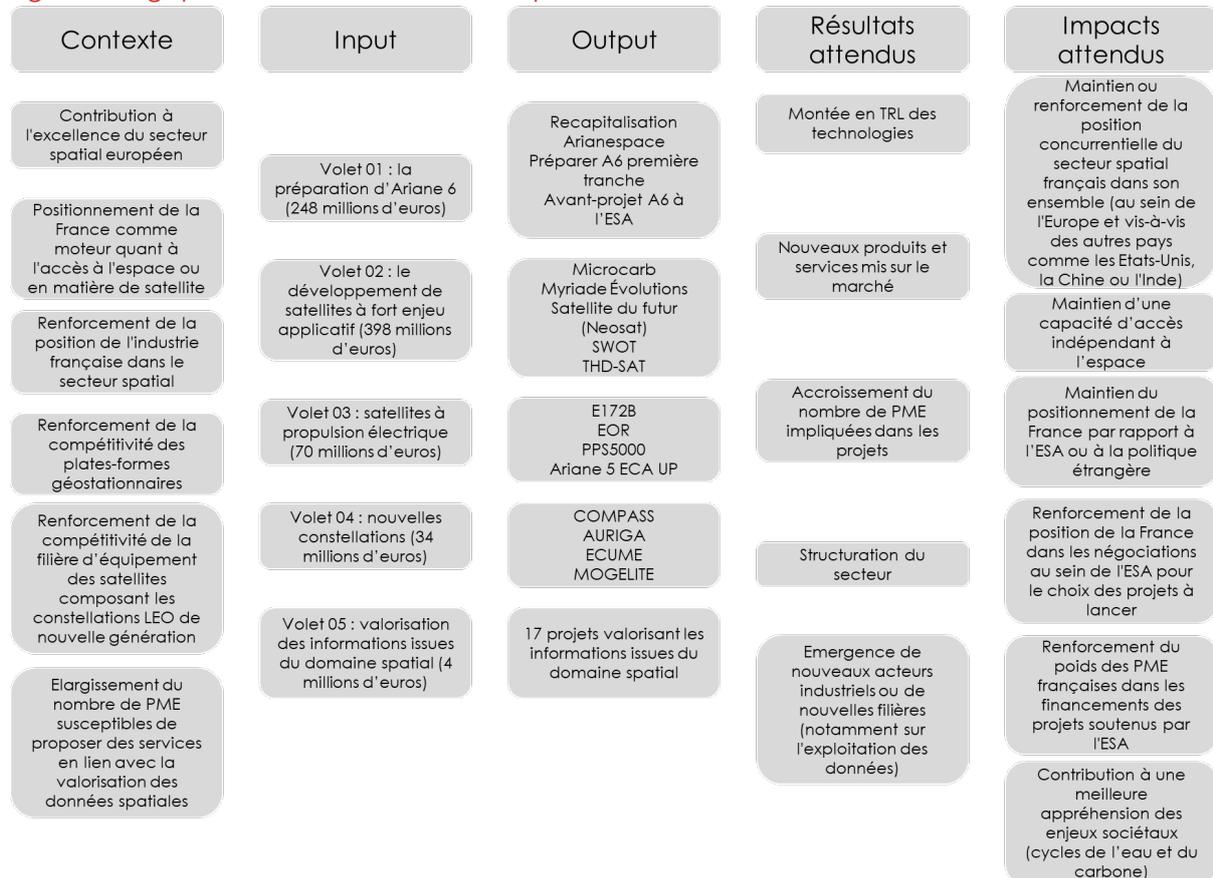
<sup>3</sup> Page 12

<sup>4</sup> <https://www.performance-publique.budget.gouv.fr/sites/performance-publique/files/farandole/ressources/2011/pap/html/DBGPGMOPERATEURPGM193.htm>

Les éléments contextuels du PIA Espace sont mentionnés dans la convention État-CNES du 5 août 2010 puis celle du 18 juin 2014 qui s'y substitue ainsi que dans les différentes DPM. Les inputs c'est-à-dire les ressources déployées dans le cadre du programme sont également indiquées dans ces mêmes documents.

La figure ci-dessous détaille la logique d'intervention *ex ante* du programme.

Figure 1 Logique d'intervention du PIA Espace



### 4.3 Gouvernance et mise en œuvre du programme

#### 4.3.1 Mise en œuvre générale de l'action Espace

L'action Espace du PIA est mise en œuvre au travers de quatre opérateurs. Elle compte plusieurs acteurs principaux :

- Le Premier Ministre, qui décide de l'allocation des ressources budgétaires de l'action, sur propositions et recommandations de différentes parties prenantes ;
- Le Comité de Pilotage de l'action Espace, composé de représentants du CGI / SGPI, de Ministères (Défense, Enseignement Supérieur et de la Recherche, parfois Transition Écologique et Solidaire) et du CNES. A partir de 2016, il est intégré au Comité de Pilotage des Investissements d'Avenir. Il est présidé par le CGI / SGPI ;
- Les Comités d'Évaluation et de Suivi des volets ou projets, composés de représentants du CGI / SGPI, de Ministères (Défense, Enseignement Supérieur et de la Recherche, parfois Transition Écologique et Solidaire et Économie et Finances) et des opérateurs. Ils sont présidés par le MESRI ;

- Les opérateurs (ANR, Bpifrance, CDC et CNES). Leurs rôles peuvent varier en fonction des projets, et inclure le développement, la sélection, l'instruction et le suivi des projets ;
- Les acteurs industriels et leurs sous-traitants.

La politique spatiale française étant mise en œuvre par le CNES<sup>5</sup>, celui-ci figure naturellement au cœur de l'Action Espace, et ce sur tous les volets. En effet, il est opérateur de la quasi-totalité des projets avec un budget important, avec parfois une omniprésence questionnable au regard des processus de gestion de la qualité (proposition, instruction, contribution à la sélection). Ainsi, pour la décision du Premier Ministre 2011-ESP-02, il est indiqué en préambule que le projet a été déposé par le CNES, évalué par le CNES, recommandé par le CES (où siège le CNES) et avec un avis par le Comité de Pilotage (où siège le CNES).

Le CNES est maître d'œuvre de tous les projets des volets 1 à 3. Cette situation de gestion en direct des actions confiées a d'ailleurs été soulignée par un rapport de la Cour des Comptes comme « source de complication sans valeur ajoutée particulière »<sup>6</sup>. Sur la base de cette conclusion, l'État décide en 2015 de confier à l'ANR l'opération du projet MicroCarb et la maîtrise d'œuvre au CNES.

Pour les projets PIAVE opérés par Bpifrance dans le domaine du spatial, le CNES est moins présent mais participe aux auditions des projets.

#### 4.3.2 *Le processus de sélection de projets*

Dans le cadre de l'action Espace du PIA, deux procédures de sélection différentes sont à distinguer.

##### 4.3.2.1 *Une absence de procédure formalisée de sélection de certains projets*

Les projets sont proposés au Comité de Pilotage de l'action par l'opérateur, selon ses procédures habituelles, ou par une instance réunissant les industriels du secteur. C'est le cas des projets opérés par l'ANR, la CDC et le CNES. Cette situation se retrouve également dans les programmes opérés par l'ONERA dans l'aéronautique (Cour des Comptes, 2015). La hiérarchisation des projets repose pour partie sur le Conseil des Programmes Scientifiques du CNES, dont la mission consiste à analyser l'intérêt scientifique des programmes de recherche, à proposer les programmes de recherche propres au CNES, et à formuler toute proposition utile sur le développement de la recherche spatiale en France. Le CPS s'appuie sur la communauté scientifique, au travers des appels à propositions (plusieurs par an), dont un sur les appels à idées de R&T, et de séminaires de prospective scientifique, organisés tous les 4 – 5 ans pour déterminer l'orientation des programmes scientifiques.

La spécificité du secteur spatial, avec un nombre limité d'acteurs et une absence de concurrence dans certains domaines contribue à cette situation d'absence de procédure formalisée des projets. En effet, quel sens y aurait-il à lancer un appel d'offres pour des éléments propulsifs alors même qu'il n'y a qu'un seul acteur en France en capacité de répondre à un tel appel d'offres ? Par ailleurs, s'agissant d'un domaine stratégique et régalié, une telle approche concertée peut-être préférable du fait de la concentration des acteurs et des enjeux d'accès indépendant à l'espace. Pour contrebalancer cet effet prévisible de concentration des ressources mobilisées au travers du PIA, l'intervention de l'État est notable avec une volonté d'intégration de PME.

---

<sup>5</sup> Le CNES propose à l'Etat une politique spatiale. Suite à la décision de l'Etat, le CNES est chargé de sa mise en œuvre. Un contrat entre l'Etat et le CNES fixe les engagements pris par le CNES vis-à-vis de l'Etat tous les quatre ans.

<sup>6</sup> Cour des Comptes (2015), *Le Programme d'Investissements d'Avenir : une démarche exceptionnelle, des dérives à corriger*, <https://www.ccomptes.fr/sites/default/files/EzPublish/20151202-rapport-programme-investissements-avenir.pdf>

Cependant, cette situation interroge au regard d'autres actions du PIA. En effet, les lois de finances<sup>7</sup> (et subséquemment les conventions État-CNES) fléchissent davantage l'orientation des financements que pour d'autres actions du PIA, et ce, avant même le lancement de l'action. Outre un lobbying sectoriel souligné par plusieurs acteurs interrogés, tant du côté institutionnel qu'industriel, cette répartition s'explique également par la préexistence du PMT au sein du CNES, pour lequel il existait un déficit de ressources pour certains projets d'innovations, et ce depuis plusieurs années. L'enveloppe du PIA a ainsi pu être perçue comme une manière de combler ce retard, avec des projets prêts. Pour le PIA2, la présélection a été effectuée sur la base de la feuille de route du plan « satellite à propulsion électrique » de la Nouvelle France Industrielle. Le processus de proposition des projets aux CGI / SGPI a pu amener le CNES à mené des discussions spécifiques avec les industriels ou le GIFAS (Groupement des Industries Françaises Aéronautiques et Spatiales), par exemple pour Satellite du Futur.

Sur la base des projets proposés par le CNES, le CGI / SGPI est alors intervenu à plusieurs niveaux :

- Discussions avec le CNES des conditions d'éligibilité des projets et réalisation d'une analyse des projets au regard des critères du PIA, et notamment des retombées économiques pour les acteurs français. Le financement du projet MERLIN proposé par le CNES est ainsi refusé, du fait, selon le CGI / SGPI, de son absence de justificatif économique. Pour SWOT, cela conduit à l'augmentation de la part sur le développement du secteur aval, après le recours à un cabinet de conseil pour l'identification des marchés applicatifs ;
- Sollicitation directe et ciblée d'industriels pour faire émerger de nouveaux projets. Au final, un seul projet a émergé, MyriadeS Evolution, qui constitue la plateforme sur lequel MERLIN sera mis en œuvre. Les outils de MERLIN sont développés par le CNES à partir d'une autre source budgétaire. Le nombre limité de projets ressortis de cette consultation appelle deux constats : (i) l'adéquation des projets proposés par le CNES et issus de la feuille de route du CNES avec les besoins des industriels et (ii) un manque d'anticipation des industriels sur certaines innovations de rupture, telle que la propulsion électrique, qui provoquera 3 ans plus tard la mobilisation en urgence du PIA2 sur plusieurs projets (E172B, Ariane 5 ECA UPA, EOR puis PPS5000). Ce deuxième constat interroge sur la capacité des grands industriels à développer l'innovation de rupture, et sur l'intérêt de dédier une (petite) part du financement d'un tel programme au dérisquage de technologies très innovantes, qui peuvent être portées par des start-ups avant leur saisie par les grands groupes (ex. : nanosatellites).

Par ailleurs, certains projets ont pu faire l'objet d'instruction par le CNES (SWOT, MyriadeS Evolution, NEOSAT, PPS5000, Ariane 6Tr2) ou d'expertise externe (MicroCarb, SWOT sur l'identification des marchés applicatifs).

#### 4.3.2.2 Une procédure formalisée par appels à projets pour le volet opéré par Bpifrance

Il s'agit des deux volets opérés par Bpifrance au travers des PIAVE.

Les objectifs des AAP ont été définis conjointement avec l'industrie et le CNES, notamment dans le cadre du COSPACE (Comité de Concertation entre l'État et l'Industrie dans le domaine spatial). Le COSPACE est une initiative conjointe État-industrie lancée en 2013. Son Comité de Pilotage est co-présidé par le CNES et le GIFAS. Visant l'ensemble de la chaîne de valeur, ils ambitionnaient notamment à positionner l'industrie française dans le cadre du développement des constellations et à la valorisation des données spatiales.

---

<sup>7</sup> Lois de finances rectificatives du 2010-237 du 9/03/2010, modifiée par les lois de finances 2013-1278 et 2016-1917



Le processus pour ces AAP est le suivant :

- Suite à la relève des projets, vérification de l'éligibilité des projets ;
- Partage des dossiers avec le SGPI, le MTES, la DGE et Bpifrance, aboutissant à une présélection des projets à auditionner ;
- Audition des projets devant un jury comprenant SGPI, le MTES, la DGE, Bpifrance et le CNES, ainsi que deux personnalités qualifiées (et parfois le Ministère de la Défense). Une sélection est effectuée à l'issue de l'audition pour entrer en instruction approfondie ;
- Instruction approfondie des dossiers, puis présentation des conclusions au Comité de Pilotage. Si le montant d'aides demandées est supérieur à un million d'euros, des experts externes (y compris CNES) peuvent être mobilisés pour des questions / réponses ;
- Proposition du comité de pilotage avis du SGPI avant décision du Premier Ministre.

Une enquête conduite auprès des porteurs de projets non retenus valide la qualité des processus : les huit répondants indiquent que les raisons avancées pour ne pas retenir leur projet leur ont paru explicites, parmi eux, cinq, considèrent qu'elles étaient justifiées. Les commentaires généraux confirment la pertinence du programme.

#### 4.3.3 *Le suivi des projets*

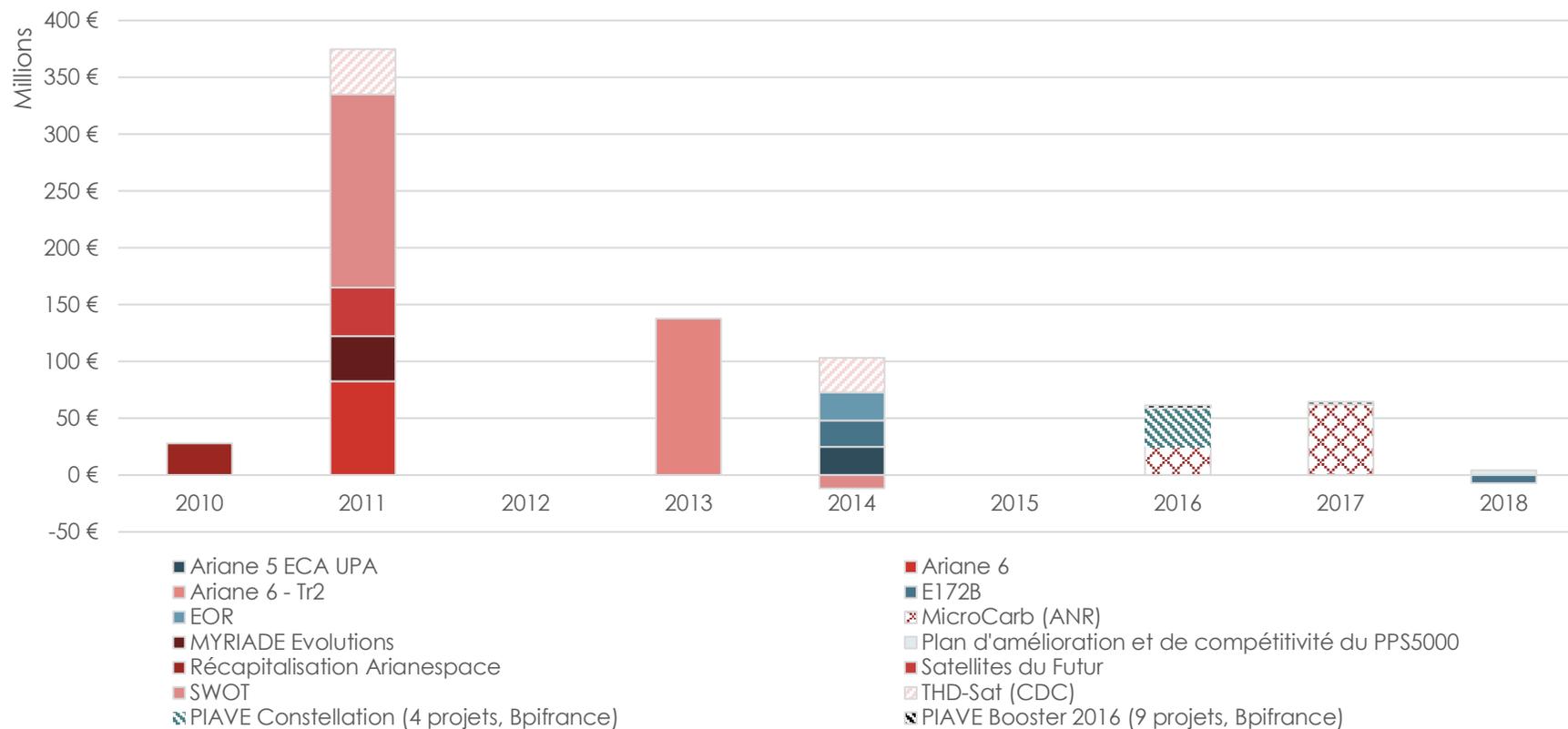
Pour les projets opérés par l'ANR, la CDC ou le CNES, le suivi des projets est réalisé par le CNES. Des décisions sur la réorientation des projets peuvent y être prises (ex. : Ariane 5 UPA). A noter que le CNES ne prélève pas de frais de gestion pour les projets pour lesquels il est l'opérateur, frais couverts la subvention pour charge de service public. Dans ce cas, le PIA finance uniquement des dépenses externes non chargées. Des frais (« peines et soins ») de 5,6% sont prélevés sur la part externalisée des projets pour lesquels il est uniquement maître d'ouvrage (MicroCarb, THD-SAT).

Du côté de Bpifrance, un suivi est réalisé pour l'AAP Constellation et pour l'AAP Booster.

#### 4.4 **Budget du PIA Espace**

Les figures ci-dessous présentent les décisions budgétaires pour les projets financés.

Figure 2 Décision budgétaire par projet

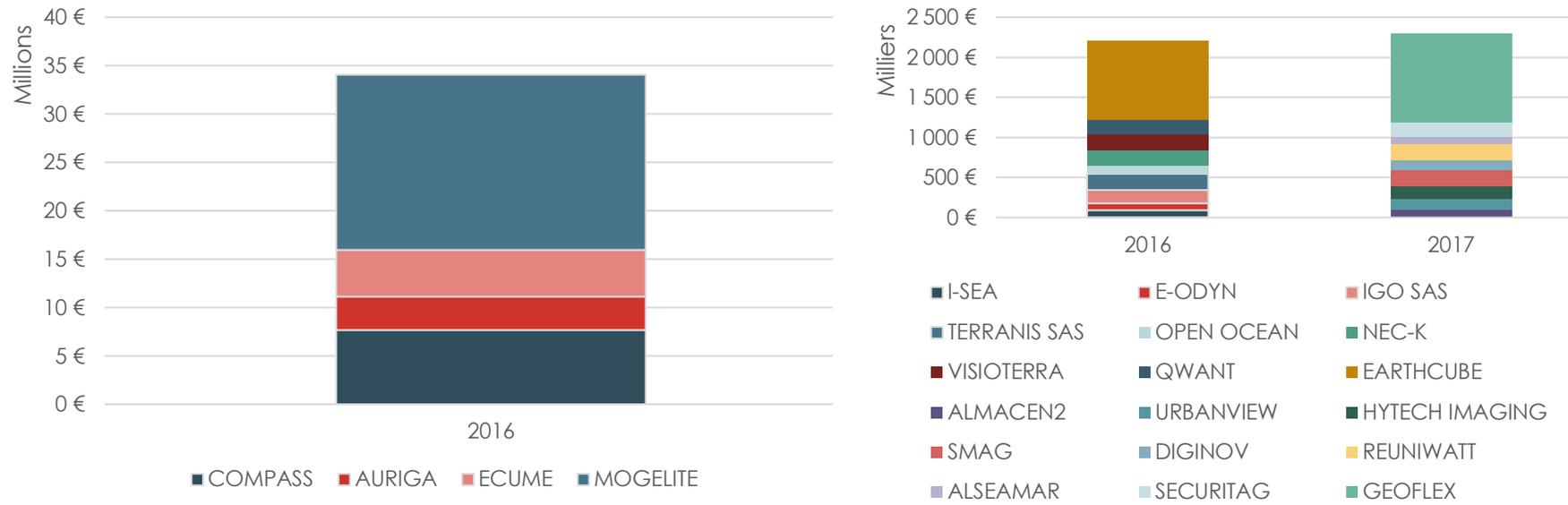


Note de lecture : déclinaison de bleus pour le volet 1 (lanceur), déclinaison de rouge pour volet 2 (satellites à fort enjeu applicatif), déclinaison de vert pour volet 3 (propulsion électrique) et noir pour les données spatiales. L'opérateur pour les figures pleines est le CNES, et les figures hachurées sont opérées par l'ANR, la CDC ou Bpifrance. Les projets opérés par Bpifrance sont agrégés (détail ci-dessous). Source : Décisions Premier Ministre et rapports trimestriels du CNES<sup>8</sup>

<sup>8</sup> Conformément aux clauses contractuelles, la somme de 6,5 millions d'euros HT a été remboursée au 1<sup>er</sup> semestre 2018 pour le projet E172B, puis proposée à la réutilisation sur le projet d'amélioration de la compétitivité du PPS5000 au CES de juillet 2018



Figure 3 Zoom sur les budgets des projets opérés par Bpifrance (à gauche PIAVE Constellation, à droite PIAVE Booster)



Source : Décisions Premier Ministre

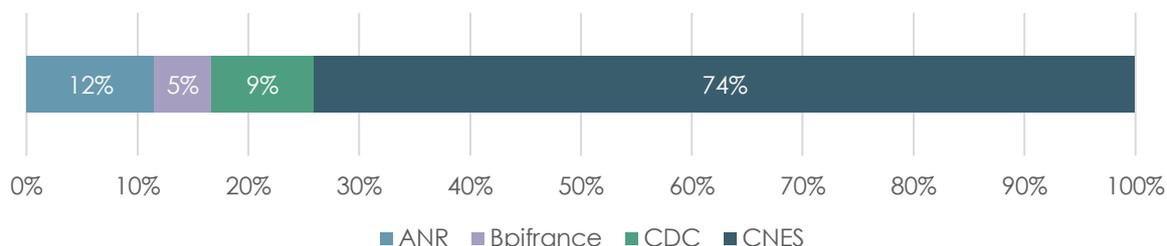
Le Tableau 4 et la Figure 4 présentent la répartition des montants de financements de l'action Espace du PIA par opérateur. Le CNES est l'opérateur principal, par lesquels ont transité les trois quarts des financements accordés. Les trois autres opérateurs se partagent le quart restant.

*Tableau 4 Montants autorisés du PIA par opérateur*

Opérateur	Montant
ANR	87,2 millions d'euros
Bpifrance	38,6 millions d'euros
CDC	70,0 millions d'euros
CNES	559,4 millions d'euros
<b>Total</b>	<b>755,2 millions d'euros</b>

Source : Décisions Premier Ministre

*Figure 4 Répartition des montants de financement du PIA par opérateur*



Même s'il s'agit du même ordre de grandeur, il résulte un écart de neuf millions d'euros entre le montant mentionné dans la Convention État / CNES du 18 juin 2014 (550 millions d'euros) et le montant autorisé par les Décisions Premier Ministre pour les projets opérés par le CNES (559 millions d'euros). La convention précise que la dotation peut être modifiée, à la hausse ou à la baisse (redéploiement de crédits PIA ou nouveaux crédits).

#### 4.5 Comparaison du budget du PIA Espace avec les programmes 191 et 193

Lors des entretiens, il a souvent été mentionné que le PIA Espace avait peut-être permis de compenser une baisse du budget attribué au CNES via les programmes 193 (Recherche spatiale) et 191 (Recherche duale civile et militaire) de la Mission interministérielle recherche et enseignement supérieur (MIREs).

L'analyse comparative de l'évolution de la contribution du CNES à ses deux programmes et des engagements PIA Espace montre que cette affirmation n'est pas avérée.

Le tableau ci-dessous montre les points suivants :

- La contribution du CNES aux programmes 193 et 191 est stable avant l'arrivée du PIA Espace et n'a pas connu de baisse au moment de son arrivée. Il est même notable que cette contribution a cru de 6% (84 millions d'euros) en 2011, c'est-à-dire en même temps que les premiers engagements du PIA Espace ;
- Comme la contribution à l'ESA est le fruit de discussions passées et d'engagements internationaux, on aurait pu imaginer que la contribution du CNES défalquée de cette contribution aurait pu baisser et que le PIA Espace aurait finalement permis de compenser la baisse de la contribution nette du CNES aux programmes 193 et 191. L'analyse montre que cette proposition est fautive puisque l'évolution de la contribution du CNES nette de la contribution à l'ESA est particulièrement stable au cours du temps (comprise entre -2% et +2%). La hausse de la contribution au programme 193 en 2011 de 6% correspond à la hausse de la contribution à l'ESA (mais ne la recouvre pas complètement ce qui entraîne



une baisse de la contribution nette du CNES de 16 millions). Pour autant, cette baisse de 16 millions est sans commune mesure avec les engagements en lien avec le PIA Espace en 2011 (375 millions d'euros) ;

- Une analyse au niveau des Actions du programme 193<sup>9</sup> montre une grande stabilité dans les montants engagés ce qui contredit la proposition selon laquelle le PIA Espace aurait pu permettre de compenser une baisse des engagements de l'État sur certaines actions (via les différents volets du PIA Espace).

---

<sup>9</sup> Les données complètes sont disponibles en Annexe C



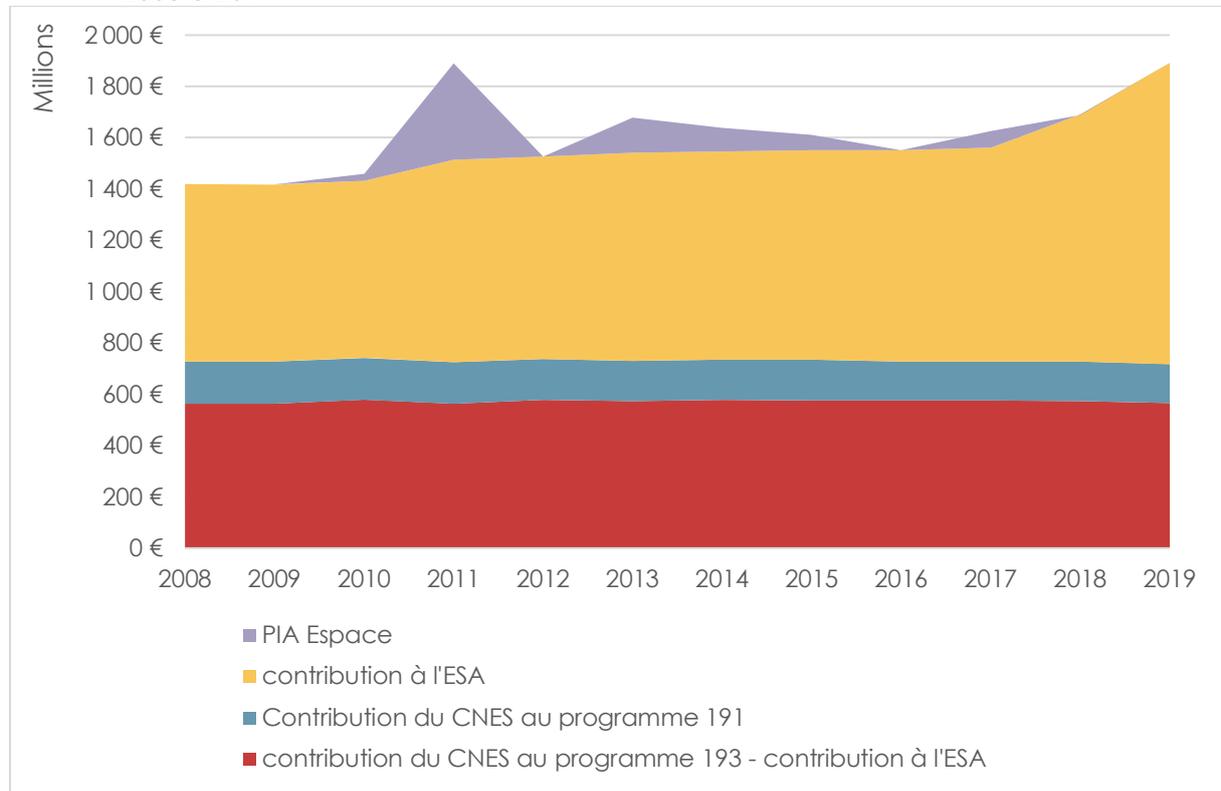
Tableau 5 Comparaison de l'évolution des engagements en faveur du PIA Espace et des contributions du CNES aux programmes 191 et 193

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
<b>Contribution du CNES aux programmes 193 et 191</b>	1 419	1 418	1 431	1 515	1 527	1 541	1 547	1 551	1 552	1 561	1 691	1 892
<i>Évolution de la contribution du CNES aux programmes 193 et 191</i>		0%	1%	6%	1%	1%	0%	0%	0%	1%	8%	11%
Contribution du CNES au programme 193 (1)	1 254	1 253	1 269	1 353	1 368	1 382	1 389	1 392	1 399	1 408	1 539	1 742
dont contribution à l'ESA (transfert)	690	690	690	790	790	810	811	817	824	833	965	1 175
Contribution du CNES au programme 191 (2)	165	165	162	162	159	159	159	159	153	153	153	150
<b>Contribution du CNES aux programmes 191 et 193 - contribution à l'ESA</b>	729	728	741	725	737	731	736	734	728	728	726	717
<i>Évolution de la contribution du CNES aux programmes 191 et 193 – la contribution à l'ESA</i>		0%	2%	-2%	2%	-1%	1%	0%	-1%	0%	0%	-1%
<b>PIA Espace (DPM) (3)</b>			28	375		138	92	61		64	-3	
<b>Contribution du CNES aux programmes 193 et 191 + PIA Espace (DPM)</b>	1419	1418	1459	1890	1527	1679	1639	1612	1552	1626	1689	1892
<b>Contribution du CNES aux programmes 191 et 193 - contribution à l'ESA + PIA Espace (DPM)</b>	729	728	769	1100	737	869	827	795	728	792	724	717
<i>Évolution de la contribution du CNES aux programmes 191 et 193 – la contribution à l'ESA + le PIA Espace</i>		0%	5%	30%	-49%	15%	-5%	-4%	-9%	8%	-9%	-1%

Sources : Décisions Premier Ministre pour le PIA Espace, PLF pour les programmes 191 et 193. (1) Le CNES est en charge des actions 1 à 6 (la somme de ces actions correspond à sa contribution dans le programme 193). (2) Cette contribution correspond à l'Action Recherche duale dans le domaine aérospatial (3) une partie des projets ne sont pas opérés par le CNES mais par l'ANR, Bpifrance et la CDC

La figure ci-dessous fait également ressortir le fait que le PIA Espace n'est pas venu en compensation d'une baisse des financements récurrents alloués au CNES ou à l'ESA (via le CNES) mais en complément de ces mêmes financements (il s'agit d'engagements et non de décaissements).

Figure 5 Évolution des engagements financiers de l'État dans le domaine de l'espace de 2008 à 2019



Sources : Décisions Premier Ministre pour le PIA Espace, PLF pour les programmes 191 et 193

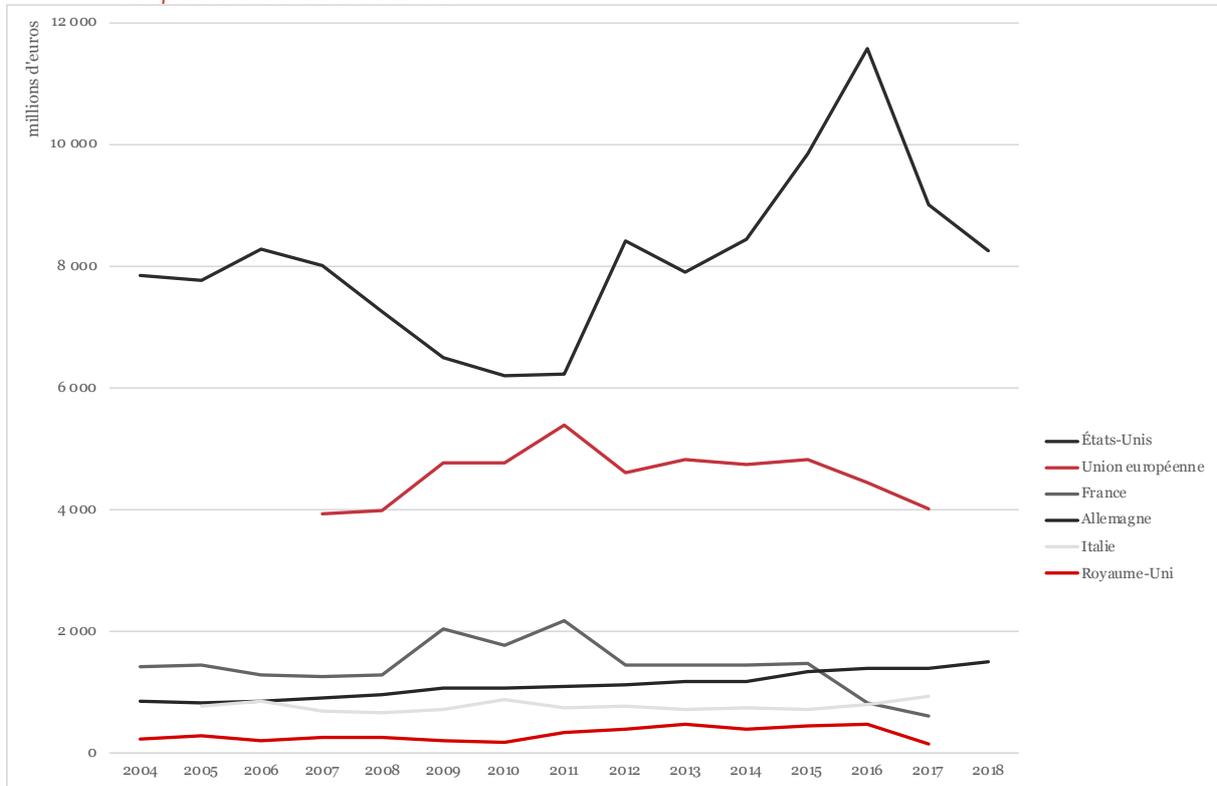
Pour justifier l'écart entre le ressenti (l'incapacité du CNES à mobiliser des ressources propres permettant de soutenir l'industrie française dans le domaine des satellites qui s'est traduite par la mise en place du PIA Espace) et la réalité des contributions du CNES (le fait que le PIA Espace est venu s'ajouter aux contributions du CNES et non pas en remplacement), plusieurs arguments sont avancés.

**Argument #1 :** Le budget du CNES pour soutenir le développement est trop faible. Il est souvent fait référence à un budget variant selon les interlocuteurs entre 15 et 30 millions. Cela correspond en fait au budget du CNES pour soutenir la R&D pour les systèmes orbitaux qui correspond à la vingtaine de millions d'euros du Programme Pluriannuel de Recherche et Technologie (PPRT) dédié à la recherche fondamentale. Cet argument paraît discutable dans la mesure où il semble peu pertinent de comparer un budget de pure recherche avec un budget de R&D (PIA Espace) qui inclut par définition de la recherche et du développement.

**Argument #2 :** L'industrie française dans le domaine des satellites risquait un décrochage, il fallait que l'État fasse un effort pour que les acteurs français suivent les efforts réalisés par les autres pays. Cet argument est difficile à valider ou à invalider. Il ressort de l'analyse des statistiques d'Eurostat sur les Crédits budgétaires publics de R&D par objectif socio-économique pour l'objectif « Exploration et exploitation de l'espace » que les États-Unis ne montrent pas une augmentation exceptionnelle de ces crédits pour les années qui ont précédé le PIA Espace en France. On note même plutôt une baisse significative de 2007 à

2010 de ces crédits, en millions d'euros et en euros par habitants. L'argument du rattrapage nécessaire est peu convaincant, mais il faudrait pouvoir avoir accès à des données plus fines pour suivre notamment les crédits orientés vers les satellites.

Figure 6 Crédits budgétaires publics de R&D pour l'objectif « Exploration et exploitation de l'espace » de 2004 à 2018



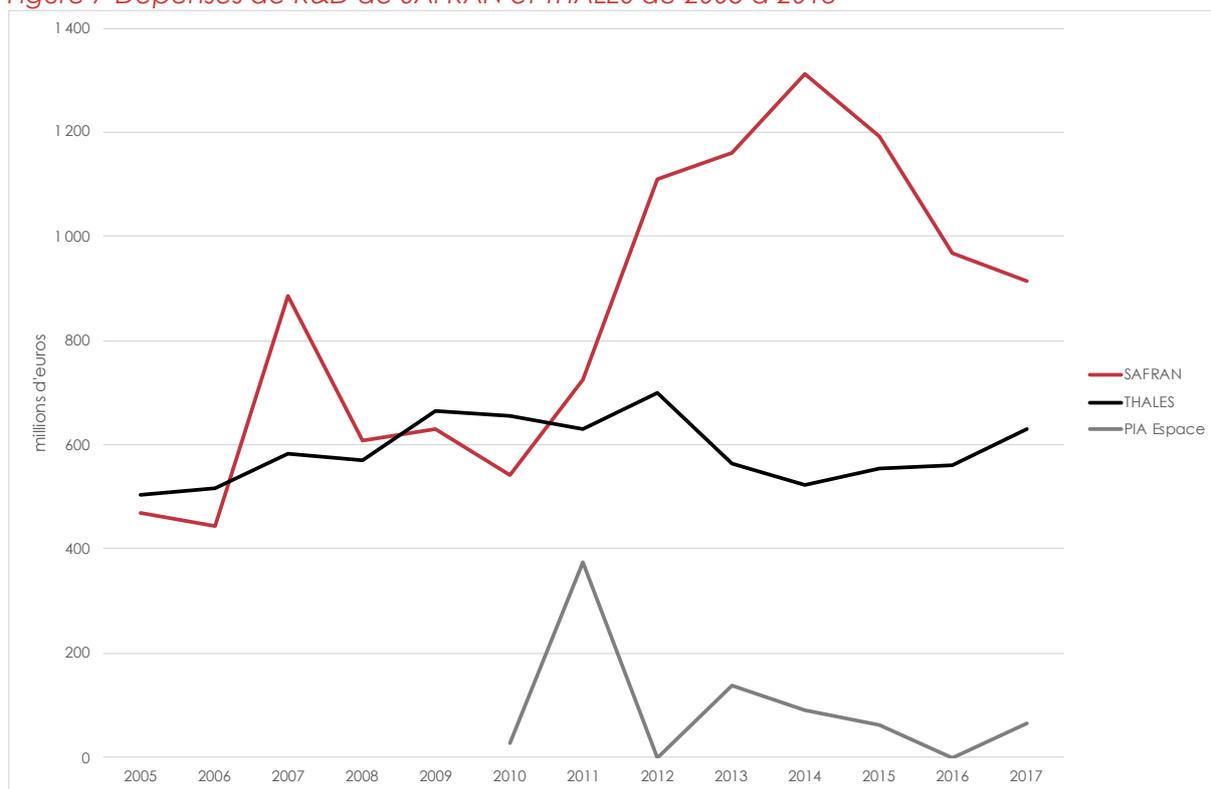
Source : Eurostat.

**Argument#3** : Les acteurs privés français étaient décrochés dans la compétition mondiale en raison de la baisse de leurs propres dépenses de R&D et le PIA Espace leur aurait permis de rattraper ce retard. De ce point de vue, le PIA aurait permis de contrebalancer la baisse des dépenses de R&D des acteurs privés.

La Figure ci-dessous ne permet pas de valider cette proposition, même si THALES et SAFRAN avaient baissé leurs dépenses de R&D en 2008 et 2009<sup>10</sup>. Cependant, il faudrait un niveau de détail plus fin pour savoir quelle est la part de ces budgets qui est dédiée à l'espace en général et aux satellites en particulier.

<sup>10</sup> Les données ne sont pas disponibles pour ADS.

Figure 7 Dépenses de R&amp;D de SAFRAN et THALES de 2005 à 2018



Sources : JRC, *The EU Industrial R&D Investment Scoreboard*<sup>11</sup>. Les données sont accessibles dans l'Annexe C.

**Argument #4** : Le PIA Espace a permis de financer un objectif qui avait été identifié par le Plan de moyen terme (PMT) du CNES mais qui n'était pas dans le haut de la liste de ses objectifs. De ce point de vue, les budgets du CNES permettaient de financer d'autres thématiques que celles financées par le PIA Espace, c'est-à-dire les satellites dans un premier temps.

Les différents arguments s'assemblent de la manière suivante :

- Les satellites avaient été identifiés comme un objectif par le CNES via le retour des industriels (et des acteurs du secteur de manière générale) mais n'étaient pas dans le haut de la liste des objectifs du CNES ;
- Le sujet des satellites est devenu un élément critique pour la position concurrentielle des acteurs français dans le contexte international et européen, mais d'autres objectifs avaient été priorités et le CNES ne pouvait pas financer cet objectif en plus des autres objectifs financés (manque de flexibilité du PMT) ;
- L'existence d'un PIA à venir a permis aux industriels et au CNES d'insister auprès de l'État pour la mise en place d'un PIA Espace qui permettrait dans un premier temps de financer cet objectif « additionnel » à un moment où il devenait urgent d'intervenir au risque sinon d'amputer la capacité industrielle future du secteur français.

<sup>11</sup> <https://iri.jrc.ec.europa.eu/scoreboard.html>

## 5 Cartographie des projets et des bénéficiaires

### 5.1 Analyse thématique des projets retenus

#### MESSAGES CLES

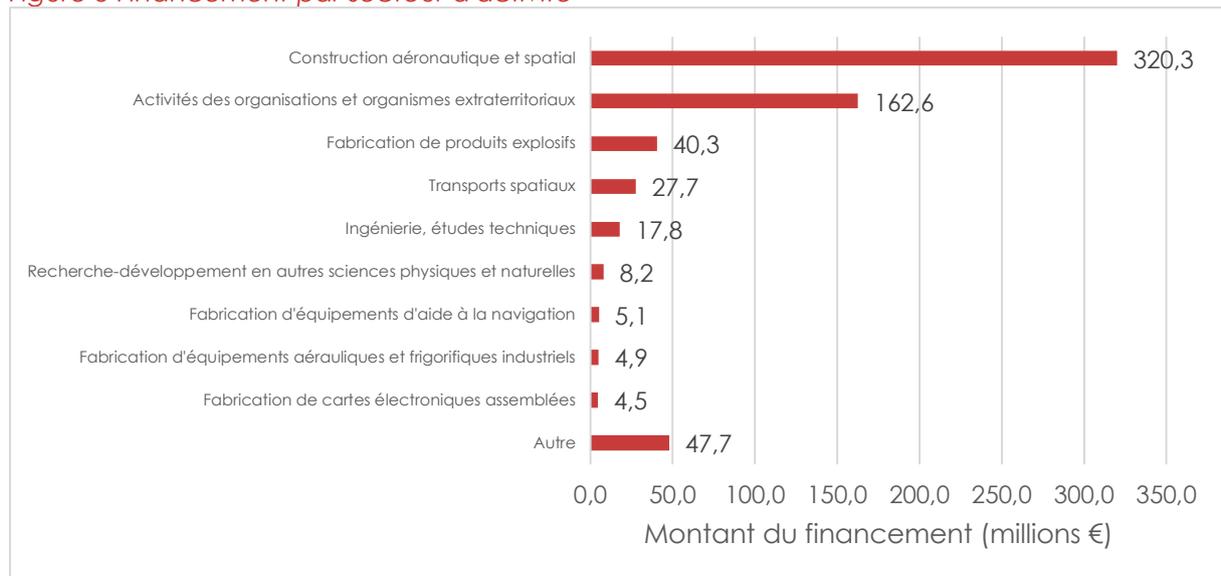
- 80% des financements sont alloués à des entreprises travaillant dans la construction aéronautique et spatiale et à des organisations extraterritoriales
- Il existe une bonne adéquation entre les secteurs d'activité financés et les objectifs du PIA

Les projets financés par le PIA ont fait appel à des organisations couvrant un large spectre de secteurs d'activité, même si on constate une certaine concentration sur certaines thématiques. Nous présentons ici une analyse basée principalement sur les données financières fournies par les opérateurs des projets, en employant les codes NAF des entreprises financées.

#### 5.1.1 Les thématiques couvertes par les activités spatiales du PIA

La figure ci-dessous présente une cartographie des grandes thématiques qui ressortent de l'analyse des projets financés par le PIA :

Figure 8 Financement par secteur d'activité



Source : Technopolis, sur la base des données financières fournies par l'ANR, la CDC, le CNES et Bpifrance

Cette analyse fait apparaître une forte proportion d'entreprises travaillant dans la construction aéronautique et spatiale, ainsi que les organisations et organismes extraterritoriaux. Ces deux secteurs confondus représentent 483 millions d'euros de financements reçus au travers du PIA, soit 75,5% du financement total. La construction aéronautique et spatiale à elle seule représente 50% des financements.

Les autres secteurs ayant reçu au moins 10 millions d'euros de financements sont la fabrication de produits explosifs (40 millions d'euros), les transports spatiaux (28 millions d'euros), et l'ingénierie et études techniques (18 millions d'euros). A ceux-ci viennent s'ajouter les entreprises travaillant dans la R&D et le conseil, ainsi que dans la fabrication d'équipements.

### 5.1.2 Une bonne adéquation aux besoins des projets spatiaux

L'analyse fait apparaître une assez bonne adéquation des secteurs d'activité financés par les projets spatiaux du PIA avec les besoins de ces projets. La forte concentration des financements sur les entreprises travaillant dans la construction aéronautique et spatiale est cohérente compte tenu des hauts niveaux de dépenses requis dans ce domaine. Par ailleurs, les crédits importants consacrés aux organisations extraterritoriales découlent du rôle central joué par l'ESA dans les projets lanceurs.

La R&D occupe également une place importante dans les financements totaux du PIA, qui s'inscrit dans la continuité des objectifs du rapport Juppé-Rocard (à savoir d'améliorer la chaîne de création de nouvelles technologies, qui va de la recherche à la phase d'industrialisation).

## 5.2 Typologie des bénéficiaires

### MESSAGES CLES

---

- Une forte concentration des financements sur les grands groupes (>90%)
- Cependant, un bon équilibre entre le nombre de TPE/PME financées et les ETI/grandes entreprises qui ont reçu un financement

Les résultats que nous présentons ci-dessous sont issus des données financières fournies par les opérateurs des projets en employant les SIRET des entreprises financées.

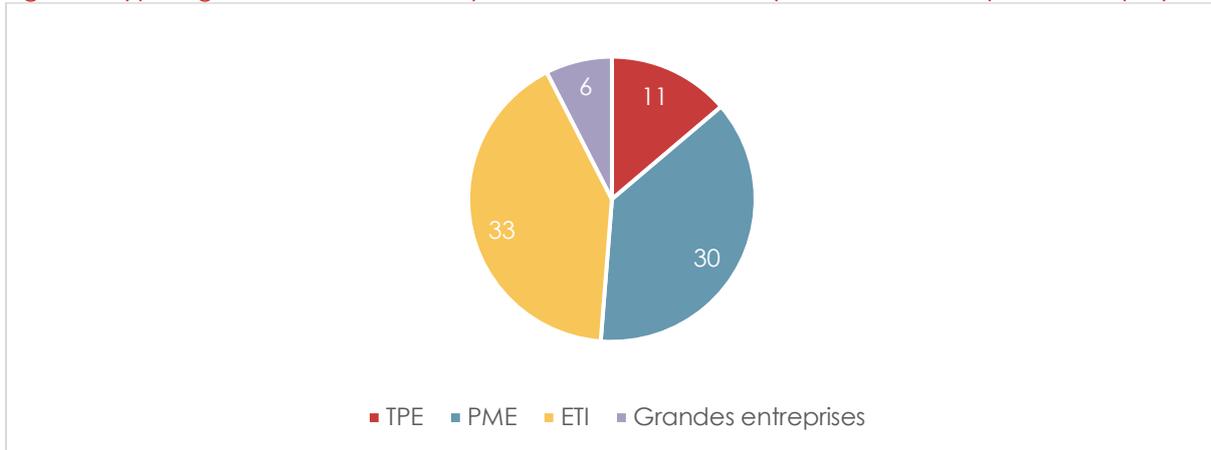
#### 5.2.1 Profil des bénéficiaires

A l'instar des secteurs d'activité financés, on note également une concentration des financements à l'égard des bénéficiaires financés (voir Figure ci-dessous).

Les informations présentées ci-dessous s'appuient sur les documents financiers des opérateurs qui précisent les montants financiers par bénéficiaires (y compris les sous-traitants quand ceux-ci ont contractualisés directement avec les opérateurs). Des bénéficiaires ont pu faire appel à des sous-traitants avec un paiement direct sans passer par le CNES. Dans ce dernier cas, nous n'avons pas d'information sur les montants financiers perçus par ces sous-traitants.

Si les crédits du PIA se concentrent sur un nombre restreint d'entreprises en termes de volume, une certaine parité est visible entre le nombre de projets portés par des petits groupes et des grands groupes. Au regard des effectifs des bénéficiaires, environ la moitié des bénéficiaires ont moins de 250 employés (TPE ou PME). La majorité des bénéficiaires sont des entreprises de taille intermédiaire (ETI – 41%) et des petites et moyennes entreprises (PME – 38%). Celles-ci sont suivies des microentreprises (TPE – 14%) et des grandes entreprises (8%).

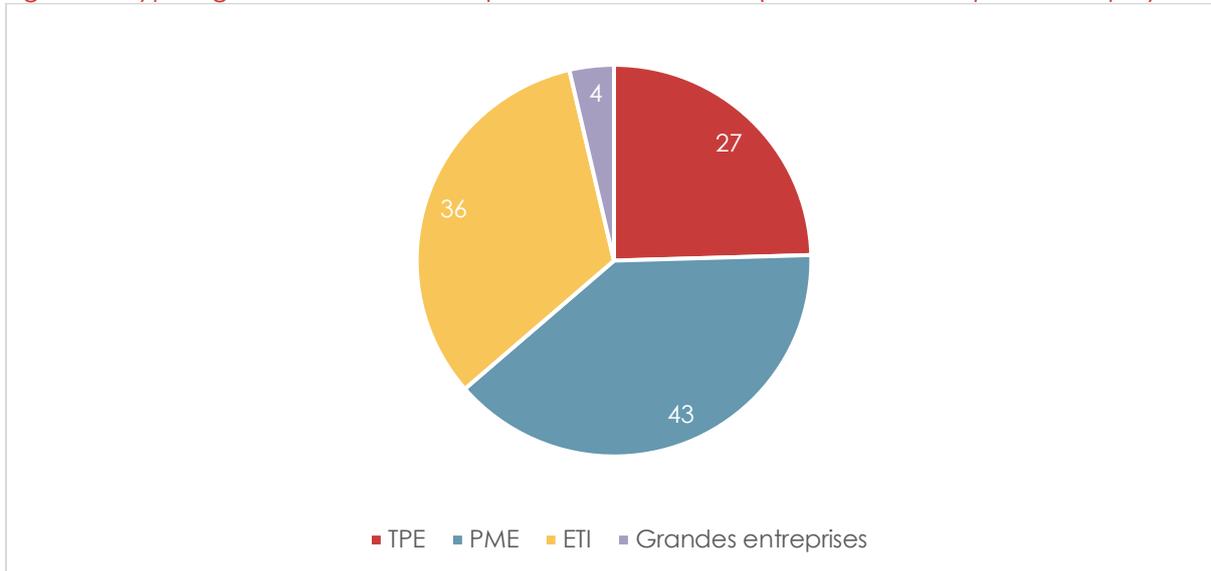
Figure 9 Typologie des bénéficiaires par nombre d'effectifs (nombre d'entreprises indiqué)



Source : Technopolis, sur la base des entreprises françaises pour lesquelles le SIRET et le nombre d'effectifs sont disponibles (80 entreprises). Selon les catégories définies par l'Insee, une TPE occupe moins de 10 personnes, une PME entre 10 et 249 personnes, une ETI entre 250 et 4 999 personnes et une grande entreprise plus de 5 000 personnes.

Lorsque l'on prend en considération le chiffre d'affaires des bénéficiaires, la part des PME et TPE augmente pour atteindre les deux tiers des entreprises financées. La majorité des organisations françaises financées ont un chiffre d'affaires se situant entre 2 et 50 millions d'euros (PME – 39%), suivie par les ETI à 33% (soit les entreprises ayant un CA inférieur à 1,5 milliards d'euros), les TPE avec 25% (CA inférieur à deux millions d'euros) et les grandes entreprises à 4% (CA supérieur à 1,5 milliards d'euros).

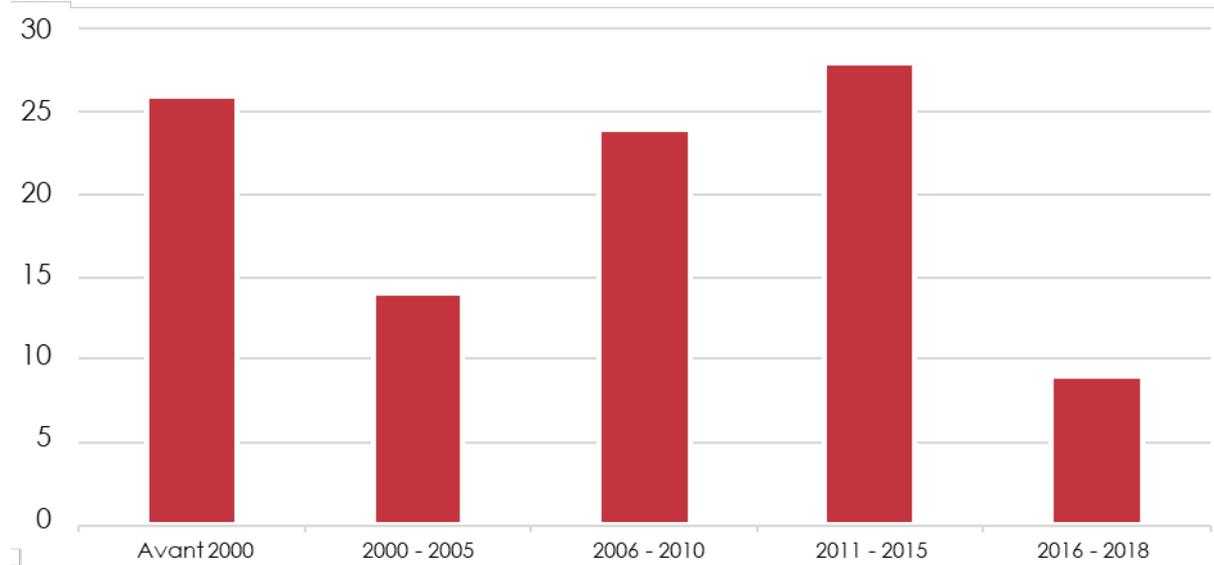
Figure 10 Typologie des bénéficiaires par chiffre d'affaires (nombre d'entreprises indiqué)



Source : Technopolis, sur la base des entreprises françaises pour lesquelles le SIRET et le chiffre d'affaires sont disponibles (110 entreprises). Selon les catégories définies par l'Insee, une TPE a un chiffre d'affaires annuel inférieur à 2 millions d'euros, une PME un CA annuel inférieur à 50 millions d'euros, une ETI un CA annuel inférieur à 1,5 milliards d'euros et une grande entreprise un CA annuel supérieur à 1,5 milliards d'euros.

Si très peu des entreprises ayant reçu un financement ont été créées depuis 2016 (9%), la majorité des créations se sont faits depuis l'an 2000 (74%).

Figure 11 Année de création des bénéficiaires (nombre d'entreprises indiqué)



Source : Technopolis, sur la base des entreprises françaises pour lesquelles le SIRET et l'année de création sont disponibles (101 entreprises).

### 5.3 Attentes et motivations des bénéficiaires des financements

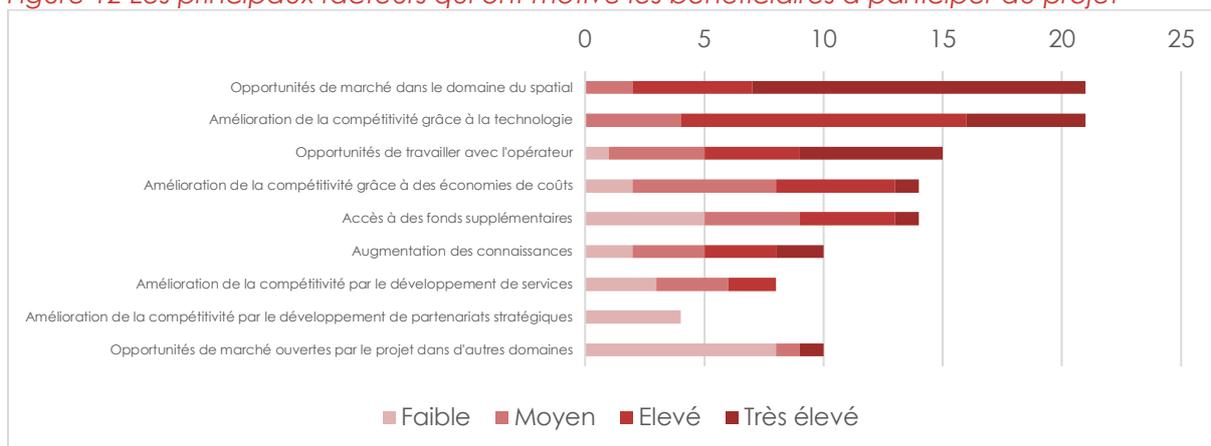
#### MESSAGES CLES

- Le programme démontre une grande cohérence entre l'attente des bénéficiaires et ses objectifs

Les attentes des bénéficiaires des financements sont cohérentes avec les objectifs du PIA. Concrètement, les opportunités de marchés ouvertes dans le secteur spatial ainsi que l'amélioration de la compétitivité par le biais des technologies développées sont citées comme étant les principaux facteurs qui ont motivé les bénéficiaires à participer aux projets financés. Par ailleurs, l'opportunité de travailler avec l'opérateur et une amélioration de compétitivité grâce à des économies de coûts sont également décrits comme étant des facteurs de motivation importants.

En revanche, il semble que les opportunités ouvertes dans des domaines autres que le spatial ainsi qu'une amélioration de la compétitivité par le développement de partenariats stratégiques ne soient pas des facteurs déterminants dans les décisions de participer aux projets.

Figure 12 Les principaux facteurs qui ont motivé les bénéficiaires à participer au projet



Source : enquête électronique.

## 6 Appréciation du fonctionnement du programme

### 6.1 Appréciation du programme par les bénéficiaires des financements pour les projets de R&D

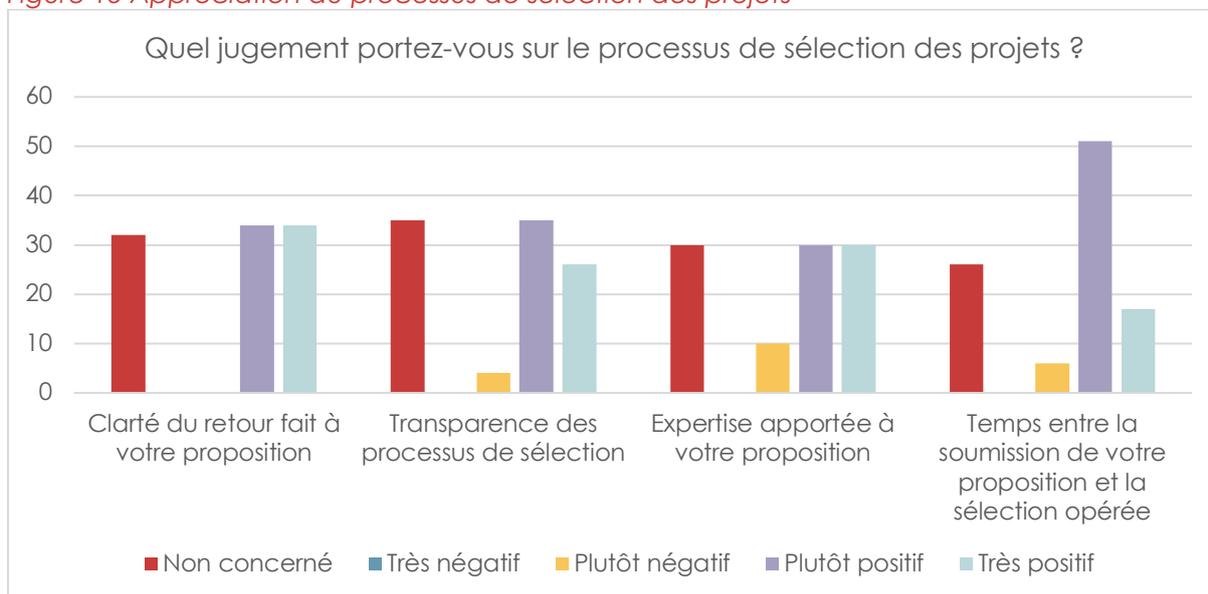
#### MESSAGES CLES

- Le PIA Espace, bien que satisfaisant, n'a pas de valeur ajoutée spécifique comparé à d'autres guichets de financement
- La volonté d'accroître la participation d'ETI/PME/PMI français aux projets est cependant notable
- La procédure de sélection a été jugée satisfaisante par les participants
- Les procédures de suivi du CNES sont éprouvées et expliquent la concordance entre les attentes et les réalisations
- La génération de titres de propriété industrielle n'est pas l'une des perspectives ouvertes par les projets

Les résultats de l'enquête électronique reposent sur 35 réponses d'industriels et de sous-traitants ayant participé à des projets bénéficiant du financement du PIA.

Tous les répondants concernés par les AAP ont considéré que les termes de références étaient clairs voire très clairs quant aux objectifs généraux attendus par le programme. La majorité est satisfaite voire très satisfaite vis-à-vis du processus de sélection des projets, notamment en termes de clarté du retour fait à leur proposition et de délai entre la soumission de la proposition et de la sélection (cf. Figure 13 Appréciation du processus de sélection des projets).

Figure 13 Appréciation du processus de sélection des projets



Source : enquête électronique

Sur les 35 projets, 16 ont nécessité une redéfinition de certaines tâches avant la contractualisation ou pendant le déroulement du projet. Dans ce cadre, le PIA a été relativement flexible : parmi les répondants concernés, la majorité (15 répondants) a indiqué estimer la flexibilité bonne voire très bonne. Un répondant a indiqué qu'il aurait été souhaitable

que l'on puisse prévoir un budget sur des éléments non anticipés lors du déroulement d'un projet afin de pouvoir obtenir l'effort le plus juste possible.

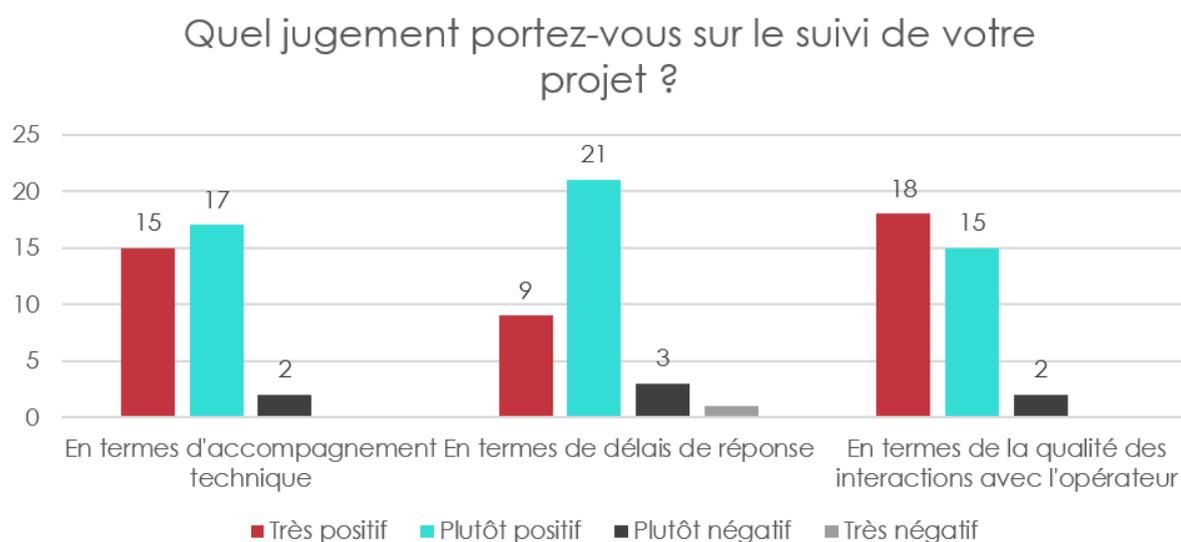
Concernant la gestion de la propriété industrielle avec les partenaires, en amont et à l'issue du projet, la majorité des bénéficiaires des financements a indiqué être satisfaite. Selon les commentaires ainsi que les retours d'entretiens, la propriété industrielle a été gérée de la même façon que pour un projet partenarial qui n'aurait pas fait l'objet d'un financement du PIA, ou bien contractualisée avec le CNES dans des accords-cadres.

Les procédures de suivi du CNES sont éprouvées et expliquent la concordance entre les attentes et les réalisations : la majorité des répondants au questionnaire a indiqué être satisfait voire très satisfait par rapport au suivi de projet. Seuls quatre participants être moyennement satisfaits, et un participant faiblement satisfait. L'accompagnement technique et la qualité des interactions avec l'opérateur sont les éléments les plus satisfaisants tandis que les délais de réponse font moins consensus (cf. Figure 14 Appréciation du suivi des projets). Un répondant a commenté que l'expertise et l'implication des équipes ont permis une véritable amélioration des solutions étudiées.

Les entretiens soulignent à plusieurs reprises que le *reporting* auprès du CNES était un processus rigoureux, mais relativement rapide à prendre en main, précautionneux de l'argent public, et globalement efficace. Seul un interlocuteur a indiqué avoir pâti des processus de *reporting* « sans fin ». Un industriel indique que la définition avec le CNES des modalités de suivi a permis un avancement efficace du projet. Un chef de projet CNES a félicité le souci des décideurs (CGI, etc.) à s'assurer de l'intérêt de l'ensemble des parties prenantes dans le cadre du projet. Lors d'entretiens, certains industriels mentionnent cependant un *reporting* plus lourd et chronophage qu'habituellement pour les projets PIA.

Le contrat étant signé avec le CNES, de nombreux industriels entretenus ont estimé que le déroulement de leur projet aurait été le même avec un autre programme de financement géré par le CNES. Un sous-traitant a indiqué que le financement n'a pas créé une image de marque relative au PIA : c'est plutôt le partenariat avec le CNES qui a apporté un certain prestige à son entreprise. En outre, plusieurs interlocuteurs ont regretté que le CNES n'ait pas fourni plus d'informations sur le PIA, ce qui aurait pu leur permettre de mieux estimer les points forts et les points d'amélioration possible de ce programme. Dans ce sens, l'organisation d'une journée de restitution sur le PIA Espace a été suggérée par un industriel lors d'un entretien.

Figure 14 Appréciation du suivi des projets



Source : enquête électronique



La majorité des répondants à l'enquête électronique est partiellement voire totalement satisfaite des moyens mis à disposition par le PIA pour leur projet. Seule une personne a manifesté son mécontentement.

Plus généralement, les bénéficiaires des financements sont satisfaits voire très satisfaits du PIA Espace. Un répondant a félicité la relative légèreté administrative du PIA par rapport à d'autres dispositifs de financement.

Seules quatre personnes ont indiqué être moyennement satisfaite. De nombreuses suggestions d'amélioration ont été énoncées :

- La simplification du processus de gestion / pilotage, en accompagnant les projets de manière moins directive ;
- Plus de coordination inter-projets ;
- Le réalignement des objectifs calendaires et financiers au cours du développement du projet ;
- L'implication des industriels et bénéficiaires dès le stade de recherche et développement du CNES ;
- L'accompagnement jusqu'au stade de l'industrialisation, en aval (proposé à plusieurs reprises) ;
- Plus de précision quant au contexte du remboursement : un répondant propose par exemple de lier le remboursement à la marge générée plutôt qu'au chiffre d'affaires ;
- L'augmentation du budget, pour accroître les gains de compétitivité.

Le souci d'inclure des ETI/PME/PMI françaises dans les projets est un élément positif mentionné à plusieurs reprises lors des entretiens, notamment par les interlocuteurs ayant eu recours aux financements de l'ESA par la suite – qui ne permettent pas ce type de partenariat. Une personne entretenue a recommandé l'inclusion de nouveaux partenaires, qui ne proviendraient pas forcément du secteur spatial, pour faire émerger de nouvelles technologies.

Une personne entretenue a également apprécié le fait que le PIA Espace s'inscrit dans le temps, plutôt que d'avoir une approche court-termiste, ce qui permet aux projets de ne pas connaître de perturbations financières et se projeter avec des technologies avant-gardistes. Toutefois, cette vision à long terme peut s'avérer problématique pour le développement à court/moyen terme d'une entreprise, qui se doit de répondre aux attentes du marché plutôt qu'aux besoins spécifiés par le CNES.

Hormis ces aspects, les interlocuteurs n'ont pas pointé de valeur ajoutée spécifique au PIA : il est considéré comme une source de financement opportune dans un contexte de perception de réduction budgétaire et de concurrence, notamment étasunienne, croissante (arguments réfutés en 4.4). Il a permis à certaines entreprises d'accéder à des fonds conséquents rapidement, d'avoir un effet de levier important et de mettre en place des projets ambitieux sans modification majeure, et/ou qui n'auraient pas existé sans ce financement.

## 6.2 Appréciation du programme par les bénéficiaires des financements pour les porteurs de projet boosters

### MESSAGES CLES

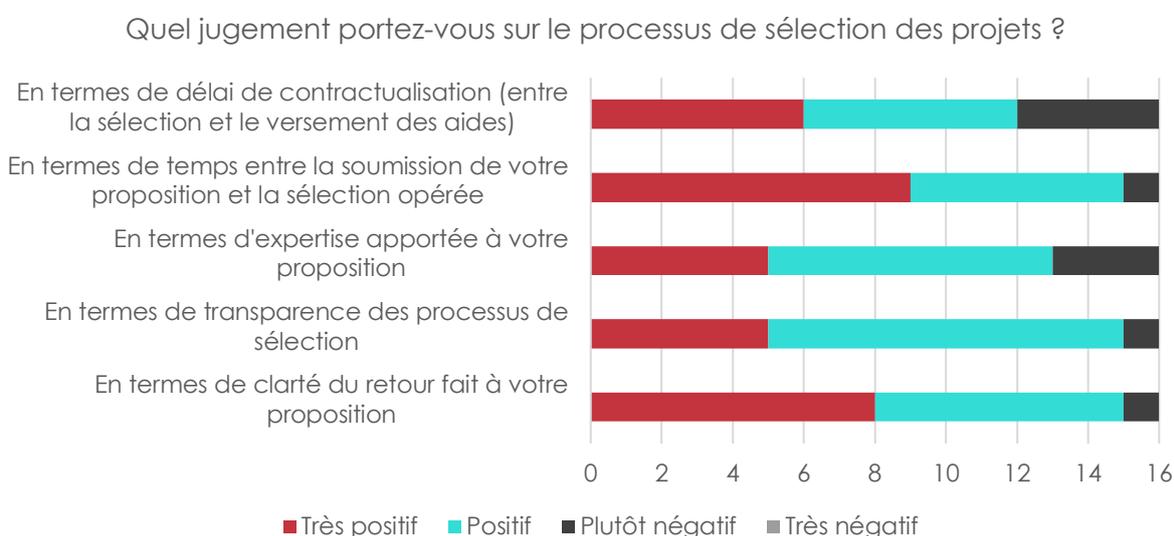
---

- Le PIAVE n'a pas de valeur ajoutée spécifique comparé à d'autres guichets de financement mais la totalité des répondants au sondage ont indiqué qu'ils recommanderaient le programme à une organisation tierce
- Le processus de sélection a été jugé satisfaisant parce que rapide et efficace
- Le suivi de Bpifrance et des boosters était faible voire insuffisant

Les résultats de l'enquête électronique reposent sur 16 réponses de porteurs de projet booster ayant bénéficié du financement du PIA. Parmi eux, 15 ont bénéficié d'un soutien d'un booster (13 réponses) ou d'un pôle de compétitivité hors booster (2 réponses).

La majorité des répondants a estimé que les objectifs à atteindre étaient clairs, voire très clairs, dans les termes des appels à projets. Seul un répondant a indiqué qu'ils étaient moyennement clairs. Concernant le processus de soumission des projets, 15 porteurs de projet l'ont jugé satisfaisant, voire très satisfaisant : lors d'un entretien, un porteur de projet a notamment souligné l'utilité du site en ligne. A nouveau, une personne s'est montrée moyennement satisfaite. Les répondants ont particulièrement été satisfaits du temps entre la soumission de leur proposition et la sélection opérée, de la transparence des processus de sélection et de la clarté du retour fait à leur proposition (voir Figure ci-dessous). Un porteur de projet entretenu a apprécié le fait que le jury de sélection de Bpifrance soit composé d'acteurs du secteur spatial. Cependant, le processus de sélection en lui-même lui avait semblé opaque, du fait qu'il n'ait reçu retour oral ou écrit sur son projet avant d'être sélectionné.

Figure 15 *Appréciation du processus de sélection des projets*



Source : enquête électronique

Les répondants sont, en majorité, satisfaits voire très satisfaits du suivi de leur projet (8 réponses). Cependant, sept personnes ont indiqué être moyennement satisfaites, et une, faiblement satisfaite. Plusieurs porteurs de projet entretenus ont indiqué qu'il y a eu très peu de suivi : l'un d'entre eux a indiqué que, outre des questionnaires automatiques annuels portant sur la valeur ajoutée du projet, ni Bpifrance ni le booster n'avaient pris contact pour savoir s'il faisait face à des difficultés. Deux autres ont indiqué qu'ils n'ont pas eu beaucoup d'interactions avec Bpifrance et le booster pendant le déroulement du projet, hormis lors de la clôture. Si la légèreté du suivi par les parties prenantes est, pour de nombreuses personnes, un soulagement en termes administratifs, cela a également pu causer une clôture hâtive des projets et une confusion quant aux interlocuteurs pertinents au sein de Bpifrance.

La satisfaction des répondants vis-à-vis du PIAVE Spatial en général est élevée, voire très élevée : tous les répondants de l'enquête en ligne ont indiqué qu'ils recommanderaient à une organisation tierce de participer à un nouvel appel à projet si cela devait avoir lieu.

Bien que les personnes entretenues n'aient pas de commentaire particulier concernant la possible plus-value du PIAVE par rapport à d'autres guichets de financement, plusieurs



propositions d'amélioration ont été formulées dans l'enquête électronique et lors des entretiens :

- La mise en réseau avec d'autres prestataires sur des thématiques proches et/ou complémentaires pour pouvoir effectuer une étude de positionnement conjointe, ou proposer une offre globale ;
- Encourager la collaboration avec un laboratoire de recherche ;
- Accompagner en aval ;
- Renforcer le suivi et le soutien : un répondant déplore l'absence de soutien pour l'aider à consolider son financement et couvrir les 55% restants (tel que la recherche de soutien complémentaire, la réponse à d'autres appels à projets...). Un autre regrette l'absence d'un suivi plus soutenu, qui aurait pu permettre de renforcer le lien entre le financeur et les sociétés ;
- Le soutien d'un expert pendant le déroulement et lors de la clôture du projet ;
- L'affectation d'un mentor pour accélérer l'entrée sur le marché ;
- Proposer un accompagnement à la définition de modèles économiques pertinents et valorisation / commercialisation des services développés ;
- Ouvrir le PIAVE Spatial aux projets collaboratifs avec plusieurs bénéficiaires ;
- « Booster » une dynamique de filière pour aider les PME à valoriser leurs produits et services auprès de nouveaux utilisateurs ;
- Adapter le calendrier à la taille des entreprises lauréates, qui n'ont pas les mêmes ressources humaines que les grands groupes ;
- Étudier un schéma de financement plus souple en termes d'assiette éligible pour mieux correspondre au profil des candidats et porteurs de projet, et rendre l'appel à projet plus accessible et moins risqué.

## 7 Présentation générale des projets et des résultats technologiques et industriels

### 7.1 Synthèse des projets financés

Le tableau ci-dessous présente les résultats des projets soutenus par l'action « Espace » du PIA, selon les informations recueillies au cours de l'évaluation.

Tableau 6 Projets soutenus par l'action « Espace » du PIA

Volet du financement PIA	Nom du projet	État d'avancement	Principaux résultats à date du premier semestre 2019
Préparer Ariane 6	Recapitalisation Arianespace	Terminé	Apurement des pertes 2009 (provisions pour risques techniques et commerciaux) Renforcement de la structure financière d'Arianespace
	Ariane 6 Tr1	Terminé	Démarrage plus rapide d'Ariane 6 dans le cadre de l'ESA Réutilisation des résultats des activités menées
	Ariane 6 Tr2	Terminé	Démonstrateurs Réutilisation des résultats des activités menées (~50%) Utilisation de certaines technologies pour des applications spin-off (DGA)
Développement de satellites à fort enjeu applicatif (SAT COM)	THD-SAT	En cours	Développement de la majeure partie des technologies charges utiles nécessaires pour les satellites Très Haut Débit 4 contrats remportés (Bangabandhu, satellite militaire égyptien, Konect VHTS, SES17)
	Satellites du Futur	Terminé	Nouvelles générations de plateformes plus compétitives Maintien de la position française de leader mondial Plusieurs contrats remportés (4 ADS et 5 TAS) : 2 satellites Hotbird, 2 satellites Spainsat, 1 Eutelsat, 1 Syracuse 4, SES 17, Konect VHTS, SATRIA)
Développement de satellites à fort enjeu applicatif (Observations)	SWOT	En cours	Maintien du leadership de la filière française d'altimétrie (suite de Topex Poseidon et Jason 1, 2 et 3) Montée en compétences sur de nouvelles technologies et atteinte d'un niveau de performance à la limite de l'état de l'art Structuration du secteur aval pour le traitement et la valorisation des données Positionnement subséquent sur d'autres projets, inscription dans la logique industrielle européenne Sensibilisation au métier de la recherche pour de jeunes lycéens de métropole et de Guyane (participation à la collecte des chercheurs pour mesurer la qualité de l'eau avec des instruments qu'ils ont créés eux-mêmes) <sup>12</sup> .
	Myriade Évolutions	En cours	Amélioration significative des performances de la plateforme Myriade, qui fut un succès avec 19 satellites lancés ou en développement depuis 2004 Réponse à des besoins pour des missions institutionnelles et à l'export, à la fois en imagerie / géo-intelligence et en étude de l'environnement et du changement climatique

<sup>12</sup> [http://guyane.ird.fr/media/ird-sites-de-representation/guyane/evenements/pdf/mission-swop-clash\\_juillet-2019](http://guyane.ird.fr/media/ird-sites-de-representation/guyane/evenements/pdf/mission-swop-clash_juillet-2019)

			<p>8 missions utilisant des équipements Myriade Évolutions (ex. : émetteur bande X et transceiver bande S pour MicroCarb)</p> <p>Contribution au développement de la plate-forme du produit Export Earth Observation Optical</p> <p>Positionnement des équipementiers français sur les projets européens</p>
	MicroCarb	En cours	<p>Préparation du tissu industriel en prévision de la mise en place d'un système opérationnel européen (non encore décidé) ou international</p> <p>Développement de futurs sous-ensembles d'instrument potentiellement récurrents à l'export</p> <p>Structuration d'une communauté scientifique, gain de projets H2020</p> <p>Contribution à la politique climatique française</p>
Satellites à propulsion électrique	EOR	Terminé	<p>Position française de leader mondial des satellites GEO tout électrique</p> <p>20 contrats remportés :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Au moins 12 satellites Eurostar « tout électrique » vendus pour ADS (8 E3000EOR et 4 EurostarNeo)</li> <li>• Au moins 4 satellites SpaceBus Neo « tout électrique » vendus pour TAS</li> </ul> <p>3 satellites E3000EOR actuellement en orbite et opérationnels (E172B, SES12 et SES14)</p>
	E172B	Terminé	Démonstration en vol d'une plateforme E3000 électrifiée. Premier satcom tout électrique forte puissance au monde
	Plan d'amélioration et de compétitivité du PPS5000	En cours	<p>56 propulseurs PPS5000 prévus d'ici fin 2021 (Boeing, Airbus, DF, TAS, OHB)</p> <p>Objectif d'une vingtaine de propulseurs par an</p>
	Ariane 5 ECA UPA	Terminé	<p>Gains de performances et en volume sous coiffes</p> <p>Emport de satellites tout électrique en position basse lanceur Ariane 5 validé avec Arianespace (satellite E172B)</p> <p>Captation de nouvelles missions (missions doubles)</p> <p>Deux lancements réalisés, deux prévus</p>
Constellation	COMPASS	En cours	<p>Positionnement de leader des industriels français sur les constellations OneWeb, LEO ou Telesat</p> <p>One Web : mise en place d'une ligne d'assemblage à Toulouse, production de 10 satellites livrés en 2019, sélection de SODERN pour 1800 viseurs d'étoiles, conception de la plateforme et système de propulsion électrique (CODELIE)</p> <p>Visibilité et augmentation des commandes sur d'autres types de viseurs pour SODERN</p>
	AURIGA	Terminé	
	ECUME	Abandonné	
	MOGELITE	En cours	
Valorisation informations issues du domaine spatial	17 projets (15 en accompagnement, 2 en développement)		Développement et mise sur le marché de nouveaux produits et services

Sources : Données transmises par les parties prenantes (enquête, entretiens, analyses documentaires).

## 7.2 Résultats industriels et commerciaux des projets

### MESSAGES CLES

- Des projets globalement réussis, qui contribuent principalement au développement de nouvelles technologies, avec des retombées socio-économiques significatives attendues (emploi, chiffre d'affaires)
- Des effets significatifs sur la réalisation de projets subséquents de R&D, l'élaboration de nouvelles relations de travail et la structuration de la filière en lien avec le projet

### 7.2.1 Résultats en matière de développement technologique et commercial

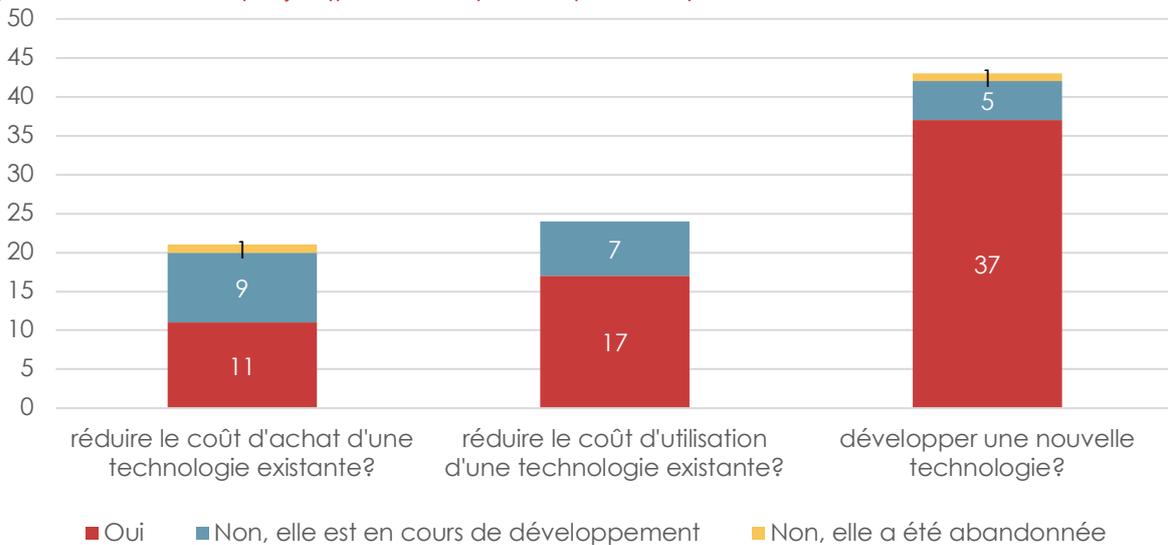
#### 7.2.1.1 Projets de R&D

Interrogés sur la finalité de leur projet, la quasi-totalité des répondants indique que ce dernier concourt au développement de nouvelles technologies (Figure 16). La totalité des répondants du CNES ont notamment choisi cette finalité. Cela illustre le positionnement de l'action du PIA en soutien au développement d'innovations technologiques.

Pour environ la majorité des répondants, le projet permet également la réduction du coût d'utilisation et/ou d'achat de technologies existantes préalablement au projet. Deux répondants mentionnent des technologies abandonnées.

A noter qu'un certain nombre de répondants indique des développements en cours, notamment pour la réduction des coûts d'utilisation et d'achat.

Figure 16 Finalités du projet (plusieurs réponses possibles)



Source : enquête électronique, 45 répondants

*La participation du PIA avait pour ambition de contribuer au développement de technologies très ambitieuses, non maîtrisées en France.*

*Nous n'avons pas développé de nouveaux produits dans le cadre de ce projet, qui a cependant contribué à l'amélioration constante du produit.*

Ces développements en cours sont également matérialisés par plus de 40 % de répondants qui indiquent que l'indisponibilité commerciale actuelle de la technologie soutenue par le PIA (Figure 17).

Il est cependant intéressant de noter que pour près de 40% des répondants, la technologie développée pourrait être mise en œuvre dans d'autres secteurs. Il pourrait en effet être attendu que la spécificité du secteur spatial rende toute autre utilisation impossible, ce qui ne semble pas être le cas.

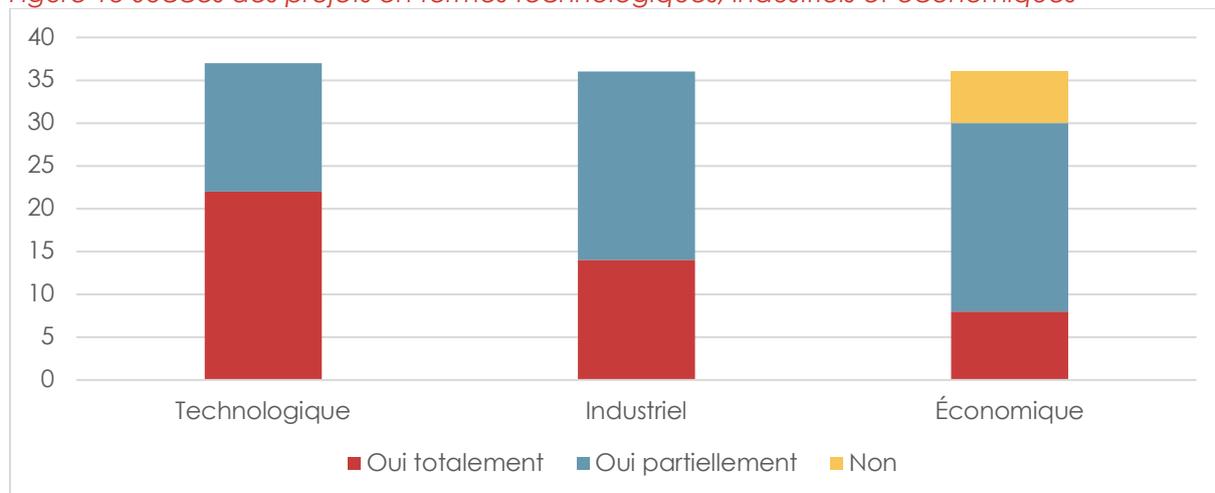
Figure 17 Disponibilité commerciale et utilisation dans d'autres secteurs de la technologie développée



Source : enquête électronique, 45 répondants

Interrogés sur le succès de leur projet en termes technologiques, industriels et commerciaux, une majorité de répondants estime leur projet comme étant une réussite (Figure 18).

Figure 18 Succès des projets en termes technologiques, industriels et économiques



Source : enquête électronique, 45 répondants

Ce résultat est particulièrement marqué sur le plan technologique. A noter que pour une partie significative de l'atteinte d'un succès partiel, il s'agit de projets en cours.

Les résultats sont plus mitigés sur le plan industriel et économique. Ce résultat n'est pas surprenant, étant donné d'une part le fait que plusieurs projets sont en cours ou récemment achevés, et d'autre part, que les projets spatiaux sont longs. Pour la majorité des projets, il s'agit par ailleurs davantage de préparer l'avenir que d'enregistrer des retombées court terme.

Il faut également noter un fort effet de report d'une catégorie à l'autre. Ceci était attendu, puisqu'il est étonnant qu'un projet puisse être un succès économique sans avoir été au préalable un succès industriel et/ou technologique. Ainsi, la quasi-totalité des succès partiel en termes technologiques indique un succès partiel en termes industriels, et un succès partiel ou

un échec en termes économiques. Seuls deux répondants indiquent un succès total en termes technologiques, un succès partiel en termes industriels et un échec en termes économiques. Quatre autres indiquent un succès technologique et industriel partiel et un échec économique.

*Les objectifs techniques ou commerciaux du projet sont atteints : les produits sont développés et remplissent les spécifications techniques. Sans le PIA, nous n'aurions pas été aussi vite, et aurions certainement perdu des parts de marché. Le projet a contribué à maintenir 20 ETP et à créer 20 supplémentaires.*

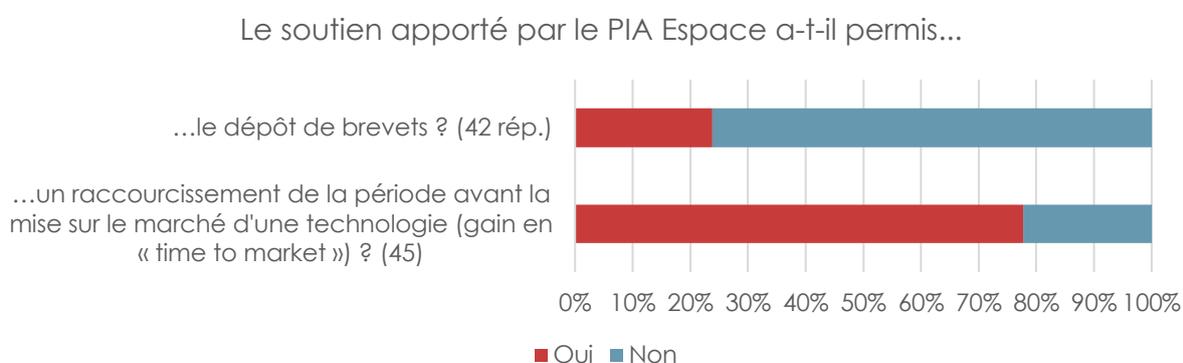
*Même si le projet n'est pas terminé, les maitres d'œuvres remportent des contrats et des marchés, les premiers résultats sont très positifs.*

*Sur le plan financier, le projet est un échec. Bien qu'une réussite technologique, le produit développé n'a pas permis de réaliser les ventes escomptées.*

En ce qui concerne l'effet du PIA (Figure 19), les répondants estiment en majorité :

- Que le soutien du PIA n'a eu que peu d'incidence sur le dépôt de brevets. 10 répondants indiquent cependant des effets du PIA importants dans ce domaine, dont cinq chefs de projet CNES. Les industriels indiquent des dépôts de brevets sur trois projets ;
- Que le soutien du PIA Espace a permis un raccourcissement de la mise sur le marché (80% des répondants). Parmi ceux ayant répondu non figurent notamment les projets d'observation de la terre.

Figure 19 Effets du PIA sur le dépôt de brevets et la réduction du « time to market »



Source : enquête électronique, 45 répondants

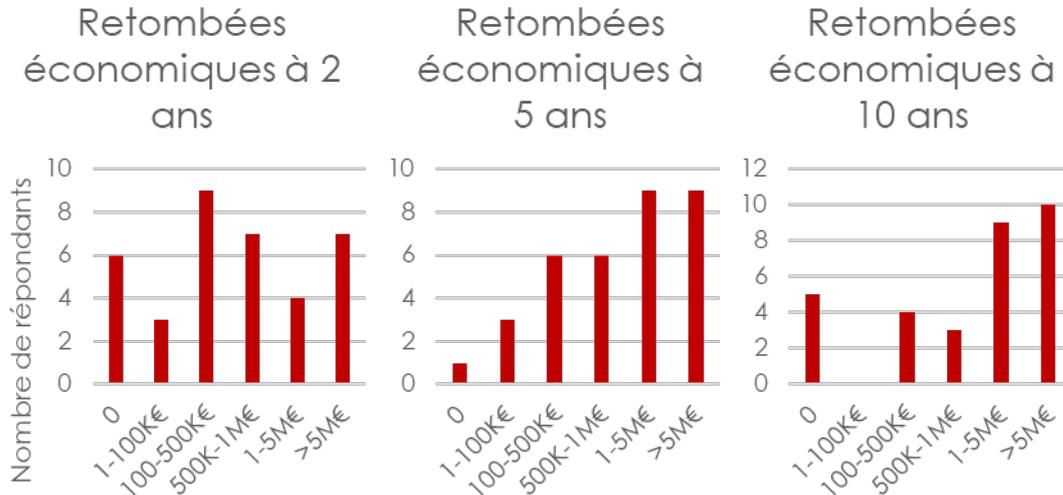
*Sans le PIA, nous ne serions pas en mesure de proposer les produits développés aussi rapidement. Le PIA a contribué à une accélération du développement technologique.*

Interrogés sur le transfert de technologie et les effets spin-in ou spin-off, une majorité de répondants reporte ne pas avoir perçu de tels effets (24 sur 33). Seuls neuf indiquent un effet spin-in ou spin-off, donc quatre du CNES.

Confirmant le soutien du PIA à la réalisation de projets de R&D en préparation de l'avenir, la Figure 20 montre l'évolution des retombées économiques (c'est-à-dire le CA) au fil du temps, avec des retombées principalement à moyen ou long-terme. Il est en effet observé un

accroissement des perspectives de retombées significatives, au-delà d'un ou 5 millions d'euros.

Figure 20 Retombées économiques des projets en fonction de l'horizon temporel



Source : enquête électronique, 38 répondants

Les projets ont également des retombées en termes d'emplois. 31 répondants sur 38 (82%) répondent que le projet a conduit à la création ou au maintien d'emplois dans leurs entreprises. Près de 3 900 emplois créés ou maintenus sont ainsi reportés par les répondants. Ce chiffre est cependant à nuancer, car porté principalement par les deux maîtres d'œuvre dans le cadre du projet Satellite du Futur.

*Pour l'industrie, et surtout pour les PME, il y a eu un accroissement des compétences et du savoir-faire, des retombées économiques importantes et en termes d'emploi.*

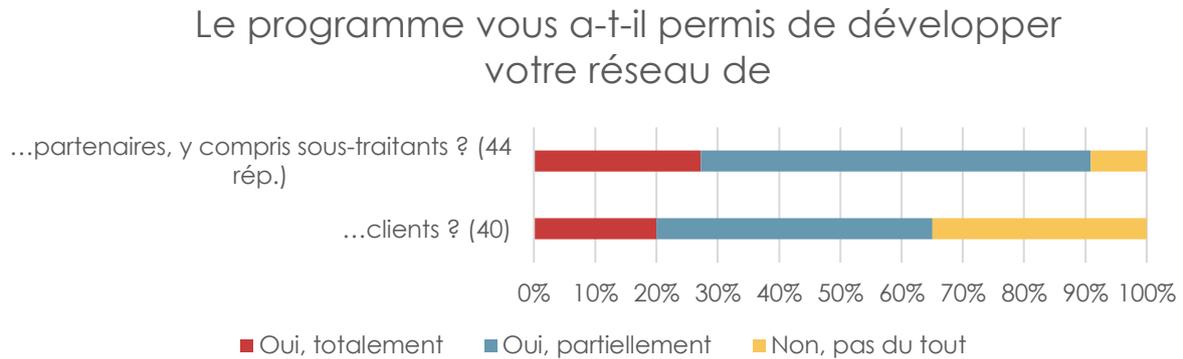
*Le projet a eu des effets sur l'emploi : 13 créés et 6 maintenus.*

*Le projet a permis le maintien de l'organisation complète (environ 70 personnes) qui aurait disparu sans ce projet.*

*Jusqu'à 10 ETP maintenus et 2-5 ETP créés sur 5 ans grâce au projet.*

Les projets ont également permis aux bénéficiaires de développer leur réseau à la fois de partenaires (y compris sous-traitants) et de clients, même si pour cette dernière catégorie, les résultats sont plus mitigés (Figure 21). La plupart des projets étant listée par différents répondants comme d'un côté ayant permis, même partiellement, le développement de la base clients et de l'autre comme ne l'ayant pas permis, il n'a pas pu être identifié de projets spécifiquement mauvais sur ce champ.

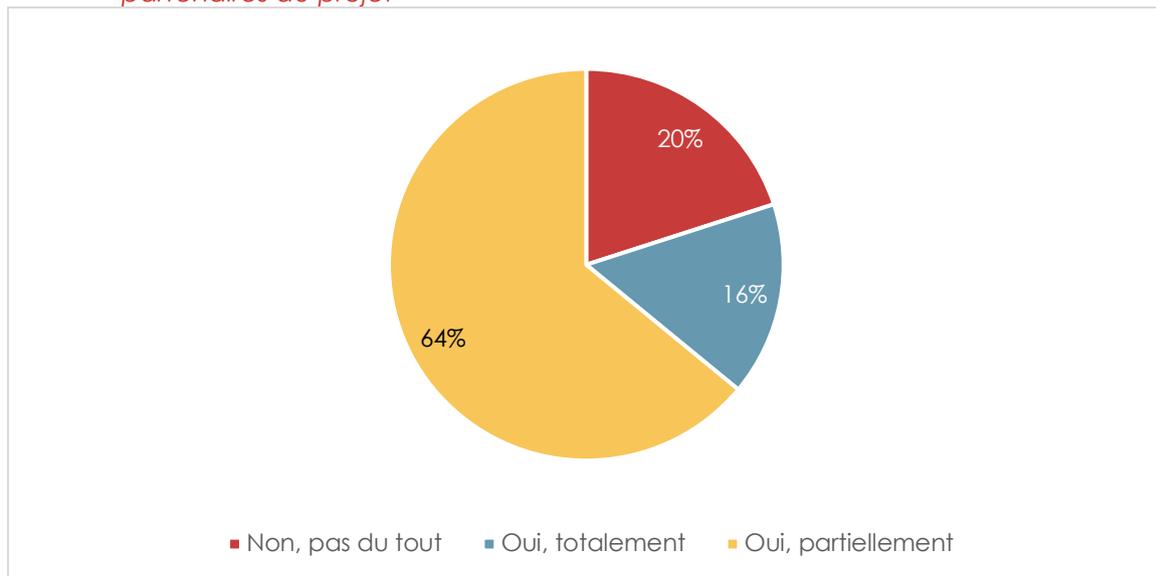
Figure 21 Effets du programme sur le développement du réseau



Source : enquête électronique, 43 répondants

80% des répondants reportent des résultats positifs du projet en termes de création de nouvelles collaborations avec les partenaires de ce projet (y compris sous-traitants).

Figure 22 Contribution du projet à la naissance de nouvelles collaborations avec les partenaires du projet



Source : enquête électronique, 45 répondants

Une majorité de répondants (25 sur 45, 56%) indique que le projet soutenu par le PIA a donné lieu à un autre projet de R&D. C'est notamment le cas de 6 porteurs de projets CNES. Sur ces 25 projets, 22 ont sollicité des financements publics, principalement issus de l'ESA et/ou du CNES.

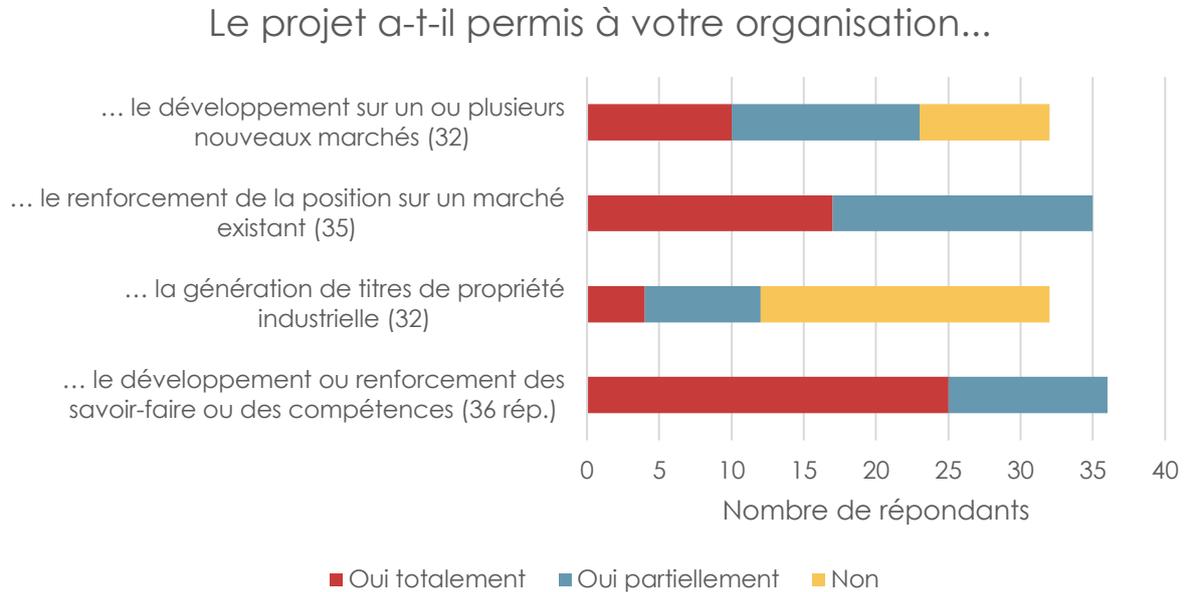
*Les projets du PIA ont permis de favoriser des échanges intéressants avec les collègues sur différents sous-systèmes.*

Le soutien du PIA a permis aux acteurs d'ouvrir de nouvelles perspectives, parmi lesquelles :

- Le développement ou le renforcement des savoir-faire ou des compétences ;
- Le renforcement de la position sur un marché existant ;
- Le développement sur ou plusieurs marchés.

Peu de répondants indiquent une génération de titres de propriété intellectuelle en lien avec le projet.

Figure 23 Nouvelles perspectives grâce aux projets



Source : enquête électronique, 43 répondants

*Le projet a permis d'accroître la commande sur notre marché, avec des impacts positifs en termes de chiffres d'affaires et de retombées économiques non négligeables au niveau national.*

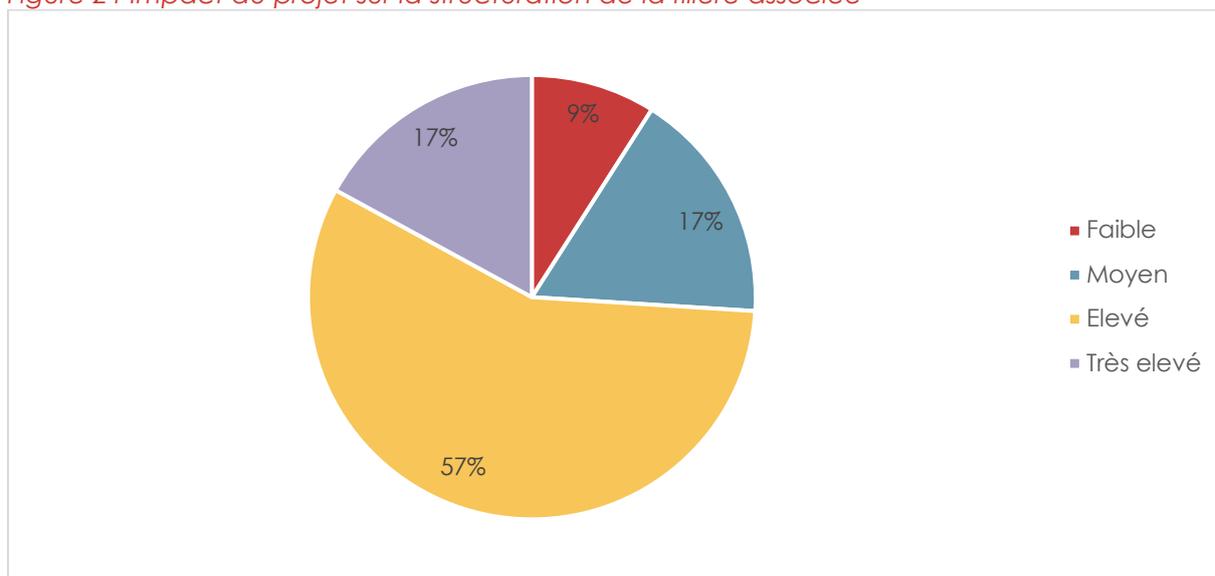
*Les projets PIA ont permis d'aider au développement d'une nouvelle variante de notre technologie que nous aurions eu du mal à autofinancer, et l'implication des agences fournit une garantie informelle de qualité pour l'export. Nous avons déjà commencé à gagner des contrats à l'export.*

*Les projets du PIA nous ont permis de beaucoup apprendre et de développer notre savoir-faire et de monter en compétences sur certaines technologies.*

*« Really a success story ! » Outil très efficace qui a permis de soutenir et relancer les télécoms spatiales dans un contexte international très difficile.*

Les répondants considèrent également très majoritairement que leur projet a un impact sur la structuration de la filière associée en France (Figure 24). Environ trois quarts des répondants (dont tous les porteurs de projet CNES) indiquent en effet un impact élevé ou très élevé sur la structuration de la filière.

Figure 24 Impact du projet sur la structuration de la filière associée



Source : enquête électronique, 46 répondants

*Le projet a apporté une perspective de développement pour la filière entière à partir de TRL assez bas et de démonstration en vol. Le PIA a été structurant dans les acquis en termes de procédés et les produits, qui permettent de dériver vers des versions améliorées de produits existants ou de décliner sur des marchés différents.*

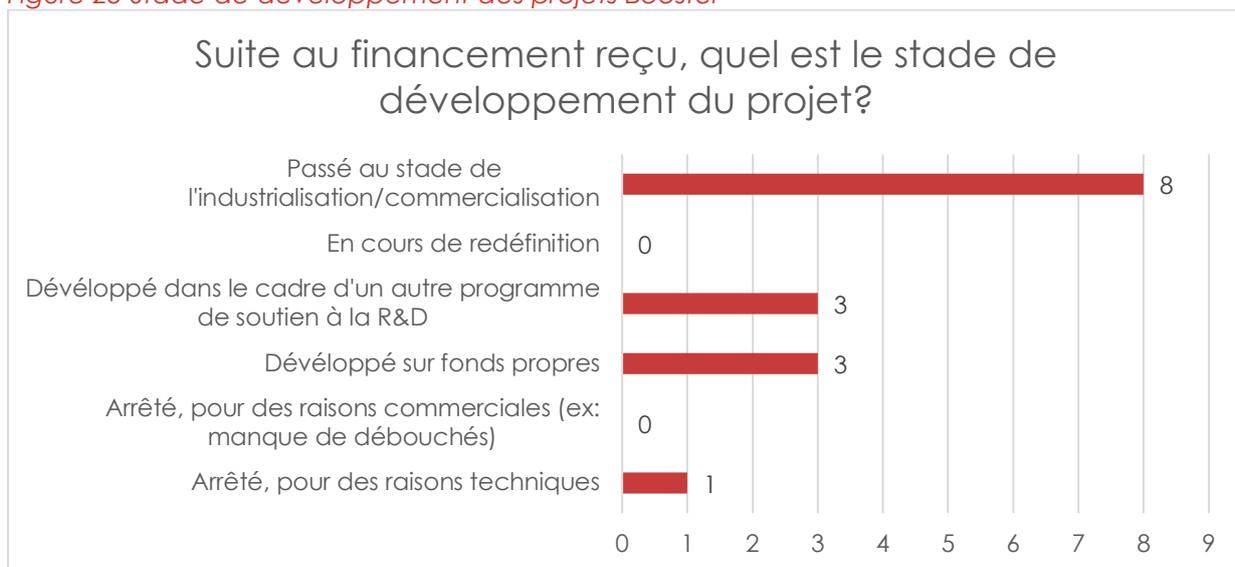
*Le PIA a eu un effet structurant chez les clients, qui a accéléré l'activité sous-jacente.*

*Sans être une rupture complète, le projet a été un apport important, peut-être même structurant pour notre organisation. Nous n'aurions sans doute pas gagné les autres contrats. Le projet permet à l'industrie française d'attaquer d'autres marchés à l'export avec un bon rapport performance / prix.*

### 7.2.1.2 Projets Booster

Pour les projets soutenus dans le cadre du PIAVE Booster, une majorité de répondants (8 sur 15) indique un passage à la phase d'industrialisation ou de commercialisation. Six répondants indiquent des développements ultérieurs, soit sur fonds propres ou au travers d'autres programmes de soutien à la R&D (ex : Innov'up Leader PIA). Enfin, un répondant indique l'arrêt de son projet pour des raisons techniques dans sa phase actuelle, mais une reprise attendue dans une phase plus expérimentale (Figure 25).

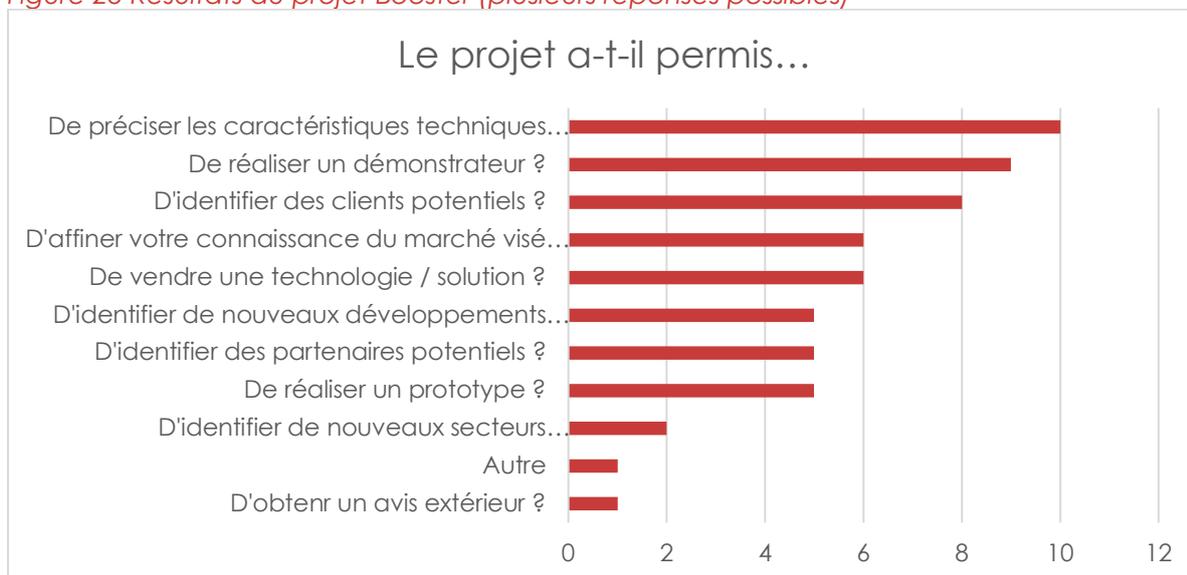
Figure 25 Stade de développement des projets Booster



Source : enquête électronique, 15 répondants

Interrogés sur les résultats de leur projet, une majorité de répondants indique que le projet a permis de préciser les caractéristiques techniques attendues, mais aussi de réaliser un démonstrateur et d'identifier des clients potentiels. Un nombre significatif de répondants (supérieur à un tiers) reporte également que le projet a permis la vente d'une technologie ou d'une solution, la réalisation d'un prototype, l'identification de partenaires potentiels, une meilleure connaissance du marché ou encore l'identification de nouveaux développements technologiques. L'intégralité des répondants reporte plusieurs résultats.

Figure 26 Résultats du projet Booster (plusieurs réponses possibles)



Source : enquête électronique, 16 répondants

Il est intéressant de noter que les projets Booster ont permis la réalisation de prototypes ou de démonstrateurs pour près de la totalité des répondants. Deux répondants indiquent à la fois la réalisation d'un prototype et d'un démonstrateur. Il n'a pas été identifié de corrélation entre

la réalisation d'un prototype ou d'un démonstrateur et la vente de la technologie ou de la solution.

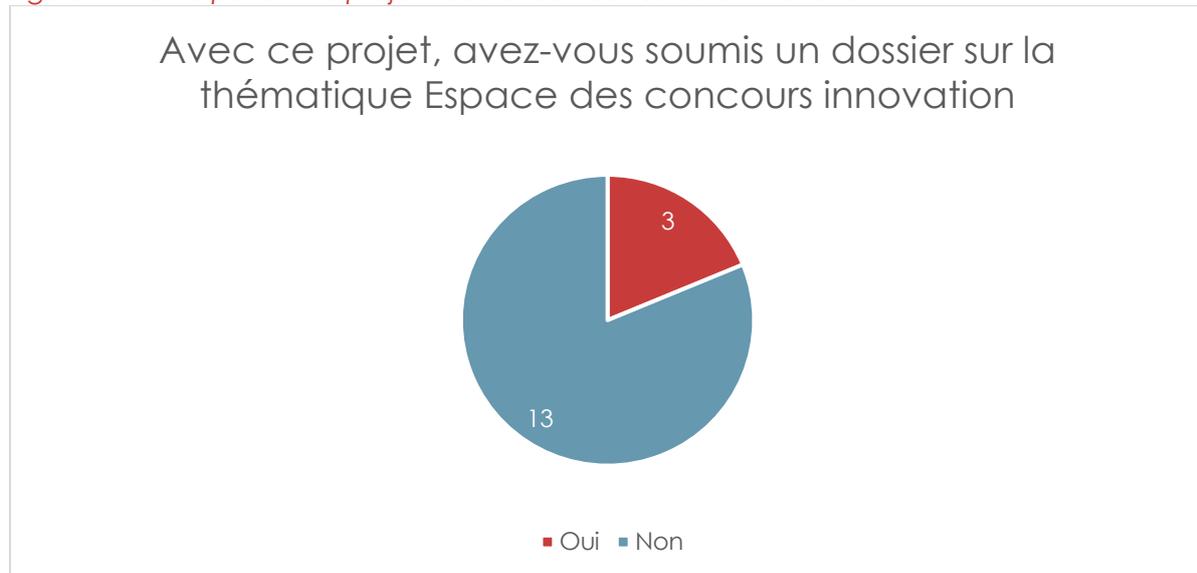
*Le projet a permis de réaliser un prototype ; de préciser les caractéristiques techniques attendues, et d'identifier de nouveaux développements technologiques.*

*Le PIA Espace a permis un raccourcissement du temps d'accès au marché. Sans cette aide, nous n'aurions pas pu recruter, et le projet aurait donc mis 3 fois plus de temps.*

*Dans le domaine du projet, nous réalisons environ 200 000 euros de chiffre d'affaires un an après la fin du projet. Ce dernier est voué à croître de manière mesurée dans les 3 à 5 ans, pour atteindre entre 300 et 500 000 euros/an en bénéficiant notamment de la dynamique enclenchée par le projet (retombées R&D et commerciales). Le projet a permis de créer un emploi (docteur spécialiste en traitement d'image), et a contribué au recrutement d'un ingénieur.*

Une majorité de répondants indique ne pas avoir participé à la thématique Espace des concours d'innovation (Figure 27). Seuls trois projets indiquent une telle participation. Ce résultat est cohérent avec le fait qu'une majorité de projets indique être déjà passé à la phase d'industrialisation ou de commercialisation, et donc ne pas nécessiter de financements complémentaires pour le développement de la solution.

Figure 27 Participation du projet Booster aux concours d'innovation



Source : enquête électronique, 16 répondants

*Nous avons déposé une candidature à un autre AAP de Bpifrance que nous avons remporté grâce au projet Booster.*

*Le projet a donné lieu à un autre projet de R&D financé par une agence française.*

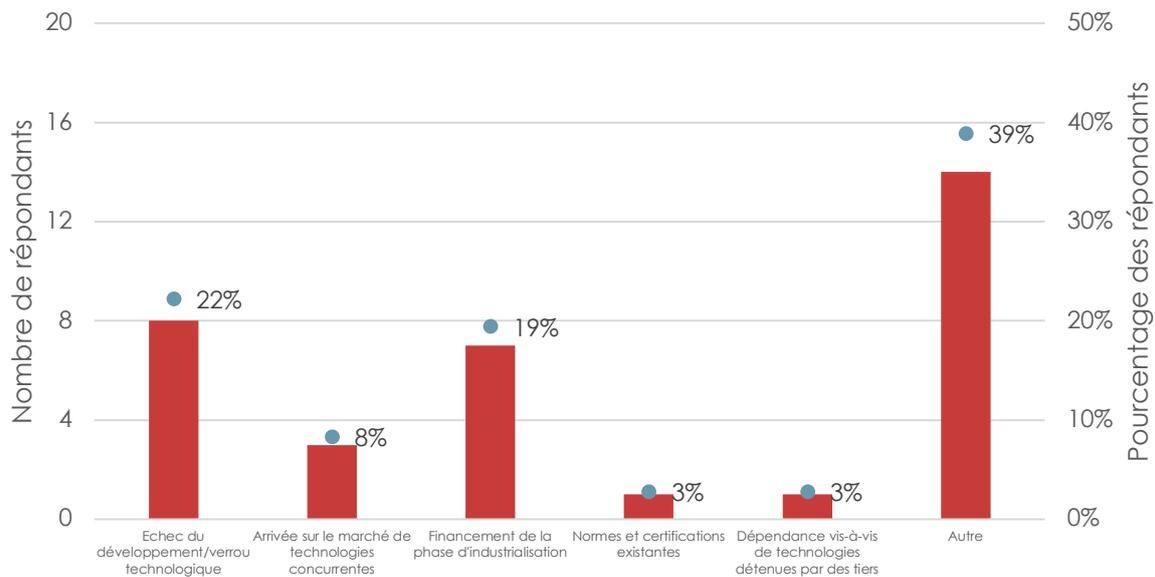
## 7.2.2 Obstacles rencontrés

### 7.2.2.1 Projets de R&D

Selon les résultats de l'enquête, près d'un répondant sur deux (20 sur 44) indique avoir rencontré des obstacles qui ont freiné la mise sur le marché de la technologie améliorée ou développée.

Parmi les principaux obstacles rencontrés (Figure 28) figurent l'échec du développement ou des verrous technologiques (22%), le financement de la phase d'industrialisation (19%) ou d'autres obstacles. Seul un quart des répondants reportant la rencontre d'obstacles indique plusieurs réponses.

Figure 28 Difficultés rencontrées (plusieurs réponses possibles)



Source : enquête électronique, 36 répondants

Parmi les autres obstacles cités figurent notamment :

- Les aléas de développement, les difficultés technologiques, le manque de maturité technologique des équipements élémentaires envisagés, qui engendrent des délais et des retards ;
- La qualification des équipements ;
- Les changements d'architecture liés à des décisions politiques (Ariane) ;
- Le report de la mission.

*Les difficultés concernaient essentiellement la levée de verrous technologiques en adéquation avec les contraintes de qualification et d'assurance produit et qualité.*

*L'industrialisation de la solution afin de la préparer la mise sur le marché a été sous-évaluée. La complexité du produit nécessite un outil de déploiement et de management adapté pour des opérateurs habitués de longue date aux produits concurrents*

*Nous avons rencontré des difficultés sur les aspects technologiques plus importants qu'initialement estimé, générant du retard.*

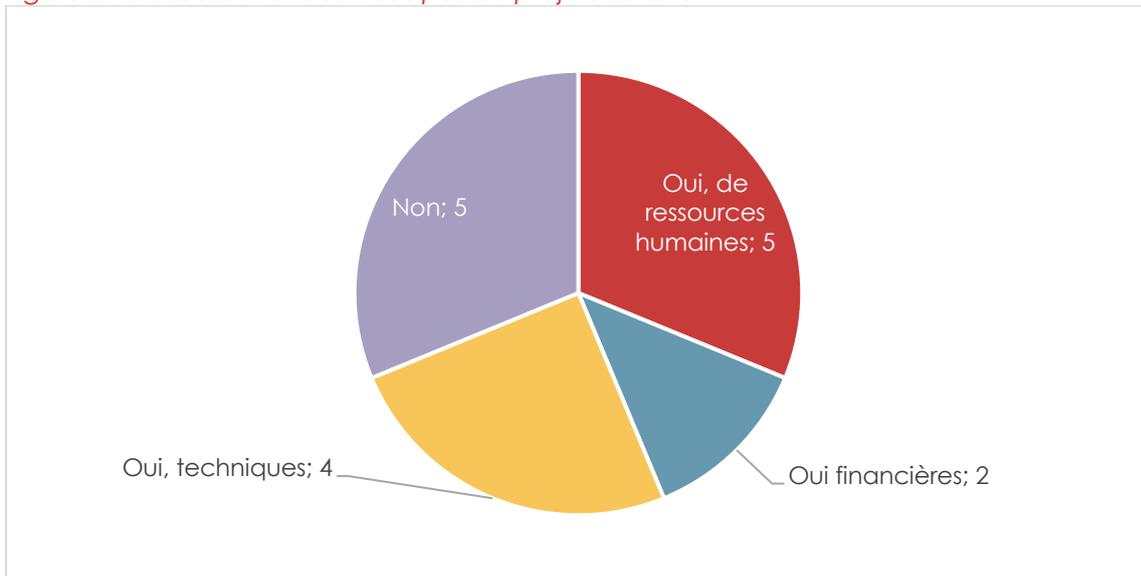
### 7.2.2.2 Projets Booster

En ce qui concerne les projets Booster, seul un des seize répondants indique avoir rencontré des difficultés dans la structuration de son projet, en lien avec les fonds propres.

Cinq porteurs de projet indiquent ne pas avoir rencontré de difficulté lors du déroulement de leur projet. Les autres reportent des difficultés liées :

- Aux ressources humaines (5 répondants) ;
- A des problématiques techniques (4 répondants) ;
- Aux éléments financiers (2 répondants).

Figure 29 Difficultés rencontrées par les projets Booster



Source : enquête électronique, 16 répondants

*Nous avons rencontré des difficultés liées au délai entre la contractualisation et le financement. Par ailleurs, nous sommes en limite de capacités d'autofinancement du fait de la limite liée aux fonds propres.*

## 7.3 Analyse des projets par volet du programme

### MESSAGES CLES

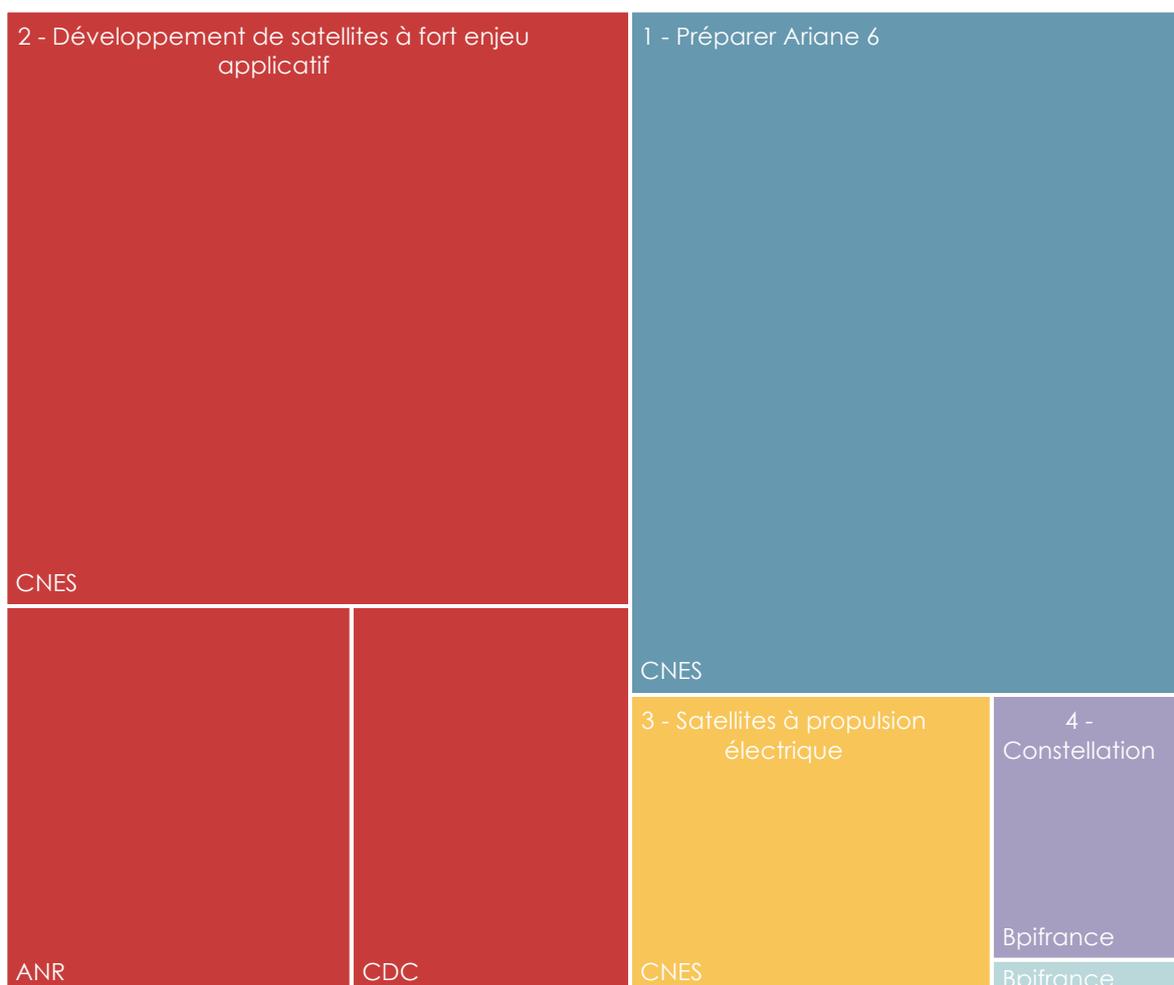
- Les volets soutenus par l'action du PIA sont pertinents au regard à la fois du positionnement de l'industrie française et de l'évolution des différents segments, soumis au cours de la période à d'importants changements
- Globalement, les projets soutenus sont des succès technologiques et contribuent à la compétitivité des industriels françaises. Certains ont déjà des retombées commerciales. Pour d'autres, notamment dans le domaine de l'observation de la terre, les projets sont encore en cours et les retombées industrielles sont plus incertaines. Ils contribuent cependant à apporter des réponses à enjeux sociétaux
- Au regard des objectifs généraux du PIA, la mobilisation de ce financement interroge pour plusieurs projets et apparaît parfois davantage comme un accroissement du budget du CNES

Cette section analyse les projets selon les différents volets de l'action Espace figurant dans la convention État-CNES. Malgré l'implication du CNES, MicroCarb et THD-SAT ne sont pas opérés par le CNES, mais respectivement par l'ANR et la CDC.

La figure ci-dessous présente la répartition du financement PIA par opérateur et par volet de l'action Espace.

*Figure 30 Répartition des financements du PIA Espace par volet et par opérateur (la surface est proportionnelle aux montants financiers apportés par le PIA)*

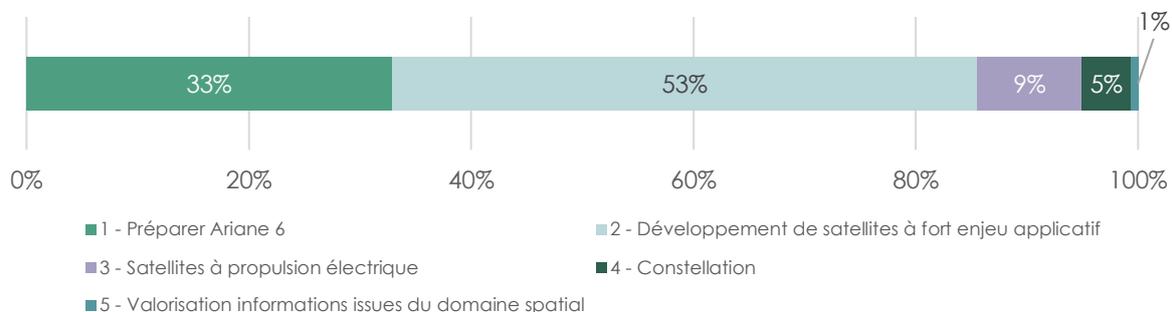
- 2 - Développement de satellites à fort enjeu applicatif
- 1 - Préparer Ariane 6
- 3 - Satellites à propulsion électrique
- 4 - Constellation
- 5 - Valorisation informations issues du domaine spatial



Source : Décisions Premier Ministre et rapports trimestriels du CNES

Malgré un nombre limité de projets, les volets 1 de préparation à Ariane 6 (33%) et 2 de développement de satellites à fort enjeu applicatifs (53%) concentrent la grande majorité des financements (Figure 31).

Figure 31 Répartition des financements de l'action Espace du PIA par volet



Source : Décisions Premier Ministre et rapports trimestriels du CNES

### 7.3.1 Lanceurs

Le volet lanceur du PIA Espace s'inscrit dans un cadre européen. Le programme Ariane, le plus emblématique, est lancé par l'Agence spatiale européenne dans les années 1970 et vise à garantir un accès indépendant à l'espace. La France et son industrie figure historiquement parmi les leaders européens, mais cette position est menacée par l'Allemagne et l'Italie depuis plusieurs années. Par ailleurs, il faut noter que les britanniques sont sortis du programme Ariane à l'issue du programme Ariane 4, pour Ariane 5. Depuis le milieu des années 1990, les différentes versions Ariane 5 constituent les lanceurs utilisés pour les satellites en orbite géostationnaire et pour les charges lourdes en orbite basse. Le projet A5 ME (*Middlelife Evolution*) est lancé au cours de la Ministérielle de l'ESA de 2008 et vise à pallier les limitations techniques du lanceur, incompatibles avec les évolutions de marché (augmentation du poids des satellites impactant la capacité de lancement double, pas de possibilité de réallumage d'un étage).

L'intervention du PIA a été réalisée au cours d'une période de révolution du secteur des lanceurs. En effet, l'évolution de la concurrence, les prévisions d'évolution des marchés institutionnels et commerciaux ou le développement de nouveaux satellites (ex. : propulsion électrique, constellations) nécessitaient des adaptations pour répondre aux enjeux du secteur. En 2009, le rapport « Fillon » préconise un recentrage des activités de lanceur sur les activités institutionnelles et prévoit une réduction du marché commercial.

Dans le domaine des lanceurs, le PIA est intervenu à plusieurs niveaux :

- La recapitalisation d'Arianespace en 2010, liée à l'apurement des pertes constatées en 2009  
 Le choix de recapitaliser Arianespace avec des fonds PIA interroge. En effet, au regard des objectifs du PIA identifiés par le rapport Juppé-Rocard, il peut être considéré que cette opération peut bénéficier à l'ensemble de l'écosystème spatial concerné, mais sa contribution au développement de technologies de rupture ou à la croissance de l'économie française est incertaine ;
- La préparation d'Ariane 6, réalisée en deux tranches, d'une part, pour apporter des éléments pour le choix du concept et la préparation des démonstrateurs technologiques (avant-projet, tranche 1 pour les phases A et B1), et d'autre part au développement du concept A6-PPH retenu au cours de la réunion ministérielle de 2012 et financé dans le cadre de l'ESA (tranche 2).

Le choix de la France de préparer Ariane 6 s'inscrit dans un contexte de développement d'A5ME par l'ESA, mais aussi de prévision d'évolutions significatives du marché. A posteriori, ce choix s'est avéré judicieux. En effet, la tranche 1 a permis de convaincre certains Etats Membres initialement enclins à soutenir A5ME, de la pertinence d'Ariane 6.

La tranche 2 a permis le développement du concept A6-PPH. La Ministérielle de 2012 a acté le lancement d'études préliminaires d'un concept de lanceur en configuration A6 PPH en parallèle du programme A5 ME ayant des composants communs avec le concept PPH. Suite à une proposition non sollicitée Airbus Safran, la ministérielle de 2014 a décidé l'arrêt d'A5ME et validé le projet A6-PHH. Le niveau de réutilisation des investissements du PIA dans le cadre de l'ESA a donc été moindre, mais est néanmoins estimée par les acteurs interrogés autour de 50%.

Le financement du PIA a contribué à la fois à enclencher le lancement du projet Ariane 6 et à préparer les industriels français à ce programme européen. Il a également constitué un outil diplomatique, en apportant des solutions concrètes et pas uniquement des propositions théoriques. A ce titre, l'origine de la décision (Premier Ministre) permet de peser dans l'orientation du projet. La délégation à l'ESA a cependant eu un effet négatif sur le niveau d'implication des PME, initialement envisagé par le CNES au cours de la phase de démonstration. En effet, la pratique du retour géographique à l'ESA et l'existence d'intégrateurs français complique l'attribution de contrats de second ou troisième niveau à des PME françaises.

*Le PIA Espace a permis d'abonder la souscription de l'État français au programme ESA (Ariane 6), avec l'organisation industrielle agréée : les intérêts industriels français ont pu être préservés dans le cadre d'un projet Européen. Ariane 6 permet de préserver l'accès indépendant à l'espace pour l'Europe.*

Menées pour partie dans le cadre européen, les activités sur le volet lanceur sont globalement des succès. Elles ont permis de générer de l'activité pour l'industrie française, dans un volume cependant moindre qu'initialement escompté, du fait notamment d'une décision politique favorisant l'industrie italienne.

L'utilisation du PIA sur ce volet interroge cependant et relève davantage d'un effet d'aubaine. Hormis l'implication des PME/ETI et d'une meilleure souplesse pour l'adaptation en temps réel aux besoins du projet, il n'y a pas de différence notable avec d'autres sources de financement du CNES.

### 7.3.2 Satellites à fort enjeux applicatifs

Dans cette partie, une distinction est faite entre les projets portant sur les satellites de télécommunication, ceux sur l'observation de la Terre et ceux pour les constellations en orbite basse.

#### 7.3.2.1 Télécommunications

Dans le domaine des télécommunications spatiales, le CNES met œuvre en la stratégie nationale en recherche et développement en lien étroit avec le gouvernement et s'assure de la cohérence technique des investissements en provenance de différentes sources de financement.

L'industrie française est un des leaders européens des télécommunications spatiales, notamment avec deux maîtres d'œuvre d'importance (ADS et TAS), mais aussi de nombreux équipementiers. Ses activités portent à la fois sur la France et à l'export.

L'intervention du PIA a été réalisée dans un contexte d'évolution rapide du marché : augmentation de la puissance et de la charge utile, modes de propulsion, évolution des orbites, émergence des constellations de satellites, etc. Le PIA a financé différents projets :

- Satellite du futur (NEOSAT), un projet de développement de la nouvelle plateforme de satellites géostationnaire de télécommunications.

Il était initialement envisagé une plateforme commune entre les deux maîtres d'œuvre français. Finalement, deux plateformes ont été développées, avec des sous-ensembles systémiques communs. Le projet a été partiellement mené dans le cadre de l'ESA.

Même s'il peut être déploré que le projet de plateforme commune n'ait pu être mené à son terme, le projet est un succès, et a mené au développement de nouvelles technologies et à la consolidation de la position de l'industrie française sur ce segment de marché. Plusieurs plateformes ont déjà été vendues par les opérateurs. Pour les équipementiers français, du fait des développements menés dans le cadre de l'ESA et du retour géographique, les résultats sont plus mitigés même si de nouvelles technologies ont été développées ;

- THD-SAT, un projet de développement d'une nouvelle génération de satellites très haut débit dédiée à l'accès internet.

THD-SAT permet de lever des verrous techniques et de réaliser de nouvelles briques de base qui contribuent au développement d'une nouvelle génération de satellite. Le projet a contribué au positionnement de l'industrie sur ce segment de marché (ex. : VHTS), avec deux produits déjà sur le marché, au maintien des capacités industrielles et à la montée en compétences. Il a contribué à prendre une longueur d'avance sur la concurrence sur un marché de niche.

*Le PIA Espace a permis de mettre en place un cadre projet indispensable pour le développement des nouvelles filières de satellites de télécommunication et à ce titre a permis à l'industrie française de conserver son positionnement sur le marché très concurrentiel des satellites géostationnaires de télécommunication.*

Pour ces deux projets, l'utilisation du PIA est pertinente et a permis de développer la compétitivité de l'industrie française. Le PIA a eu à la fois un effet accélérateur et un effet levier sur la réalisation des projets. Il contribue à conforter la position de la France sur le segment concurrentiel des satellites de télécommunications.

### 7.3.2.2 Observation de la Terre

L'observation de la Terre constitue l'un des cinq domaines de la politique spatiale française mise en œuvre par le CNES. Elle comprend les thématiques Surfaces continentales, Océan, Atmosphère et Terre solide. Les missions de la sous-direction Observation de la Terre du CNES incluent (i) la préparation des missions innovantes du futur, (ii) la conception, le développement, le test et la qualification des systèmes spatiaux, (iii) la préparation des utilisateurs finaux à la prise en compte des données des nouvelles missions et (iv) le soutien à la compétitivité industrielle.

Dans le cadre de l'action Espace du PIA, trois projets opérés par le CNES et l'ANR ont été menés dans ce domaine :

- Myriade Évolutions : il s'agit du développement d'une nouvelle génération de plateformes de microsatsellites d'observation de la terre aux performances accrues, notamment pour soutenir la vente de plateformes à l'export.

Une plateforme générique a été développée. Les objectifs de la feuille de route ont été globalement atteints, tant en termes de performances que de coûts. Des équipements

ont été intégrés à plusieurs plateformes actuellement en vol, et des missions sont prévues dans les prochaines années. En améliorant la compétitivité des maîtres d'œuvres, le projet permet à la France de conforter sa position de premier exportateur mondial pour l'observation de la Terre. Le taux de mobilisation des PME est cependant plus faible qu'initialement envisagé (environ 20% au lieu de 40%), du fait notamment de difficultés liées à la qualification des équipements ;

- Microcarb : un satellite innovant de mesure des concentrations mondiales de CO<sub>2</sub>.

Le satellite constitue une mission démonstrateur afin de permettre d'améliorer les modèles descriptifs du cycle du carbone (sources et puits de carbone). Il constitue un outil scientifique important au cours de la politique climatique française et permet de positionner l'industrie française, notamment en vue d'une potentielle lignée opérationnelle au niveau européen.

Le satellite est actuellement en cours de développement, avec un lancement prévu en 2021 ;

- SWOT : un satellite franco-américain pour l'océanographie opérationnelle et l'hydrologie continentale.

La mission est menée en collaboration avec la NASA, et vise à mesurer les hauteurs d'eau des océans, des grands fleuves, des lacs et des zones inondées. Elle se base sur une rupture technologique majeure pour comprendre la dynamique globale des eaux de surface terrestre et la modélisation du couplage océan/atmosphère ;

Le satellite est actuellement en cours de développement, avec un lancement prévu en 2021.

Entre 2015 et 2019, le PIA Espace a constitué une source importante de financement pour les projets d'Observation de la Terre. Il constitue en effet la première source de financement national, avec 40% du budget hors défense, juste devant le programme 193.

Les projets s'inscrivent à la fois dans des enjeux de souveraineté, de maintien de l'emploi et du savoir-faire industriel et de réponses aux enjeux sociétaux (cycle de l'eau, du carbone). En effet, le nombre de missions institutionnelles est trop faible pour maintenir les compétences industrielles, et il est nécessaire de s'appuyer sur l'export. Au travers du développement de nouvelles technologies, les projets ont permis de positionner (MicroCarb) ou de conforter le positionnement (SWOT, Myriade Évolutions) de l'industrie française. Une partie des développements a été conduite par des PME, et une attention particulière a été portée sur l'utilisation des données spatiales. L'envergure des projets soutenus, avec une portée internationale, constitue également un aspect diplomatique fort. Enfin, pour SWOT et MicroCarb, le PIA a eu un effet catalyseur important : sans sa participation, l'industrie française aurait été moins bien positionnée, et n'aurait pu être aussi bien placée pour accéder à des projets subséquents (déjà attribués ou à venir).

*Sans le PIA, nous n'aurions sans doute pas réalisé ces projets, ou les aurions délégués, par exemple à l'ESA, avec un risque fort de relégation de notre industrie.*

### 7.3.3 Satellites à propulsion électrique

Au cours des vingt dernières années, l'attractivité de la propulsion électrique pour l'ensemble des fonctions de propulsion (élévation, ajustement de l'orbite, orientation) a cru. En effet, utilisée depuis les années 1960 principalement pour des fonctions de contrôle, elle nécessite une puissance importante, notamment pour une période de mise sur orbite acceptable, uniquement disponible depuis quelques années grâce aux progrès technologiques. Elle permet une réduction significative de la masse de lancement, résultant à un quasi-doublement de la charge utile ou la possibilité d'utilisation d'un lanceur plus petit.



En 2003, un premier satellite d'exploration spatiale franchit le pas de la propulsion électrique (Smart-1). En 2012, Boeing surprend le monde du spatial en annonçant la signature d'un premier contrat pour le lancement de deux satellites de télécommunications tout électrique d'une masse de 2 tonnes, mais avec la charge utile d'un satellite à propulsion chimique de 4 tonnes au décollage. Leur mise sur orbite a été effectuée par SpaceX avec un lancement double du Falcon 9 en mars 2015.

En France, le Ministère du Redressement Productif fait en 2013 du satellite à propulsion électrique l'un de ses 34 plans de la Nouvelle France Industrielle.

En 2014, il est décidé d'ajouter un nouveau volet au PIA portant sur les satellites à propulsion électrique. Cet ajout fait notamment suite à un besoin industriel pour un besoin de R&D suite un appel d'offres de l'opérateur Eutelsat pour un satellite tout électrique (E172B). L'objectif de ce volet est de compléter la gamme existante de satellites de télécommunication pour à la fois maintenir la compétitivité des maîtres d'œuvres français face à la concurrence internationale dans l'attente des plateformes NEOSAT et réduire la masse au lancement pour un emport de satellites très capacitifs par Ariane 5.

Le PIA est intervenu à plusieurs niveaux :

- L'adaptation de la partie haute (*Upper Part Adaptation*) d'Ariane 5 ECA pour répondre à d'Ariane 5 et permettre de capter le marché des satellites à propulsion électrique en plein développement.

Ce projet s'inscrit dans le contexte d'une évolution de l'environnement compétitif et d'un plan d'augmentation des performances d'Ariane 5 ECA, avec une nécessité d'ajustement du modèle économique d'Arianespace. L'enjeu est à la fois de s'adapter au marché émergent des satellites électriques et de faciliter les appairages avec les satellites moyens. Le projet porte à la fois sur l'augmentation du volume charge utile (virole) et l'augmentation de la performance du lanceur. Le décollage plus tardif qu'envisagé du marché du satellite électrique a nécessité une adaptation du projet.

Le projet est un succès, et ses deux composantes ont été valorisées au cours de missions. Il a contribué à maintenir la cadence de lancement, voire à réaliser des lancements qui n'auraient pas eu lieu, et donc à préserver les coûts d'accès à l'espace pour les missions institutionnelles ;

- EOR (*Electrical Orbit Raising*), un projet d'adaptation des plateformes des fabricants de satellites français à la propulsion entièrement électrique.

Le projet s'inscrit dans un objectif de maintien des parts de marché à court-terme de l'industrie française. Il vise à réduire la masse, et donc le coût de lancement, des satellites géostationnaires grâce à la mise à poste électrique, et à augmenter la capacité de charges utiles.

Le projet s'est achevé en 2019. Une vingtaine de contrats ont été remportés et trois satellites sont en orbite (SES12, SES14 et E172B).

- Le développement de la propulsion électrique du satellite E172B.

Le projet avait pour objectif le lancement de la phase commerciale du concept EOR et du PPS5000 grâce à une mission commerciale. Du fait de retards de développement, il sera finalement décidé de ne pas emporter le propulseur à effet Hall développé par Safran (PPS5000). Le satellite a été lancé en 2017 et a battu le record du temps de mise à poste électrique dans sa catégorie.

- Le plan d'amélioration et de compétitivité du PPS5000.

A la suite du non-emport du PPS5000 par le satellite E172B, il a été décidé d'optimiser la conception du propulseur et d'améliorer ses performances.

Ce projet, débuté en fin 2018, est en cours.

Globalement, les objectifs ont été atteints : une vingtaine de satellites « tout électrique » ont été vendus par les maîtres d'œuvre, et près d'une soixantaine de propulseurs PPS5000 ont été commandés. Le satellite E172B a été mis en orbite en 2017, battant un record de mise à poste électrique.

Les premières redevances liées à la propulsion électrique sont attendues dès 2021.

L'utilisation du PIA est pertinente et a permis de contribuer au maintien de la compétitivité et à la préparation de l'avenir des industriels français.

Il est néanmoins important de préciser que la convention État / CNES du 18 juin 2016 indique que 50 millions d'euros devaient être initialement dédiés au volet 3, avec une possibilité d'évolution à la baisse ou à la hausse (redéploiement de fonds PIA ou nouveau crédit) de l'ensemble de la dotation. Le montant autorisé par les décisions Premier Ministre sur ce volet est de 70,4 millions d'euros (quatre décisions).

#### 7.3.4 Constellations en orbite basse

Au cours des dernières décennies, les opérateurs commerciaux ont principalement utilisé l'orbite géostationnaire pour l'exploitation de systèmes spatiaux. Des développements récents bousculent cependant cette situation et devraient significativement faire évoluer le secteur spatial dans un futur proche. En effet, des constellations composées de dizaines, de centaines voire de milliers de satellites constituent des projets en cours de développement. Du fait du nombre de satellites impliqués, ces projets reposent sur un changement de modèle et sur une baisse drastique du coût unitaire.

Dans ce contexte, le PIA est intervenu dans le cadre des PIAVE opérés par Bpifrance avec l'AAP « compétitivité de la filière d'équipement des satellites composant les constellations LEO de nouvelle génération ». L'objectif de cet AAP est de soutenir le développement d'une filière industrielle française répondant aux besoins des projets de constellation LEO. L'AAP, lancé en 2015, visait des projets d'accompagnement à la mise sur le marché de produits pertinents pour les constellations les plus avancées et adaptables aux besoins des constellations en cours d'émergence. Le budget minimal des projets visés était de 1,5 millions d'euros, portés par une ou plusieurs entreprises. L'aide mobilisable était non capée en subventions et avances remboursables (taux d'aide entre 20 et 45% selon la taille de l'entreprise et la finalité).

Sept projets ont été auditionnés et quatre projets ont été sélectionnés :

- COMPASS : développement d'un produit d'exploitation des microsatellites ;
- AURIGA : développement d'un viseur d'étoiles aux performances réduites et avec un facteur coût divisé par 100 ;
- ECUME. Le projet a été abandonné ;
- MOGELITE : développement et qualification des principaux modules embarqués.

Comparativement aux autres volets, peu de consultations ont pu être menées avec les parties prenantes. Les informations disponibles au sujet de ce volet sont plus limitées.

*L'AAP Constellation est tombé à point nommé pour répondre aux besoins et opportunité du moment, notamment pour One Web qui commençait à sécuriser son financement sur un certain nombre de satellites. Il était nécessaire d'accompagner la montée en cadence des processus industriels.*

#### 7.3.5 Booster

Issus d'une action du COSPACE, les « Boosters » sont des initiatives régionales, portées par pôles de compétitivité, visant à identifier et accompagner des projets de services numériques



innovants utilisant des données spatiales, seules ou combinées à d'autres types de données. Il existe actuellement sept « Boosters ».

Tableau 7 Liste des « boosters »

Booster	Pôle porteur	Région	Labélisation	Thématique
CENTAura	Imaginove	Auvergne-Rhône-Alpes	2018	Connaissance et Préservation (de l'Ecosystème Naturel) Territoire et Aménagement
Morespace	Pôle mer Bretagne Atlantique	Bretagne Pays de la Loire	2016	Mer
Morpho	Développement Guyane Innovation	Guyane	2018	Valorisation des ressources naturelles Télé-applications
NOVA	Aerospace Valley	Nouvelle Aquitaine Occitanie	2016	Energie Smart City Agriculture Pays du Sud Croissance bleue Maîtrise de l'espace de vie
Rhinespace	Véhicule du Futur	Grand-Est	2018	Mobilités innovantes Eau Energie et infrastructures
Seine Espace	ASTech	Île-de-France Normandie	2016	Pollution atmosphérique et santé Climat (réduction, vérification, adaptation) Agrométéorologie, hydrologie Météorologie de l'espace Mobilité, transport, géolocalisation Télécommunications
Space4Earth	SAFE	PACA	2016	Risques naturels et industriels Energie Sécurité dont sécurité maritime Applications marines Smart Cities et services mobiles Santé

Le but des boosters est de favoriser la fertilisation croisée, en contribuant à la création d'écosystèmes favorables, à la détection de projets innovants et à l'accompagnement des entreprises à toutes les étapes de développement des nouvelles solutions.

Pour soutenir les boosters, il a été décidé la mise en place d'un appel à projets PIAVE thématique, s'adressant aux produits ou services valorisant les informations issues du spatial.

L'appel à projets visait deux catégories de projets :

- Les projets d'accompagnement d'une entreprise unique, pour l'émergence du futur/produit service (prototypage, démonstration). Le budget du projet doit être au minimum 200 000 euros, avec une aide mobilisable maximum de 200 000 euros en subventions (taux d'aide entre 25 et 45% selon la taille de l'entreprise) ;

- Les projets de développement d'une entreprise unique ou d'un consortium, pour le passage de la phase de démonstration à la phase opérationnelle. Le budget du projet doit être au minimum 1,5 millions d'euros, avec une aide mobilisable non capée en subventions et avances remboursables (taux d'aide entre 20 et 45% selon la taille de l'entreprise et la finalité).

L'appel à projet a été ouvert de février 2016 jusqu'à mars 2017, avec deux relevés intermédiaires. Les projets labellisés par les Boosters étaient automatiquement auditionnés.

*Tableau 8 Résultat de l'AAP Booster*

Relevé	Projets reçus	Projets instruits	Projets retenus
1 <sup>er</sup> relevé intermédiaire	11	6	Accompagnement : Biocast, ECO2TRACK, Hydroportal 3D, Oenoview, Simple, TRA-MODATMO (finalement abandonné) Développement : N/A
2 <sup>ème</sup> relevé intermédiaire	9	5	Accompagnement : VTEOVEW2, ALGOMAP, ALMACEN2, URBANVIEW Développement : EarthCube
Relevé final	14	7	Accompagnement : Bmap-SAT, DACRO, DIGISPACE, e-SPACE MONITORING, IRIS SAT, SEA-TAGS PRO Développement : Geoflex
Total	34	18	Accompagnement : 16 (dont un abandonné) Développement : 2

Globalement, les acteurs reconnaissent l'aspect structurant de l'appel à projets pour les écosystèmes régionaux. Avec des relevés réguliers, il a contribué à la création d'une dynamique et à la reconnaissance du rôle des boosters. L'existence de deux catégories de projets étaient pertinentes pour répondre aux différences de typologies d'écosystèmes et aux capacités financières des acteurs les composant. L'absence de pérennité du dispositif a cependant impacté cette dynamique. Il faut également noter un nombre limité de projets soumis à l'AAP, et notamment de projets d'envergure (développement).

Plusieurs acteurs soulignent que l'aspect non collaboratif de la phase « accompagnement » a pu limiter la participation d'acteurs sans connaissance préalable de la donnée spatiale. En effet, le financement ne permettait pas d'accompagner un acteur non familier du spatial. Par ailleurs, les enveloppes minimales, et donc les fonds propres associés, étaient adaptées pour des entreprises déjà existantes avec une certaine solidité financière, mais pas pour des start-ups en création. La mobilisation d'avances remboursables ressort également comme un frein identifié pour les projets de développement.

*L'AAP Booster a permis à la filière française d'utilisation de la donnée spatiale de mettre le pied à l'étrier.*

Les projets ont atteint ou sont en passe d'atteindre leurs objectifs, avec la mise sur le marché de nouveaux produits et services (cf. 7.2.1.2).

## 7.4 Résultats sur la maturité des technologies

### MESSAGES CLES

- Le PIA Espace est positionné sur le soutien très en amont des technologies puisqu'en moyenne, le TRL initial des technologies est à 3,6 avec une médiane à 3
- Le TRL visé est en moyenne de 7,4 avec une médiane à 8 ce qui témoigne d'une très forte ambition des projets (et donc du programme) à faire monter les technologies en TRL
- Le faible écart moyen le TRL visé et le TRL atteint de -0,7 avec une médiane à 0 est le résultat de processus mis en place par le CNES qui sont particulièrement efficaces
- Par ailleurs, les écarts sont très souvent dus au fait que les projets ne sont pas terminés et que certaines technologies n'ont pas encore été qualifiées mais tout montre qu'elles le seront à l'avenir

Tableau 9 Échelle des TRL

TRL	Définition	Description
1	Principes de base observés et décrits	Plus bas niveau de maturité technologique. La recherche scientifique commence à être traduite en une recherche et développement (R&D) appliquée. Les exemples peuvent inclure des études papier portant sur les propriétés de base d'une technologie.
2	Concept technologique et/ou application formulés	L'invention commence. Les principes de base ayant été observés, des applications peuvent être envisagées. Elles sont spéculatives et il n'existe pas de preuve ou d'analyse détaillée pour étayer les hypothèses. Les exemples sont limités à des études analytiques.
3	Preuve analytique ou expérimentale des principales fonctions et/ou caractéristiques du concept	Une R&D active est initiée. Elle comprend des études analytiques, et des études en laboratoire destinées à valider physiquement les prédictions analytiques faites pour les différents éléments de la technologie. Les exemples impliquent des composants non encore intégrés ou représentatifs.
4	Validation de composants et/ou de maquettes en laboratoire	Des composants technologiques de base sont intégrés de façon à vérifier leur aptitude à fonctionner ensemble. La représentativité est relativement faible si l'on se réfère au système final. Les exemples incluent l'intégration en laboratoire d'éléments <i>ad hoc</i> .
5	Validation de composants et/ou de maquettes en environnement représentatif	La représentativité de la maquette technologique augmente significativement. Les composants technologiques de base sont intégrés à des éléments supports raisonnablement réalistes, de façon à être testés en environnement simulé. Les exemples incluent l'intégration hautement représentative de composants en laboratoire.
6	Démonstration d'un prototype ou d'un modèle de système/ sous-système dans un environnement représentatif	Un modèle représentatif ou un système prototype, allant bien au-delà de celui du TRL 5, est testé dans un environnement représentatif. Cela représente une étape majeure dans la démonstration de la maturité d'une technologie. Les exemples incluent les essais d'un prototype dans un environnement de laboratoire reproduisant fidèlement des conditions réelles ou les essais dans un environnement opérationnel simulé.
7	Démonstration d'un prototype du système dans un environnement opérationnel	Prototype conforme au système opérationnel, ou très proche. Ce TRL représente un saut important par rapport au TRL 6, exigeant la démonstration d'un prototype du système réel dans son environnement opérationnel (par exemple dans un avion, dans un véhicule, dans l'espace).
8	Système réel achevé et qualifié par des tests et des démonstrations	La preuve est faite que la technologie fonctionne dans sa forme finale, et dans les conditions d'emploi prévues. Dans la plupart des cas, ce niveau de TRL marque la fin du développement du système réel.

9

Système réel qualifié par des missions opérationnelles réussies

Application réelle de la technologie sous sa forme finale et dans des conditions de missions telles que celles rencontrées lors des tests et évaluations opérationnels. Les exemples incluent l'utilisation du système dans des conditions de mission opérationnelle.

Source : DGA

Les TRL initiaux, visés et finals des technologies développées dans le cadre des projets financés sont inférés via l'enquête auprès des bénéficiaires des financements et des chefs de projet CNES. Plus précisément, nous mobilisons les réponses de 30 répondants qui ont indiqué *a minima* un TRL initial, un TRL final et le nom de la technologie concernée. Au total, les 30 répondants ont identifié 51 technologies. Les réponses apportées par les chefs de projet CNES ne sont pas présentées dans le tableau mais ont été confrontées aux réponses des industriels. La proximité de leurs réponses avec celles des industriels permet de valider la robustesse des réponses collectées lors de l'enquête auprès des bénéficiaires (à l'exception des projets PIAVE qui démontrent une moindre maîtrise de l'échelle TRL)<sup>13</sup>.

Il convient de noter que les résultats sont déclaratifs. Certains répondants pour des projets encore en cours ont parfois indiqué le TRL actuel tandis que d'autres ont mentionné le TRL fortement prévisible à l'issue du projet. Ces commentaires ne remettent pas en cause la robustesse des conclusions qui sont faites mais soulignent qu'elles sont pertinentes au niveau de l'ensemble des projets mais pas forcément complètement en lien avec la réalité au niveau de chacun des projets.

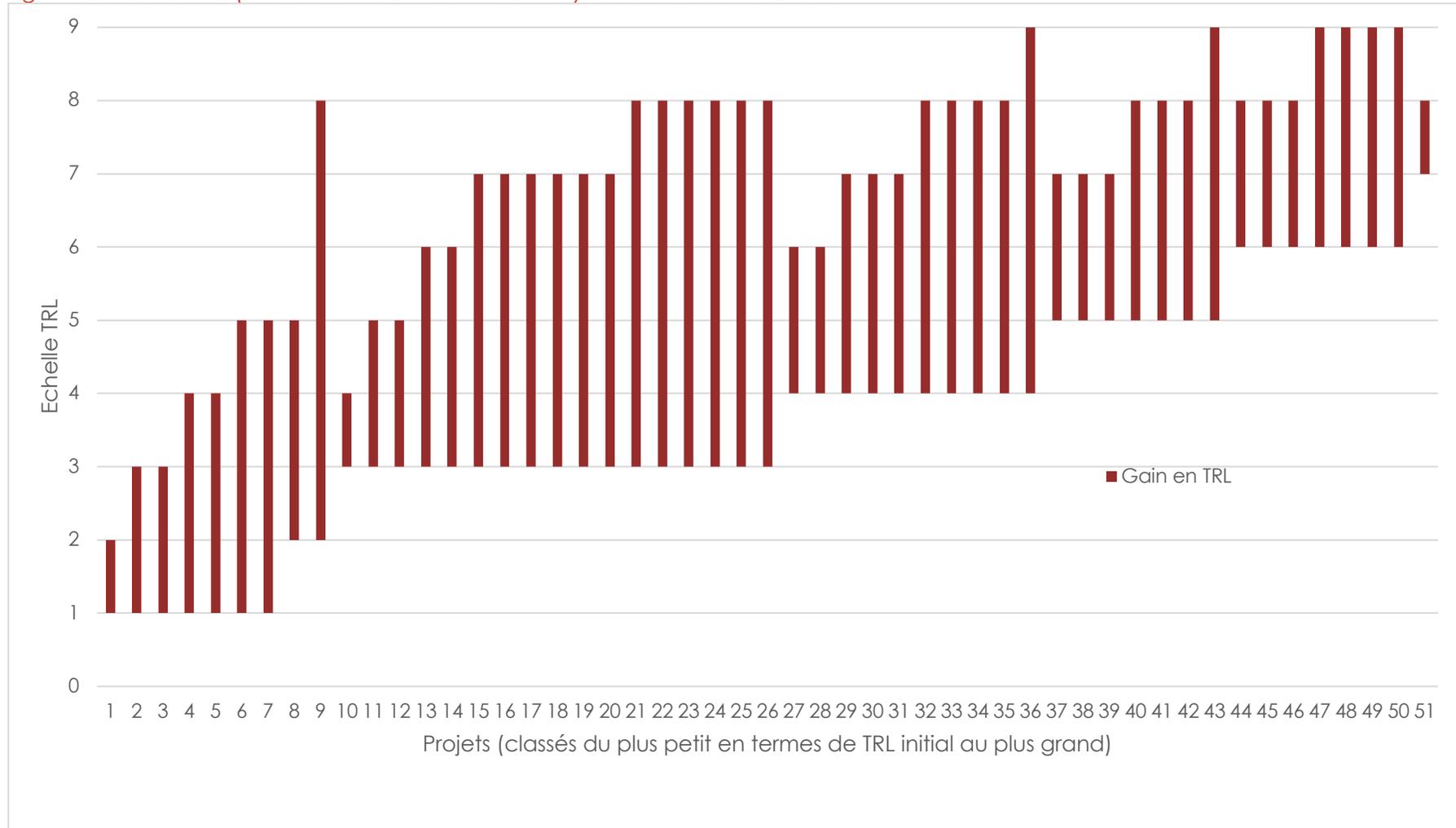
En moyenne, le TRL initial est à 3,6 avec une médiane à 3, ce qui montre un positionnement du programme sur des technologies en phase amont. Le TRL visé est en moyenne de 7,4 avec une médiane à 8 ce qui témoigne d'une très forte ambition des projets (et donc du programme) à faire monter les technologies en TRL.

Les projets ont effectivement permis un gain de TRL de 3,2 (avec un gain de 3 pour au moins la moitié des projets). Les projets ont en moyenne atteint un TRL de 6,9 avec une médiane à 7. Ces deux points illustrent la capacité des projets à être en capacité de faire progresser les technologies en TRL. On note un écart moyen entre le TRL visé et le TRL atteint de -0,7 avec une médiane à 0, ce qui démontre l'efficacité des processus mis en place par le CNES pour atteindre les résultats visés par les projets.

La figure ci-dessous permet de visualiser les gains des projets en termes de TRL en fonction du TRL initial.

<sup>13</sup> Pour être complet, pour un projet, un écart important sur le TRL final entre la réponse de l'industriel et celle du chef de projet CNES a donné lieu à un échange téléphonique avec le chef de projet CNES. L'écart résulte d'une approche plus prudentielle de l'industriel qui a indiqué le TRL actuel par rapport au chef de projet qui a indiqué un TRL dans un futur très proche.

Figure 32 Gain en TRL (écart entre TRL initial et TRL final) en fonction du TRL initial



Source : enquête électronique, 30 répondants qui ont indiqué *a minima* un TRL initial, un TRL final et le nom de la technologie concernée. Au total, les 30 répondants ont identifié 51 technologies.



Une analyse au niveau des technologies montre les points suivants :

- « Seulement » 5 technologies ont atteint un TRL 9 alors qu'elles étaient 20 à le viser. Les 15 technologies qui n'ont pas atteint encore ce niveau sont au niveau 8 pour 7 d'entre elles, au niveau 7 pour 7 autres et au niveau 5 pour la dernière.

Notons cependant que les répondants ont souvent considéré que le niveau 9 n'avait pas encore été atteint parce que le lancement effectif dans l'espace n'avait pas été réalisé c'est-à-dire pour reprendre la terminologie de l'échelle TRL (présentée dans le Tableau 9 ci-dessus) que « l'utilisation du système dans des conditions de mission opérationnelle n'avait pas été réalisée ».

- Concernant la technologie qui présente un écart de 4, il n'est pas lié à un problème majeur mais résulte de l'ajout tardif d'une sous-technologie dans le système global qui est effectivement à 5, sachant que le système global a été déjà vendu deux fois et qu'il va voler sur deux satellites en 2020 ;
- Au final pour les 20 technologies qui visaient un TRL 9, le résultat mesuré lors de cette évaluation est égal ou proche de ce qui était visé et il est raisonnable de penser qu'il le sera à l'avenir ;
- Les six projets qui visaient un TRL 8 l'ont atteint et les cinq projets qui visaient un TRL 7 l'ont atteint ;
- Les écarts entre le TRL atteint par rapport au TRL visé supérieurs à 2 concernent uniquement des projets (8) qui ont réalisé un gain minimal de 2 niveaux de TRL. Pour 7 d'entre eux, le TRL final est de 7 pour un projet qui a TRL final de 5 (correspondant au projet déjà mentionné qui a un écart de 4).

## 7.5 Retour financier du programme pour l'État

### MESSAGES CLES

- Des schémas de redevances pour un retour financier à l'État ont été prévus pour trois industriels dans le cadre de quatre projets soutenus par le PIA et opérés par le CNES. Un projet supplémentaire sans mention de redevances dans la DPM en fait cependant l'objet
- A ce stade, il n'y a pas de retour financier, sauf pour ce projet supplémentaire (24 500 euros en 2018). Le rythme de commercialisation, s'il continue, devrait néanmoins permettre l'activation des mécanismes de redevances pour ces trois industriels
- Il n'est pas possible d'estimer à ce stade la volumétrie associée au retour financier autrement qu'avec des hypothèses, qui montrent un retour d'ici 2030 de l'ordre de 5 millions d'euros
- En outre, 6 projets opérés par Bpifrance (dont 1 abandonné) font l'objet d'avances remboursables pour 13 entreprises, pour un montant total de retour possible de 14,7 millions d'euros

Les retours financiers pour l'État sont prévus dans la Convention État-CNES, notamment sous la forme de redevances sur chiffre d'affaires, acquittées par les bénéficiaires finaux des fonds. Dans les décisions Premier Ministre, plusieurs projets sont conditionnés à la mise en place d'un schéma de redevances par les industriels à partir d'un certain palier ou, dans certains cas, dès la première vente. Les retours financiers sont collectés par le CNES mais reviennent dans les caisses de l'État à 98%, les 2% restants étant conservés par le CNES au titre de son incitation à organiser ce retour financier.

D'après la base des flux financiers du CNES à fin 2018, un seul projet a pour l'instant généré un retour financier, pour 24 500 euros en 2018. Bien que cela ne soit pas mentionné dans la Décision Premier Ministre, le CNES en a en effet recherché également pour ce projet. Même si le montant est assez faible, il faut néanmoins souligner la mise en œuvre de ce schéma de redevances.

Du fait du temps long de l'industrie spatiale, aucun des quatre projets concernés par les redevances dans les DPM n'a encore généré de retour financier. Le Tableau 6 présente les résultats obtenus par les différents projets à la date du premier semestre 2019. Au vu de ces résultats et des prospectus en cours, les industriels interrogés sont confiants sur l'activation des schémas de redevances pour plusieurs projets. S'il continue, le rythme de commercialisation par les industriels des produits développés devrait en effet permettre de générer des retours dans le futur.

A ce stade, il n'est néanmoins pas possible d'estimer l'ordre de grandeur du retour financier autrement que par le biais d'hypothèses. A titre illustratif, nous avons réalisé une telle estimation par industriel et par projet, en nous basant à la fois sur la tendance des ventes actuelles et sur les déclarations des industriels. La modélisation fait ressortir un montant de redevances d'environ 5,5 millions d'euros d'ici 2030, à mettre en regard d'un montant reçu du PIA par les industriels de 84 millions d'euros sur ces quatre projets. Il est important de noter que l'année 2030 ne constitue pas la fin des périodes de redevance.

Par ailleurs, la Cour des Comptes dans son rapport de 2015 de vérifier les déclarations des industriels au moyen d'audit des comptes. Nous n'avons pas d'éléments permettant d'affirmer ou d'infirmer la mise en place de telles procédures dans les contrats entre le CNES et les industriels.

Pour les projets opérés par Bpifrance, six projets font l'objet d'avances remboursables. Cela concerne 13 entreprises, pour un total de 16,8 millions d'euros (14,7 millions d'euros en prenant en compte l'abandon d'ECUME). Ce montant est à mettre en regard des 38,6 millions d'euros opérés par Bpifrance. Parmi ces 13 entreprises, deux sont également concernées par le versement de redevances dans le cadre des projets opérés par le CNES.

## 8 Conclusions des effets et résultats du programme et des projets sur les différentes parties prenantes

---

### 8.1 Effets et résultats pour les bénéficiaires des financements

#### MESSAGES CLES

---

- Les deux principaux résultats des projets correspondent à la progression TRL des technologies qui sont développées et aux produits qui en découlent
- Les projets « délivrent » en lien avec les attentes, mais pas au-delà de ce que font les projets traditionnels du CNES

Le premier effet du PIA Espace est évidemment d'apporter des financements additionnels aux acteurs impliqués dans les projets.

L'évaluation montre que les projets ont permis une progression en TRL des technologies qui sont en lien avec les attentes initiales. Les informations apportées par l'enquête montrent que le PIA Espace n'a pas apportée de valeur ajoutée spécifique par rapport à d'autres financements. Cela va dans le sens des arguments selon lesquels le PIA ne se distingue pas des projets conduits par le CNES dans le cadre de ses activités traditionnelles.

### 8.2 Effets et résultats pour le secteur spatial français

#### MESSAGES CLES

---

- Le PIA Espace a fait de gros efforts pour identifier et impliquer des PME qui n'étaient pas nécessairement des acteurs avec qui les donneurs d'ordre travaillaient déjà. Le résultat n'est pas nécessairement à la hauteur des ambitions mais cela résulte davantage de la structure industrielle de la filière de l'espace que d'un échec de la stratégie ou de la mise en œuvre
- Le PIA Espace visait également à la structuration de la filière. Rien ne permet d'affirmer que le PIA Espace y soit parvenu de manière générale. Une analyse au niveau des filières montre le PIA Espace est crédité de la structuration de la filière du développement d'une nouvelle génération de satellites très haut-débit dédiées à l'accès Internet

La problématique est double :

- le PIA Espace a-t-il permis de structurer le secteur ou de renforcer la structuration du secteur ?
- le PIA Espace a-t-il permis de générer des changements structurels au sein du secteur ?

#### 8.2.1 Structuration du secteur

Il est difficile de mesurer les effets sur la structuration du secteur pour plusieurs raisons. Le secteur spatial est un secteur particulièrement concentré où les barrières à l'entrée sont très élevées (dues entre autres à l'intensité capitalistique, à la qualification des technologies qui est complexe et coûteuse, à un « time-to-market » particulièrement long). Aussi, s'il faut mesurer la structuration du secteur par la capacité à faire travailler les acteurs entre eux, on bute sur le fait que les acteurs se connaissent déjà et travaillent déjà ensemble. S'il faut l'appréhender par la capacité à fédérer de nouveaux acteurs et de nouvelles compétences, on se retrouve face à une chaîne de valeur où les compétences sont déjà identifiées et où il est difficile pour de nouveaux acteurs de venir bousculer les grands équilibres industriels.

Cette affirmation est moins vraie pour le développement d'une nouvelle génération de satellites très haut-débit dédiées à l'accès Internet parce qu'il s'agit d'une filière nouvelle et

très innovante où les entrées et sorties d'acteurs sont encore possibles. Les répondants à l'enquête créditent le PIA Espace d'une action de structuration.

De ce point de vue, la volonté de l'État d'ouvrir le PIA Espace aux PME s'est avérée très ambitieuse et démontrait un souhait d'accompagner le secteur au-delà des grands donneurs d'ordre et équipementiers. La question a été portée par le CNES qui a cherché à intégrer des PME qui n'étaient pas nécessairement dans le périmètre de ces gros acteurs.

Le suivi des projets par le CNES témoigne de cette volonté de travailler avec des PME puisque des listes exhaustives de PME impliquées dans les projets nous ont été fournies.

L'ambition a aussi et surtout portée sur la valorisation des données du spatial par des PME voire des TPE (et notamment des start-ups). Les pôles de compétitivité ont pu aider à faire du *sourcing* de PME dans le cadre des BOOSTER, mais aussi de certains autres projets financés par le PIA (ex. : Satellite du Futur, MyriadeS Évolution).

Finalement, l'ambition de soutenir des PME était manifeste au niveau stratégique et retranscrite en objectifs au niveau opérationnel. Pour les projets de R&D, le maximum a été fait pour y arriver avec des instructions données aux donneurs d'ordre pour travailler avec des PME mais le résultat est mitigé en raison des barrières à l'entrée mentionnées plus haut.

Concernant la structuration du secteur, le même constat s'applique : le PIA Espace a inscrit ce point dans sa stratégie et l'a décliné en actions opérationnelles, mais il n'y a pas d'éléments forts permettant d'affirmer que l'objectif ait été atteint.

### 8.2.2 Changements structurels

Clairement, le PIA Espace n'a pas généré de changements structurels. Il a été indiqué que le PIA Espace n'a pas correspondu à une compensation de la baisse des financements versés dans le cadre des programmes 191 et 193. Il s'est agi de financements supplémentaires. Pour autant, nous avons montré que les projets qui ont été financés n'avaient pas vocation à générer des effets de long terme puisque le PIA a principalement été mobilisé pour permettre aux acteurs français de se positionner en urgence sur les satellites et à la préparation d'Ariane 6.

Plusieurs acteurs interrogés reconnaissent volontiers que le PIA Espace a manqué de vision de long terme et a financé des projets qui avaient déjà été identifiés. Pour cette raison, les projets financés n'étaient pas des projets de rupture susceptibles de modifier profondément le secteur spatial français.

*Comme nous, les industriels, étions en souffrance au moment de l'arrivée du PIA Espace, on a voulu boucher les trous. On avait besoin d'aller vite sur le marché. On a sans doute manqué d'anticipation et de vision à plus long terme.*

*Le PIA ne devrait pas aller sur des projets qui sont déjà sur les rails, ce n'est pas ce qui est attendu d'un tel.*

## 8.3 Effets et résultats pour le CNES

### MESSAGES CLES

---

- Le PIA Espace a permis au CNES de soutenir des projets sur une thématique, les satellites, qui n'avait pas été classée suffisamment haut dans la liste des priorités pour l'être avec les dotations de l'État. Cela signifie que le PIA a permis au CNES d'élargir le périmètre de son soutien au secteur.
- Au-delà des financements, le PIA Espace a permis une plus grande prise en compte par le CNES des effets et impacts économiques des projets.



Le CNES et les acteurs industriels convergent pour indiquer que le PIA Espace a modifié l'approche du CNES vis-à-vis des projets qu'il finance.

Le président du CNES, en 2015, dans sa réponse au rapport de la Cour des Comptes sur le PIA<sup>14</sup>, indiquait :

*Le CNES veille à ce que les projets qu'il propose s'inscrivent dans des contextes de recherche et d'innovation et soient porteurs d'une rentabilité pour l'État ou de bénéfices socio-économiques pour la collectivité. C'est bien dans cet esprit que les projets financés dans le cadre des PIA1 et 2 ont été élaborés et que le CNES continuera de travailler dans le futur. Au-delà des financements apportés par le PIA, je souhaite souligner que le CNES s'inscrit également, en relation avec le CGI, dans une démarche volontaire d'évaluation des impacts socio-économiques des investissements qu'il conduit.*

Les entretiens valident l'effectivité de cette stratégie et sont consensuels pour indiquer que le PIA Espace a renforcé la prise en compte des effets ou impacts économiques par le CNES des projets financés. Les chargés de projet du CNES valident également ces modifications et considèrent qu'elles sont positives et leur permettent d'avoir une vision plus large des projets financés, c'est-à-dire qui vont au-delà des seuls aspects techniques.

*Le CNES regorge d'excellents experts, au point qu'il très difficile d'avoir un avis contraire au leur (ils considèrent qu'ils ont toujours raison car ils passent beaucoup de temps sur un projet). Cela dit, au moment de la mise en place du PIA, leur expertise dans le domaine économique était plutôt sous-développée. Le CNES n'avait pas une culture très forte du retour sur investissement. Par exemple, l'étude pour SWOT a permis d'identifier de nouveaux secteurs d'application.*

*Au sein du CNES, il coexistait deux visions antagonistes au moment du lancement du PIA. D'un côté, une vision du développement de la filière française. De l'autre, une vision plus naïve de l'espace, dans laquelle les résultats appartiennent à tout le monde. Pour celle-ci, la recherche doit être très amont, mais contrairement aux américains, sans aller à considérer que les industriels français doivent être privilégiés pour les retombées de cette recherche amont.*

Une autre différence majeure des projets PIA par rapport aux projets « classiques » du PIA Espace réside dans le suivi des projets. Les industriels sont assez consensuels pour souligner que les projets PIA se sont traduits par un suivi administratif et technique plus conséquent que ce que demande et fait traditionnellement le CNES.

---

<sup>14</sup> Cour des Comptes (2015), *Le Programme d'Investissements d'Avenir - Une démarche exceptionnelle, des dérives à corriger*, la Documentation Française

<https://www.ladocumentationfrancaise.fr/var/storage/rapports-publics/154000840.pdf>

## 8.4 Résultats pour l'État

### MESSAGES CLES

---

- Le PIA Espace a permis une diffusion au sein des services de l'État des connaissances en matière de technologie et de connaissance des spécificités du secteur (concentration autour de plusieurs grands donneurs d'ordre, rôle et fonctionnement des budgets de l'ESA et de la dotation française)
- Il a également permis grâce au comité de suivi des projets une forte inter-ministériarité dont rien ne permet pour autant de dire qu'elle survivra à la fin des projets soutenus par le PIA Espace

Il n'est pas certain que des effets étaient attendus de la part du PIA Espace sur les différents services de l'État (Ministères, Caisse des Dépôts et Consignations, Agence Nationale de la Recherche et SGPI).

Il a été dit qu'au lancement du PIA Espace, l'expertise technologique était surtout concentrée au CNES et chez les industriels (voire au Ministère de la Défense, impliqué dans les processus). Le SGPI s'est senti un peu dépossédé face aux propositions de projets qui lui étaient soumises d'une part et n'avait pas nécessairement l'expertise interne pour évaluer les différents projets d'autre part.

Par exemple, pour le projet SWOT, la Décision Premier Ministre rappelle que la décision s'appuie sur plusieurs documents dont :

- La convention du 5 août 2010 entre l'État et le CNES relative à l'action « espace » du programme « projets thématiques d'excellence » ;
- Le projet SWOT dont le dossier a été déposé le 1<sup>er</sup> juillet 2010 par le CNES ;
- L'évaluation du CNES du 14 janvier 2011.

La même logique s'applique au projet MyriadeS, c'est-à-dire un projet soumis par le CNES dans le cadre d'une convention entre l'État et le CNES et évalué par le CNES.

*On a fait confiance aux spécialistes du CNES pour savoir si les projets proposés étaient de bons projets même si le MESRI a aussi apporté son avis.*

L'évaluation montre une convergence des points de vue sur le fait que le PIA Espace a permis une montée en compétence de la part des acteurs impliqués dans le comité de suivi du PIA Espace.

En parallèle, grâce au PIA Espace, la culture de l'inter-ministériarité s'est développée avec des acteurs qui travaillent en confiance.

## 9 Bonnes pratiques identifiées dans d'autres programmes ou dispositifs

---

Dans le cadre de cette évaluation des projets relevant du secteur spatial financés dans le cadre du PIA, quatre pays ont été jugés pertinents :

- L'Autriche : l'*Austrian Space Applications Programme* a une politique importante de soutien d'innovation et de développement technologiques, de diffusion de la technologie spatiale dans d'autres secteurs et d'utilisation de la technologie spatiale pour d'autres applications ;
- L'Italie : l'appel ouvert à la réalisation de produits/services par les PME pour COSMO-SkyMed (CSG) en 2011 et les appels ouverts suivants (2015 et 2016) ont été choisis pour leurs applications de données spatiales par les PME et les scientifiques ;
- Le Luxembourg : la *Luxembourg Space Agency* a une forte politique de soutien aux entreprises (ressources financières, locaux, ressources de recherche, réseau international de contacts), et de développement de données ;
- Le Royaume-Uni : le *Satellite Applications Catapult* mène des activités d'accélération commerciales, des activités en réseau et propose des espaces de travail collaboratifs.

Le tableau ci-dessous présente les principales caractéristiques des quatre organismes évalués. Une présentation détaillée des programmes se trouve en **Erreur ! Source du renvoi introuvable..**

Tableau 10 Principales caractéristiques et résultats des programmes ayant fait l'objet d'un benchmark

	<b>Austrian Space Applications Programme</b>	<b>Appel à projets ASI ouvert aux PME pour l'utilisation des données COSMO-SkyMed</b>	<b>Agence spatiale luxembourgeoise</b>	<b>Catapult pour applications satellites</b>
Principaux objectifs	<p>Accroissement de la compétitivité de la filière</p> <p>Transfert de connaissances et commercialisation de nouveaux produits</p> <p>Augmentation de l'utilisation des données satellites</p> <p>Implication de nouveaux acteurs (y compris coopération internationale)</p>	<p>Soutenir l'exploitation des données satellitaires CSK, dans le domaine civil, à la fois pour l'amélioration de solutions existants et le développement de solutions innovantes, y compris avec d'autres sources de données</p> <p>Améliorer les compétences dans l'utilisation des données satellitaires</p>	<p>Soutien à la croissance de la filière par le développement de cadre juridique et le soutien à la R&amp;D</p> <p>Rassemblement de l'ensemble des parties prenantes liées à l'activité spatiale</p>	<p>Accompagnement au développement de concepts (produits et services) jusqu'à leur commercialisation, afin d'accompagner la croissance de la filière spatiale</p>
Cibles visées	<p>Projets de R&amp;D collaboratifs</p> <p>Études de faisabilité</p> <p>Projets de recherche industrielle</p> <p>Projet de recherche fondamentale</p>	<p>Projets d'accès aux données CSK (développement ou amélioration de produits existants)</p>	<p>Multiplés : projets de R&amp;D, start-ups, entreprises établies...</p>	<p>Multiplés</p>
Services délivrés	<p>Financement (<i>bottom-up</i>)</p> <p>Animation, diffusion des connaissances</p>	<p>Mise à disposition de données (et archives), jusqu'à 100 scènes sur une zone géographique et une période spécifique</p>	<p>Développement d'une offre de formation</p> <p>Mise en place d'un système centralisé d'offres d'emplois dans le secteur pour attirer les talents</p> <p>Amorçage et soutien à une offre en capital risque</p> <p>Développement d'un centre de données</p> <p>Élaboration de partenariats pour la fourniture de données aux entreprises en émergence</p> <p>Soutien au développement économique des entreprises du secteur</p>	<p>Soutien à l'innovation entre TRL 3 et 8</p> <p>Stimulation de la demande</p> <p>Accès à des équipements techniques (y compris satellite en orbite) et à de l'expertise</p> <p>Accès à des données satellitaires</p> <p>Conseil pour le développement</p> <p>Fonds de capital risque</p> <p>Promotion et diffusion de connaissances</p>
Types d'acteurs impliqués	<p>Industriels, institutions et centres de recherche</p>	<p>Communautés industrielles (PME) et scientifiques</p>	<p>Étudiants et grand public</p> <p>Entreprises (dont investisseurs)</p> <p>Institutions de recherche</p>	<p>Industriels, institutions et centres de recherche</p>



	<b>Austrian Space Applications Programme</b>	<b>Appel à projets ASI ouvert aux PME pour l'utilisation des données COSMO-SkyMed</b>	<b>Agence spatiale luxembourgeoise</b>	<b>Catapult pour applications satellites</b>
Principaux résultats obtenus	15 AAP lancés en 17 ans 600 projets soutenus (95 millions d'euros)	2 AAP : <10 propositions reçues pour celui à destination des PME, ~75 pour celui à destination des scientifiques (~50% d'Italie)	Création du Fonds spatial luxembourgeois (100 millions d'euros) pour investir dans des start-up technologiques (prise de participation de 30-40% sur fonds publics)  Loi sur la propriété des ressources spatiales (positionnement amont sur l'exploitation minière des astéroïdes)	60 millions de livres (sans financement direct) de soutien public depuis 2013  Collaboration avec plus de 3 500 organisations, plus de 200 projets
Principales leçons tirées	Augmentation au fil du temps des demandes et de la part « secteur aval » Diversification des projets, augmentation de la concurrence à budget constant : plus forte sélectivité Nécessité de taux de financement élevés	Développements de nouveaux services de la part d'entreprises issues d'autres secteurs. Concentration sur l'exploitation de techniques interférométriques appliquées à la détection et à la surveillance des déformations et des mouvements lents du terrain Faible participation liée à l'absence de financement et à des collaborations déjà existantes	Création en 2018, peu de résultats à ce stade Consultation des parties prenantes pour la création de cursus universitaires adaptés	Positionnement sur 4 marchés prioritaires (transport, économie bleue, vie durable et services gouvernementaux) Vente de prestations permettant (presque) de s'affranchir de financements publics Création d'un écosystème



Les programmes étudiés portent sur une diversité de cibles, de projets mais aussi de temporalité. Ils ne ressemblent pas au PIA français, ou uniquement sur de petits segments, notamment pour l'utilisation de données. Ils ont cependant tous pour objectif le développement de la compétitivité du secteur spatial national. Certains font du financement direct, avec un taux important de subvention, quand d'autres ne permettent « que » l'accès à des données de manière gratuite, ou à des services subventionnés mais payants. Il n'a pas été identifié d'équivalent au PIA dans d'autres pays européens.

Plusieurs éléments d'intérêt ressortent de ces études de cas :

- La nécessité de mobiliser des montants de financement importants, directement ou indirectement, apparaît comme une condition de succès au développement de la filière ou de l'un de ses sous-segments ;
- Le financement de projets de R&D est nécessaire, mais pas suffisant : il est essentiel d'accompagner les acteurs pour répondre à leurs autres enjeux, notamment les PME. Cela peut comprendre la sensibilisation, la recherche de financements, le développement de formation ou l'accès à des équipements ;
- L'association de l'ensemble des parties prenantes, au travers éventuellement d'une unique porte d'entrée, permet la prise en compte de l'ensemble des enjeux associés à la filière spatiale ;
- La sollicitation financière des entreprises pour le recours à certains services peut permettre de s'affranchir, au moins partiellement, du financement public ;
- Une réflexion amont sur la priorisation des secteurs stratégiques évite un saupoudrage des ressources sur un ensemble de segments.

Au-delà du PIA, certaines de ces bonnes pratiques semblent déjà avoir été mise en œuvre par le CNES. En effet, il existe déjà une interface industrie / institution (COSPACE), qui vise pour partie à soutenir la structuration du secteur. Le CNES a également mis en place un fonds d'investissement.

## 10 Conclusions sur le programme

---

### 10.1 Sur la pertinence du programme

#### **RAPPEL DES QUESTIONS POSEES**

---

- Dans quelle mesure les enjeux ont-ils bien été identifiés ?
- Dans quelle mesure les objectifs permettent-ils de répondre aux enjeux identifiés ?
- Dans quelle mesure le PIA Espace s'est-il adapté à d'éventuels changements du contexte ?

L'intervention du PIA a été réalisée au cours d'une période de grandes évolutions sur tous les plans du secteur spatial et d'accroissement des activités spatiales aux niveaux domestiques et communautaires, aussi bien sur fonds publics que privés. Numérisation, miniaturisation, lanceur réutilisable, constellations de satellites, propulsion électrique, diversification des champs applicatifs... sont autant de facteurs impactant significativement la conduite « traditionnelle » des activités spatiales. En addition à ces défis technologiques, l'émergence de nouveaux acteurs fait peser des risques importants sur le maintien de la compétitivité des industriels français et sur le maintien de l'activité industrielle en France.

Au moment du lancement du PIA1, l'industrie spatiale française se trouvait à un tournant crucial. Du fait de ressources limitées et d'un mode de fonctionnement basé sur des engagements pluriannuels au travers du PMT, le secteur spatial français se trouvait en difficulté pour mener des activités de recherche sur des sujets émergents, en grande partie déjà identifiés. Malgré la sollicitation directe des industriels, peu de projets supplémentaires ont en effet été identifiés, si ce n'est sur le volet de la propulsion électrique. A ce titre, la position du CNES comme responsable de la mise en œuvre de la politique spatiale française a permis de garantir l'identification des enjeux. L'utilisation du PIA, pour une majorité de projets, déjà identifiés a permis de répondre à la majorité des enjeux. Sur le PIAVE Booster, la rapidité de sélection et de contractualisation vise à répondre aux enjeux d'accélération des développements dans le champ de l'utilisation des données spatiales.

Pour autant, si le PIA a permis de répondre aux besoins et aux enjeux, l'absence d'une logique d'intervention écrite et formalisée de la part de l'État est notable (qui aurait montré les liens avec le PMT). Une logique d'intervention avec des objectifs de court terme et de long terme aurait permis au PIA Espace de n'être pas seulement réactif mais pro-actif et de proposer une vision de long terme pour le secteur spatial français.

En permettant le financement de projets à fort contenu innovant sur plusieurs segments, l'intervention du PIA a eu un effet d'accélération forte du développement d'innovations sur des segments d'importance. Cela a permis à l'industrie française de répondre à ces enjeux, notamment dans le domaine des satellites de télécommunication, et à préparer le court ou le moyen-terme.

Le mode de sélection des projets n'a cependant pas permis de mener des projets exploratoires sur certains sujets émergents, qui s'avèrent aujourd'hui importants. Le choix de ne pas financer ces sujets ne semble pas découler d'une stratégie programmatique, si ce n'est le choix de financer des typologies de projets n'étant pas forcément les plus pertinentes pour défricher ce type de champ. L'absence d'identification de sujets émergents a pu conduire le PIA à intervenir en réaction davantage qu'en anticipation, par exemple sur la propulsion électrique.

Le PIA a néanmoins démontré sa capacité à s'adapter aux évolutions contextuelles. Ainsi, sa mobilisation en urgence sur le volet 3 a permis de s'adapter à l'apparition du mode de propulsion électrique (PIA2). Lorsque cela était nécessaire, les projets ont également pu être réorientés, que ce soit pour en lien avec des évolutions du marché ou des difficultés technologiques (ex. : Ariane 5 UPA, PPS5000).

De ce point de vue, le PIA Espace répond partiellement à l'objectif visé par le PIA qui était, comme le rappelle le rapport de la Cour des Comptes, de « financer des investissements d'excellence dans des secteurs d'avenir, afin de préserver le potentiel de croissance à moyen et long termes de la France »<sup>15</sup>. Le PIA a sans doute permis de maintenir ce potentiel à moyen terme (voire court terme) en finançant un volet sur les satellites à un moment crucial pour les acteurs et le secteur. Pour autant, le PIA Espace ne démontre pas cette capacité sur le long terme.

## 10.2 Sur l'efficacité des interventions

### **RAPPEL DES QUESTIONS POSEES**

---

- Dans quelle mesure les projets sélectionnés ont-ils permis des augmentations de maturité des technologies développées (mesurées en TRL) ?
- Dans quelle mesure les processus mis en place pour le PIA Espace permettent-ils de sélectionner de bons projets ?
- Dans quelle mesure les projets ont-ils généré de nouveaux produits/services, des contrats commerciaux, des publications, des brevets, des contrats de licences, du CA, des emplois ?
- Quels sont les impacts environnementaux et sociétaux des projets ?

Les projets sélectionnés ont permis une augmentation significative de la maturité des technologies soutenues. L'analyse des TRL montre en effet que le PIA Espace s'est positionné sur un soutien technologique relativement amont. Pour la TRL initial, la moyenne est de 3,6 et la médiane à 3. Le niveau d'ambition du développement de ces technologies était très fort, avec une moyenne à 7,3 et une médiane à 8 pour le TRL visé, soit des technologies très proches de la commercialisation. Il existe un faible écart entre le TRL visé et le TRL atteint, qui s'explique entre autres par des projets encore en cours mais en bonne voie d'atteindre les résultats souhaités.

La sélection des projets a été réalisée principalement en s'appuyant sur les procédures du CNES et diffère des procédures habituelles du PIA. Du fait de la concentration dans le domaine spatial et de l'existence d'une stratégie concertée du secteur pour la R&T sous l'égide du CNES, la mise en place d'appels à projets n'aurait sans doute pas conduit à une sélection différente pour les grands projets. Par ailleurs, des consultations ciblées auprès des acteurs industriels n'ont permis de faire émerger qu'un nombre limité de projets. Les projets proposés résultent notamment des projets figurant parmi les priorités du programme de recherche, mais n'ayant pu bénéficier de financements de la part du PMT. Du fait de la position centrale du CNES dans la mise en œuvre de la politique spatiale, il est impliqué dans les différents aspects du programme et est en capacité de prioriser les enjeux pour permettre la sélection de projets y répondant.

L'implication du CGI/SGPI a permis de s'assurer que les projets proposés répondaient aux critères du PIA, avec des retombées pour le secteur français. Pour certains projets, des expertises ont été conduites afin de s'assurer de la pertinence des projets. Dans le domaine des lanceurs, les activités conduites ont permis le lancement du programme Ariane 6 au niveau européen, avec des retombées françaises moindre qu'escomptées du fait notamment de décisions politiques indépendantes de la qualité du projet. Dans le domaine des satellites de télécommunication, les projets soutenus ont conduit au maintien des positions françaises malgré les aléas de marché. Dans le domaine de l'observation de la

---

<sup>15</sup> page 16.



terre, les projets permettent de maintenir ou de développer des compétences pour l'ensemble de la filière française. Enfin, le soutien à la propulsion électrique permet de positionner idéalement l'industrie française sur ce nouveau segment.

Pour la partie du programme opérée par Bpifrance, les projets ont été sélectionnés au travers d'appels à projets PIAVE thématique. Le processus est éprouvé et efficace, et a permis la sélection de projets répondant aux objectifs des AAP. Au final, seul un projet a été arrêté (Écume).

La quasi-totalité des projets achevés ont permis de développer de nouvelles technologies ou de nouveaux services, et nombre de technologies sont qualifiées ou déjà en opération. Pour les maîtres d'œuvres industriels et certains équipementiers, cela génère des ventes d'équipements qui bénéficient à l'ensemble de la chaîne et contribuent à la génération de chiffre d'affaires. Une grande majorité de bénéficiaires considère que le PIA a contribué significativement à la création et au maintien d'emplois, avec un ordre de grandeur de 4 000 emplois. Une partie significative de ces emplois est liée au projet « Satellite du Futur ».

Peu d'indicateurs sont disponibles pour juger de la question des impacts sociétaux et environnementaux des projets financés par le PIA Espace, tant à l'échelle du programme que des projets. La raison d'être de certains projets est cependant clairement liée aux enjeux sociétaux et environnementaux, notamment pour le segment « satellite à fort enjeu applicatif ». Deux projets ont ainsi des visées scientifiques d'accroître les connaissances sur les cycles de l'eau ou du carbone. Un projet vise à réduire le coût d'accès à l'internet très haut débit. Sur le volet lanceur, l'objectif principal est le maintien de l'accès indépendant à l'espace, qui peut être partiellement considéré comme un impact sociétal. Par ailleurs, un indicateur d'impact visé par Ariane 6 est un bilan carbone plus faible que celui d'Ariane 5. Le passage à la propulsion électrique n'est pas dû par des raisons environnementales, mais par des raisons économiques.

### 10.3 Sur l'efficacité des interventions

#### **RAPPEL DES QUESTIONS POSEES**

---

- Dans quelle mesure les publications et les brevets déposés sont-ils à la hauteur des attentes / de qualité ?
- Dans quelle mesure les projets ont-ils généré suffisamment de nouveaux produits et services en phase d'industrialisation / mis sur le marché ?
- Dans quelle mesure les publications et les brevets déposés sont-ils à la hauteur des attentes / de qualité ?
- Dans quelle mesure les projets ont-ils généré des contrats commerciaux à la hauteur des attentes et des financements ?
- Dans quelle mesure les processus mis en place permettent-ils d'obtenir des meilleurs résultats ?
- Dans quelle mesure les projets ont-ils généré du CA en lien avec les moyens mis en œuvre ?
- Les retours sur investissement sont-ils à la hauteur des financements de l'État ?

Les projets soutenus par le PIA n'ont conduit qu'à un nombre limité de publications et de brevets. Cela résulte davantage du secteur industriel que d'une quelconque déficience du PIA. En effet, il ressort des consultations que la filière spatiale est assez peu encline à breveter, et préfère protéger son savoir-faire par le secret. Il faut cependant noter l'existence de doutes de la part de la Cour des Comptes sur la réalité des déclarations



industrielles en ce qui concerne la propriété intellectuelle. Le rapport préconise notamment :

*En matière de propriété industrielle, vérifier, à l'occasion d'audits des comptes, les déclarations des industriels servant de base au calcul des redevances pour concessions, brevets et licences ; insérer dans les contrats de maîtrise d'œuvre une clause permettant le contrôle des déclarations des industriels au moyen d'un audit des comptes dans tous les accords liés à la propriété intellectuelle, en particulier dans les accords de copropriété de brevets<sup>16</sup>.*

En ce qui concerne la génération de produits et services en phase d'industrialisation ou mis sur le marché, il est notable de constater que les projets atteignent globalement leurs objectifs technologiques. L'atteinte des objectifs industriels et commerciaux est à ce stade moins impressionnante, mais résulte également du fait que certains projets sont toujours en cours ou récemment terminés. A l'échelle du programme, les perspectives de mise sur le marché sont bonnes, et seule une poignée d'industriels interrogés reportent un échec commercial. Il peut être considéré que le programme a atteint les résultats escomptés pour les projets terminés, et sera en mesure de le faire pour les projets encore en cours.

Il n'a pas été fixé à l'échelle du programme d'objectifs chiffrés en termes de contrats commerciaux ou de chiffre d'affaires. Au niveau des projets, des objectifs commerciaux n'ont pas toujours été fixés. Par ailleurs, le temps long de l'industrie spatiale rend à ce stade difficile toute estimation des contrats générés sur la durée de vie d'un produit, alors même que certains projets sont encore en cours. Pour quatre projets, des redevances ont néanmoins été fixées par convention en fonction des résultats industriels associés. Pour trois projets, les industriels reportent des perspectives d'atteinte des premiers paliers négociés à courte ou moyenne échéance, mais ne peuvent encore se prononcer sur les paliers supérieurs. Pour ces projets, cela indique d'une part la disponibilité des produits / services développés avec le soutien du PIA et d'autre part le succès commercial à ce stade de ces solutions, et donc l'atteinte des objectifs commerciaux. Pour le projet Ariane 5 UPA, il était visé la réalisation de deux lancements doubles supplémentaires : trois ont déjà été réalisés. Pour les projets PIAVE, les projets ont permis à la fois la mise sur le marché de nouveaux produits / services et la génération de contrats commerciaux. Par ailleurs, pour 6 projets (dont un abandonné), des avances remboursables ont été fixées avec un retour potentiel de près de 15 millions d'euros en cas de succès.

Pour certains projets, notamment d'observation de la Terre, les parties prenantes reportent la difficulté d'obtenir des résultats autrement que par le financement au travers de subventions. En effet, la taille des séries et les montants d'investissements limitent la capacité des industriels à développer seuls de nouvelles solutions. L'intervention du PIA sur de telles missions institutionnelles permet cependant de positionner idéalement les industriels sur des marchés de niche, sans possibilité de fixer des royalties.

---

<sup>16</sup> Page 7.

## 10.4 Sur les impacts des interventions obtenus au regard des objectifs initiaux

### RAPPEL DES QUESTIONS POSEES

- Dans quelle mesure les projets ont-ils généré des gains de compétitivité du secteur ?
- Dans quelle mesure les projets ont-ils permis une évolution des échanges au sein du secteur ?

Les résultats sur les gains de compétitivité de la filière sont globalement positifs et varient selon le volet considéré :

- Sur le volet « lanceur », les activités conduites ont mené au démarrage du projet Ariane 6 au niveau européen. Du fait de décisions politiques et de l'évolution du marché concurrentiel, les retombées pour la filière française sont plus limitées qu'initialement attendues. Ariane 6 devrait néanmoins conduire à des gains de compétitivité par rapport à Ariane 5 ;
- Sur le volet « satellites à fort enjeu applicatif », les gains de compétitivité sont significatifs, tant sur le segment satellites de télécommunications qu'observation de la Terre. En ce qui concerne les satellites de télécommunication, des synergies ont été créées entre acteurs industriels, afin de permettre à la filière française d'une part de garder son positionnement de leader mondial, et ce malgré le retournement du marché, et d'autre part de développer des satellites compétitifs pour l'accès très haut débit à internet. Ces gains de compétitivité se matérialisent par plusieurs contrats déjà remportés. Pour l'observation de la Terre, le PIA a permis d'améliorer la compétitivité des équipementiers français pour les plateformes d'observation de la terre, le maintien du leadership français sur l'altimétrie et son positionnement sur la mesure du carbone. Ces activités ont déjà conduit à la sélection et à l'emport de sous-ensembles et devraient contribuer à asseoir la position française sur ce segment pour des projets ultérieurs. Par ailleurs, des activités de développement du secteur aval ont également été menées pour SWOT ;
- Sur le volet « propulsion électrique », les gains de compétitivité sont également significatifs. De multiples contrats ont déjà été remportés, et les projets soutenus par le PIA ont contribué à positionner la France parmi les leaders mondiaux du satellite géostationnaire à propulsion électrique. Le projet Ariane 5 UPA a également permis des gains de compétitivité qui se traduisent par des lancements supplémentaires ;
- Sur le volet « constellation », les projets ont également permis d'améliorer la position des industriels français sur les constellations OneWeb, LEOSAT ou encore Telesat. Au travers de OneWeb, SODERN a ainsi été retenu pour la fourniture de 1 800 viseurs d'étoiles ;
- Sur le volet « valorisation des données spatiales », les projets soutenus contribuent à développer des compétences au sein des acteurs français.

En imposant un critère lié à la participation des PME, mais aussi en lançant des appels à projets PIAVE, le PIA a contribué à une meilleure intégration et au développement de PME dans le secteur spatial. Outre le lancement d'appels à projets ouverts par Bpifrance, des activités de *sourcing* ont été menées pour identifier de nouvelles entreprises. L'intégration des PME s'est néanmoins heurtée à plusieurs écueils. D'une part, le spatial est une activité hautement capitalistique, et les activités de qualification des équipements peuvent s'avérer hors d'accès pour les PME, en outre peu nombreuses. Trois des quatre projets sélectionnés sur le volet constellation comprennent d'ailleurs dans leur consortium ADS ou TAS. D'autre part, la conduite d'activités dans le cadre de l'ESA, du fait de la règle du retour géographique et de la prééminence des maîtres d'œuvre industriels français, a limité la mobilisation des PME françaises. La mise en œuvre de ce critère dans le cadre du PIA a cependant permis de faire sensiblement évoluer les pratiques parmi les grands acteurs industriels et institutionnels du secteur, y compris pour des projets non financés par le PIA.



La mise en œuvre du PIA s'est faite concomitamment avec l'installation du COSPACE en 2013 et du plan de la Nouvelle France Industrielle sur le satellite à propulsion électrique. Au sein de ses instances, des discussions concertées entre industriels, institutionnels et scientifiques structurent, entre autres, la feuille de route R&T ou la mobilisation de la filière aval. Le COSPACE a ainsi lancé les initiatives Booster en amont du lancement de l'AAP PIAVE dédié. La mise en place de ces structures a contribué à modifier les échanges au sein de la filière française.

La mise en œuvre du PIA a permis d'intégrer de manière pérenne plusieurs enseignements tirés de ce programme. Premièrement, les pratiques du CNES incluent désormais de manière systématique une évaluation socio-économique pour les projets supérieurs à 20 millions d'euros et une contre-expertise pour les projets supérieurs à 100 millions d'euros. Ensuite, le secteur aval et les finalités d'usage sont mieux prises en compte, et il existe désormais une direction en charge des applications au sein du CNES. Enfin, la mise en place et le suivi de la part de PME dans les projets du CNES permet une meilleure prise en compte de cette typologie d'entreprises. La mise en place de redevances a déjà été effectuée sur certains projets préalablement au PIA dans le cadre du programme 193, et il incertain que les pratiques évolueront à ce sujet.

## 10.5 Sur la cohérence des interventions

### **RAPPEL DES QUESTIONS POSEES**

---

- Comment le portefeuille de projets s'inscrit-il dans la politique du CNES ?
- Dans quelle mesure les projets financés sont-ils complémentaires des projets financés dans le domaine spatial par d'autres programmes/sources de financement (en particulier les programmes 191 et 193) ?
- Quelle est la valeur ajoutée du PIA par rapport à la contribution du CNES à l'ESA ?

Concernant la relation entre le PIA Espace et les dotations issues des programmes 191 et 193, l'analyse statistique des engagements a montré que le premier n'est pas venu en compensation de la baisse des secondes. Il est venu apporter des financements supplémentaires. De ce point de vue, le PIA Espace a permis au CNES de financer des projets qu'il n'aurait pas pu financer sans le faire au détriment d'autres domaines prioritaires (c'est-à-dire reprendre la liste des domaines et leur niveau de priorité respectif). Il faut néanmoins noter que les besoins sociétaux en termes à la fois de données spatiales et d'infrastructures spatiales ont augmenté, sans augmentation de la subvention pour charge de service public, conduisant de fait à une sélectivité plus forte sur le budget « traditionnel ».

Le Plan de moyen terme (PMT) définit la feuille de route du CNES et tous les projets financés dans le cadre du PIA (à l'exception de ceux opérés par Bpifrance) s'inscrivent dans ce plan qui correspond à la stratégie du CNES. De ce point de vue, le portefeuille des projets PIA est un sous-ensemble du portefeuille de tous ses projets. Dit autrement, les projets financés par le PIA Espace s'inscrivent dans la continuité des autres activités du CNES, mais le PIA a permis d'aller chercher plus loin dans la liste des projets (moins prioritaires).

Par rapport à la contribution du CNES à l'ESA, le PIA Espace a un positionnement complémentaire et apporte une plus-value considérable puisque l'ESA finance ce que les États Membres ont collectivement identifié et selon la règle du retour géographique. Les programmes nationaux en général et le PIA Espace en particulier permettent de faire avancer les acteurs français sur des technologies à des TRL bas avant que l'ESA ne prenne le relais sur des TRL plus élevés (et quand les financements deviennent plus importants). Ariane 6 est un très bon exemple de cette complémentarité qu'a su faire jouer la France en permettant aux industriels français de développer des technologies sur des TRL compris entre 1 et 3 avant que le programme ne soit repris par l'ESA. L'avance technologique prise a permis aux intégrateurs français d'arriver en position favorable même si certains entretiens

indiquent que la France a globalement mal tiré son épingle du jeu face notamment à la position italienne qui a réussi à mobiliser des PME italiennes.

Un point mis en avant plusieurs fois concerne, une fois encore, la structure industrielle française du secteur spatial organisée autour de trois grands donneurs d'ordre qui sont capables de capter les financements de l'ESA au détriment des PME françaises, en raison de la règle du retour géographique qui fait que la somme des montants captés par ces donneurs d'ordre ne laisse pas de place pour des PME. Aussi, le PIA Espace est de ce point de vue, un programme qui permet justement de soutenir aussi des PME.

## 10.6 Sur la durabilité des effets

### **RAPPEL DES QUESTIONS POSEES**

---

- Dans quelle mesure les projets financés ont-ils perduré ou vont-ils perdurer au-delà de la période de financement par le PIA Espace ? Dans quelle mesure les projets ont-ils généré des gains de compétitivité de la filière ?
- Dans quelle mesure les projets ont-ils permis une évolution des échanges au sein de la filière ?

L'intervention du PIA s'inscrit dans un secteur au temps long. Pour les projets spatiaux, il n'est en effet pas rare de rencontrer des durées de vie pouvant aller jusqu'à plusieurs décennies. Les projets financés par le PIA s'inscrivent durablement dans les portefeuilles des acteurs industriels. En permettant le développement à la fois de compétences, d'équipements et de services, le PIA a clairement permis de positionner, de maintenir ou de renforcer les filières françaises sur un nombre significatif de sujets spatiaux (lanceur, système orbitaux, propulsion électrique, traitement de données), dont les effets vont continuer à se manifester à l'issue de la période de financement.

L'arrêt du PIA interroge néanmoins sur la capacité des acteurs à continuer à financer des activités de développement technologique. En effet, depuis dix ans, il a constitué une part significative des efforts nationaux, alors même qu'il y a une forte diversification des activités liées au spatial. Le non-remplacement de cette source de financement pourrait avoir des conséquences à la fois sur le nombre de projets menés par le CNES, mais aussi sur les projets que la France sera en mesure d'apporter à l'ESA. Ainsi, le PIA a contribué à la dynamique régionale des boosters, mais a également impacté négativement leur structuration à l'issue de la fermeture de l'AAP PIAVE, qui n'a été que partiellement comblée par d'autres instruments (Concours d'innovation).

Il est attendu que les effets du PIA Espace soient durables, notamment sur le plan commercial. Néanmoins, il est important de noter qu'ils dépendent d'éléments externes, et notamment de la stratégie des acteurs industriels. En l'absence de financements publics complémentaires, les effets sur le développement technologique ultérieur sont plus incertains.

## 11 Points forts et points d'amélioration du programme

Nos investigations rendent possible l'identification d'un certain nombre de points forts et de points d'amélioration du programme.

Tableau 11 Points forts et points faibles du PIA Espace

Points forts	Points faibles
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Financements additionnels pour financer des projets cruciaux pour le secteur spatial français</li> <li>• Coïncidence heureuse entre les besoins de la filière et l'intervention de l'État au moment de l'arrivée du PIA</li> <li>• Capacité de mobilisation des acteurs industriels</li> <li>• Capacité à sortir rapidement des projets (grâce au PMT qui a permis un pré-fléchage des projets)</li> <li>• Coopération entre les acteurs de l'État</li> <li>• Mise en place de retours financiers (réalistes) sur certains projets</li> <li>• Positionnement des projets par rapport à l'ESA ou à la politique étrangère (outil diplomatique)</li> <li>• Volonté du CNES de modifier ses pratiques par rapport à ses projets hors PIA</li> <li>• Niveau d'expertise du CNES et procédures éprouvées du CNES dans le montage et le suivi des projets</li> <li>• Capacité des projets à permettre une montée en TRL des technologies</li> <li>• Capacité du programme à demander en cas de besoin des études complémentaires au CNES qui se sont avérées utiles (SWOT, MicroCarb notamment)</li> <li>• Prise en compte du secteur aval</li> <li>• Identification d'indicateurs (pertinents et réalistes) de suivi sur certains projets</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manque de vision stratégique à LT</li> <li>• Omniscience du CNES, justifiée par son expertise, mais qui ne permet pas de vision contradictoire</li> <li>• Mains liées du SGPI par rapport aux projets pré-fléchés</li> <li>• Absence d'informations précises sur les financements apportés par les industriels dans les projets (due au fait qu'on est sur des commandes et non pas des subventions)</li> <li>• Sous-dimensionnement des retours financiers eu égard aux montants de financement mobilisés</li> <li>• Lobbying politique et industriel pas toujours en phase avec les objectifs du PIA (CT vs. LT)</li> <li>• Impossibilité d'apporter un financement public supérieur au montant des fonds propres</li> <li>• Impact du recours à l'ESA sur la mobilisation des PME françaises</li> <li>• Absence d'une réflexion structurée (enjeux, objectifs, moyens) pour mobiliser les PME</li> <li>• Absence d'une réflexion avancée sur la structuration de la filière</li> </ul>

Le tableau ci-dessous présente les avantages et inconvénients du PIA Espace tel qu'il a été conçu et réalisé par rapport à un scénario alternatif fictif qui aurait consisté à transférer les budgets sur la dotation du CNES.

Les deux scénarios sont neutres pour les bénéficiaires des financements et sans doute sur les réalisations des projets. Les différences portent davantage sur la coordination et la charge administrative d'une part et sur les orientations stratégiques qui auraient pu être prises.

Tableau 12 Avantages et inconvénients du PIA Espace par rapport à une augmentation de la dotation du CNES

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Absence de coûts de coordination entre les différents services de l'État</li> <li>• Moindre charge administrative pour l'évaluation des projets (puisque les processus du CNES auraient été appliqués)</li> <li>• Plus grande cohérence entre les projets sélectionnés et la stratégie du CNES</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Absence de prise en compte des effets et impacts économiques des projets (puisque le CNES a progressé sur ce point grâce au PIA Espace)</li> <li>• Moindre inter-ministériarité / coopération entre les différents services de l'État (sauf à imaginer un comité de coordination au sein du CNES qui implique les mêmes acteurs pour suivre les financements exceptionnels qui auraient été attribués au CNES)</li> <li>• Absence de contrôle par le SGPI des financements et des projets (et donc du lien entre objectifs du PIA et réalisations)</li> <li>• Moindre ambition d'orienter une partie des financements vers des PME</li> </ul>

Un autre scénario alternatif aurait pu consister à désigner un autre des opérateurs comme seul opérateur, c'est-à-dire soit Bpifrance, l'ANR ou la CDC. Cependant, ce scénario ne présente aucun avantage puisqu'aucun de ces acteurs n'a la connaissance suffisante du secteur spatial pour pouvoir mettre tout seul en place le programme.

Au final, la solution envisagée au départ apparaît la plus pertinente.

## 12 Recommandations

---

### *Recommandation 1 Produire une logique d'intervention du programme en amont de sa mise en œuvre*

L'évaluation montre que le PIA Espace n'a pas donné lieu à la production d'une logique d'intervention qui identifie et quantifie les résultats et impacts attendus et les moyens (input et output) pour y arriver. Les différents acteurs ont considéré que l'État disposait déjà d'une feuille de route pour le spatial avec le Plan de moyen terme du CNES qui tient effectivement ce rôle. Cependant, la spécificité du PIA Espace en termes de domaines soutenus, de montants financiers et de modalités d'intervention aurait dû donner lieu à une telle logique d'intervention même si des liens avec le PMT auraient été évidents.

### *Recommandation 2 Identifier des objectifs de court terme, de moyen terme et de long terme*

Le PIA Espace a permis au secteur spatial de se positionner sur un domaine qui était apparu crucial pour son avenir. L'évaluation montre que la capacité du programme à répondre à des objectifs de court terme a été un de ses points forts. Pour autant, de nombreux acteurs reconnaissent que l'intervention à court terme n'interdisait pas de soutenir des projets avec des objectifs à plus long terme. Par exemple, on aurait pu s'attendre à voir des projets identifiés ou soutenus par le Programme Pluriannuel de Recherche et Technologie (PPRT) et « accélérés » par le PIA Espace.

Cette combinaison d'objectifs à court terme et long terme permettrait de répondre aux enjeux du PIA qui est de financer des projets d'innovation disruptive.

### *Recommandation 3 Généraliser l'identification d'indicateurs chiffrés pour chaque projet et rattachables à la logique d'intervention*

Certains projets ont donné lieu à l'identification d'indicateurs de performance pertinents et réalistes (parce que le CNES est bien rodé sur ce genre d'exercice). La généralisation de ce travail en amont simplifierait le suivi et l'évaluation des projets.

### *Recommandation 4 Maintenir le rôle central du CNES tout en renforçant la place des autres acteurs*

Du côté du secteur public au sens large, le CNES concentre par construction l'expertise et les compétences en matière de spatial en France (comme cela a été indiqué plusieurs fois, le CNES « fait » la politique spatiale de la France : il participe à sa définition et la met en œuvre). Du côté du secteur privé, ses interlocuteurs sont évidemment les acteurs industriels dont le pouvoir de négociation est considérable.

Même si l'évaluation ne porte que sur le PIA Espace et qu'aucun élément ne nous permet de dire que les industriels sont trop influents, il est notable que le CNES est omniprésent et les critiques selon lesquelles le CNES et les industriels ont la main sont recevables.

Dans le cadre du PIA Espace, le comité de pilotage a permis d'acculturer les différents services de l'État ou agences. Il conviendrait, si un tel programme interministériel devait être initié, de généraliser les études complémentaires en amont des projets pour éviter d'avoir des projets proposés par le CNES dans le cadre d'une convention État-CNES et évalués par le CNES.



*Recommandation 5 Travailler avec les donneurs d'ordre et les acteurs institutionnels sur ce qui est attendu d'un renforcement de la structuration du secteur spatial*

La question de la structuration d'un secteur ou d'une filière est centrale dans le PIA. Pour autant, il n'est pas certain que les attendus soient très clairs et que la mesure de la structuration ait été clairement définie.

Il conviendrait de définir en amont (avec les acteurs de la filière et toutes les acteurs institutionnels) ce pourrait être attendu d'une telle structuration : plus de nouveaux acteurs ? Plus de gros acteurs ? Plus de petits acteurs susceptibles d'apporter des innovations dans un secteur potentiellement conservateur ? plus d'acteurs venant d'autres secteurs et capables d'apporter des innovations technologiques ? De nouveaux modèles économiques ? Le renforcement d'acteurs « intégrateurs » ? le renforcement des relations entre les acteurs de la chaîne de valeur ? Entre quels acteurs ?

En se mettant d'accord sur des objectifs précis, le programme pourrait ensuite proposer des actions cohérentes avec ces objectifs.

*Recommandation 6 Identifier précisément ce qui est attendu d'un renforcement des PME dans les projets*

L'évaluation montre que des ambitions réelles et sincères avaient été affichées par le CNES pour permettre la participation des PME au PIA Espace. Nous avons souligné que les ambitions avaient été traduites en objectifs au niveau des projets, mais le résultat en deçà des attentes et les entretiens avec les différents acteurs montrent que la bonne volonté bute sur le principe de réalité : travailler avec de nouveaux acteurs ne va pas de soi, notamment dans le secteur spatial qui est particulièrement capitalistique et a un fort penchant à la verticalisation.

Pour y remédier, en écho au point précédent, il pourrait être pertinent de conduire une étude en amont des projets pour identifier ce qui est attendu des PME que l'on souhaite intégrer dans les projets et dans le programme pour *in fine* structurer le secteur.

Nous ne nions pas la difficulté à faire se rencontrer 1) un besoin technologique d'une entreprise (plutôt une grande entreprise) et 2) une offre d'une autre entreprise (plutôt une PME ou une start-up) capable de répondre à ce besoin dans 3) le cadre d'un projet. Pour autant, se passer de ce travail ne peut que reproduire les mêmes effets que le PIA Espace par rapport à son objectif de financements allant à des PME : un échec relatif.

*Recommandation 7 Permettre un accès au programme plus large pour les acteurs non établis en création ou en émergence*

Les financements du PIAVE Espace s'inscrivent dans le régime notifié des Aides d'État de Bpifrance qui s'est avéré une barrière infranchissable pour financer des projets de start-ups n'ayant pas suffisamment de capital social.

D'autres modalités d'intervention pourraient être envisagées, comme par exemple des subventions sous *de minimis* (avec les limites de financements qui caractérise ce régime) ou des financements dans le cadre du fonds d'investissements du CNES.

## Annexe A Entretiens avec les acteurs institutionnels

---

*Tableau 13 Entretiens avec les acteurs institutionnels*

<b>Organisation</b>	<b>Position</b>
Aerospace Valley	Délégué aux affaires spatiales
ANR	Directeur DGPIE
Astech	Directrice générale adjointe responsable projets de recherche et Booster Seine Espace
Bpifrance	Directrice de l'expertise
CDC	Responsable affaires juridiques
CNRS	Directeur général délégué à l'innovation
DGA	Directeur de programme MUSIS/CSO
DGE	Chef du bureau des systèmes électroniques
ESA	Directeur général de l'ESA de 2003 à 2015
GIFAS	Directrice Affaires R&D, Espace & Environnement
MESRI	Chef du département Politique spatiale et Défense
MTESS	Expert de haut niveau Coordination de la participation du ministère au PIA
Pôle Mer Bretagne	Directeur adjoint
SAFE	Responsable des activités spatiales
SGPI	Directeur adjoint du programme Industrie
SGPI	Ex-directeur industries
Véhicule du Futur	Directeur de programmes véhicule connecté et autonome / Mobilité servicielle

## Annexe B Guides d'entretiens

Tableau 14 Guide d'entretiens avec les opérateurs ou représentants de l'Etat

Thématiques	Questions
Sur l'identification des objectifs	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comment ont été définis les objectifs du programme ?</li> <li>• Dans quelle mesure répondaient-ils aux besoins des acteurs, du secteur et de l'Etat ?</li> </ul>
Sur les objectifs	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quels étaient les objectifs poursuivis par le programme ? Comment ont-ils évolué au cours du programme ? Les objectifs étaient-ils toujours pertinents à la fin du programme compte tenu de l'évolution des marchés ?</li> <li>• Quelles étaient les cibles des AAP et pourquoi ?</li> <li>• Comment les objectifs ont-ils été traduits en AAP ?</li> </ul>
Sur les processus	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pouvez-vous décrire les processus du programme ? Par qui ont été écrits les AAP ? Comment ont été construits les processus de sélection des projets ? Qui a participé à l'évaluation des projets ?</li> <li>• En quoi vous paraissent-ils efficaces ? Perfectibles ?</li> <li>• Comment sont décidés les montants de financement en amont des AAP ?</li> <li>• Comment sont décidés les montants de financement par projet ?</li> <li>• Au-delà des conditions d'éligibilité, quelles ont été les mesures en place pour assurer que les projets sélectionnés répondaient aux objectifs poursuivis ?</li> <li>• Quel a été le rôle dans l'accompagnement des porteurs de projet en amont de la soumission (ex. PSPC) ?</li> <li>• Comment les projets sont-ils suivis ?</li> <li>• Quelles sont les modalités pour réviser/stopper un projet en cours ? Est-ce arrivé ?</li> </ul>
Sur les projets sélectionnés	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dans quelle mesure les projets sélectionnés répondaient-ils aux objectifs poursuivis ?</li> <li>• Étaient-ils à la hauteur des attentes de l'Etat ?</li> <li>• Dans quelle mesure le portefeuille de projets répond-t-il aux objectifs initiaux ?</li> </ul>
Sur les projets et les consortia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dans quelle mesure le programme atteint-il ses objectifs ?</li> <li>• En matière de développement technologique ? En matière de capacité à accroître la maturité des technologies soutenues ?</li> <li>• En matière de mises sur le marché ?</li> <li>• En matière de consortia constitués et de structuration des acteurs ?</li> <li>• En matière d'apparition de nouveaux acteurs ?</li> <li>• Quelles sont les obstacles rencontrés par les projets pour qu'ils soient effectivement transférés ?</li> <li>• Quelles mesures ont été mises en place pour passer ces obstacles ?</li> <li>• Quelles mesures auraient pu ou dû être mises en place d'après vous ?</li> </ul>
Sur la diffusion des technologies / produits / services	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comment est assurée cette diffusion ?</li> <li>• Les canaux sont-ils satisfaisants ?</li> <li>• Comment cette diffusion aurait-elle pu être plus efficace ?</li> <li>• Comment jugez-vous le travail du CNES sur ce point ?</li> <li>• Valorisation des résultats au-delà de la filière spatiale ?</li> </ul>

Tableau 15 Guide d'entretiens avec les bénéficiaires des financements (tous projets confondus)

Thématiques	Questions
Historique du projet	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pouvez-vous présenter l'historique du projet auquel vous avez participé ?</li> <li>• Quelles étaient les motivations stratégiques de votre organisation ?</li> <li>• Comment le partenariat s'est-il formé ? Quelle était la logique de la composition du partenariat ?</li> <li>• Comment le CNES ou d'autres structures ont-ils aidé à l'identification de partenaires ?</li> <li>• Existait-il des relations entre les membres du partenariat avant ce projet ?</li> <li>• Quels étaient les objectifs du projet ? Quel était le niveau de maturité du projet ? Quels types de résultats concrets étaient attendus (technologiques, industriels, économiques) ?</li> <li>• Avez-vous déjà déposé des projets du même type à d'autres programmes, si oui lesquels ?</li> <li>• Avez-vous proposé le projet à d'autres programmes ? Si oui, pourquoi et lesquels ? succès ou échec ?</li> </ul>
Résultats du projet	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quelle est votre appréciation de l'atteinte des objectifs du projet ? qu'est-ce qui explique les écarts éventuels (techniques, calendaires, financiers) ?</li> <li>• Quels ont été les principaux résultats du projet pour votre organisation ? pour les autres partenaires ?</li> <li>• Comment s'expliquent les écarts entre ces résultats et les attentes de départ ?</li> <li>• Quelle a été la stratégie de dissémination de ces résultats au sein du partenariat ? Au-delà du partenariat ? Avec quel succès ?</li> <li>• Quelle a été la valeur de la contribution de chaque participant ?</li> <li>• Un produit ou service a-t-il été développée ? Est-il commercialisé ? si oui, à qui ?</li> <li>• si non, pourquoi ? Quelles adaptations seraient nécessaires pour l'être ? (adaptations mineures ou après des développements technologiques complémentaires ?)</li> <li>• Avez-vous rencontré ou rencontrez-vous des problèmes de gestion liées à la PI ?</li> </ul>
Effets et impacts	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quels sont pour vous aujourd'hui les effets et impacts du projet ?</li> <li>• sur votre organisation ?</li> <li>• pour les autres partenaires ?</li> <li>• pour le secteur spatial ?</li> <li>• Pour d'autres secteurs ?</li> <li>• Peut-on parler d'un effet structurant du projet sur votre organisation ? Sur le secteur ? Pour quelles raisons ?</li> <li>• Quelle est pour vous la valeur ajoutée du PIA Espace par rapport à d'autres programmes dont vous avez pu bénéficier ?</li> <li>• Quels marchés visiez-vous ? Le projet a-t-il permis de les atteindre ?</li> <li>• Avez-vous déposé de la propriété industrielle suite au projet ?</li> </ul>
Suite du projet	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quelles ont été les suites mises en œuvre ou les suites envisagées pour le projet (poursuite des travaux, nouveaux projets si oui, sur le même type d'outil ou sur d'autres guichets, commercialisation, etc.) ?</li> <li>• Avez-vous de nouveau travaillé avec les partenaires du projet depuis la fin de celui-ci ? Si oui, sur quels types de projets ? Si non, pour quelles raisons ?</li> <li>• Pensez-vous faire appel aux autres dispositifs du PIA pour accompagner la mise sur le marché de votre innovation ?</li> </ul>



Processus de sélection et administration du projet (à conditionner en fonction de l'expérience du répondant)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Dans quelle mesure pensez-vous que le processus de sélection est clair, transparent et efficace ?</li><li>• Principales contraintes liées à la nature des porteurs, aux conditions et à la nature des financements, retour pour l'Etat ? Dans quelle mesure êtes-vous satisfait de l'administration du projet (contractualisation et suivi, en particulier rapidité de contractualisation, d'allocation des fonds)</li></ul>
Relations avec le PIA Espace et les opérateurs (CNES, CDC, ANR et Bpifrance)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Comment avez-vous entendu parler du PIA Espace ?</li><li>• Pourquoi avoir présenté votre projet dans le cadre du programme PIA Espace ?</li><li>• Quel a été l'apport du PIA Espace, hors aspect financier ?</li><li>• Le PIA Espace correspondait-il aux besoins de votre projet ? En termes techniques, financier ?</li></ul>
Recommandations	<ul style="list-style-type: none"><li>• Quelles recommandations avez-vous sur le PIA Espace (capacité à faire émerger des consortiums, niveau de maturité technologique, proximité avec les utilisateurs, etc.) ?</li><li>• Quelle est la VA du programme par rapport à d'autres programmes de soutien au secteur de l'espace ?</li></ul>



## Annexe C Données sur les budgets et les crédits budgétaires

Tableau 16 Évolution des engagements en faveur du PIA Espace (par volet) et des contributions du CNES aux programmes 191 et 193 (par action) (en millions d'euros)

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
<b>Contribution du CNES au programme 193</b>	<b>1 254</b>	<b>1 253</b>	<b>1 269</b>	<b>1 353</b>	<b>1 368</b>	<b>1 382</b>	<b>1 389</b>	<b>1 392</b>	<b>1 399</b>	<b>1 408</b>	<b>1 539</b>	<b>1 742</b>
dont contribution à l'ESA (transfert)	690	690	690	790	790	810	811	817	824	833	965	1 175
Action 1 - Développement de la technologie spatiale au service de la science	130	131	132	175	178	180	181	182	183	184	202	231
Action 2 - Développement de la technologie spatiale au service de l'observation de la terre	212	213	215	270	278	278	278	278	279	280	298	327
Action 3 - Développement de la technologie spatiale au service de la recherche en sciences de l'information et de la communication	140	141	141	109	114	116	117	118	118	119	134	156
Action 4 - Maîtrise de l'accès à l'espace	435	436	439	485	494	504	508	509	513	517	577	674
Action 5 - Maîtrise des technologies orbitales et de l'innovation technologique	223	224	227	219	219	220	221	221	222	223	240	268
Action 6 - Moyens généraux et d'appui à la recherche	112	108	115	95	85	84	84	84	84	84	87	87
Action 7 - Développement des satellites de météorologie	24	27	33	39	31	31	43	43	43	70	83	81
<b>Contribution du CNES au programme 191</b>	<b>165</b>	<b>165</b>	<b>162</b>	<b>162</b>	<b>159</b>	<b>159</b>	<b>159</b>	<b>159</b>	<b>153</b>	<b>153</b>	<b>153</b>	<b>150</b>



	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
<b>PIA Espace</b>			<b>28</b>	<b>375</b>	<b>0</b>	<b>138</b>	<b>92</b>	<b>61</b>	<b>0</b>	<b>64</b>	<b>-3</b>	<b>0</b>
1 - Préparer Ariane 6			28	83		138						
2 - Développement de satellites à fort enjeu applicatif				293			19	25		62		
3 - Satellites à propulsion électrique							73				-3	
4 - Constellation								34				
5 - Valorisation informations issues du domaine spatial								2		2		

Sources : Décisions Premier Ministre pour le PIA Espace, PLF pour les programmes 191 et 193



Tableau 17 Crédits budgétaires publics de R&D pour l'objectif « Exploration et exploitation de l'espace » de 2004 à 2018 (en millions d'euros)

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
<b>Union européenne</b>				3939	3978	4761	4758	5392	4601	4835	4753	4829	4451	4002	
<b>Allemagne</b>	866	844	863	903	966	1070	1086	1097	1132	1173	1190	1334	1388	1385	1518
<b>France</b>	1433	1439	1287	1268	1288	2040	1776	2173	1445	1459	1452	1492	828	620	
<b>Italie</b>		769	867	700	662	720	891	761	769	736	763	728	806	929	
<b>Royaume-Uni</b>	249	282	224	258	258	207	188	342	386	492	402	461	474	166	
<b>États-Unis</b>	7835	7762	8284	8018	7256	6496	6210	6220	8407	7888	8452	9849	11574	9017	8243

Source : Eurostat<sup>17</sup>.

Tableau 18 Budget de R&D de SAFRAN et THALES (en millions d'euros)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
<b>SAFRAN</b>	470	445	887	609	629	540	723	1 109	1 159	1 313	1 191	967	913
<b>THALES</b>	504	517	584	569	664	656	629	700	565	524	554	561	631

Sources : JRC, The EU Industrial R&D Investment Scoreboard<sup>18</sup>

<sup>17</sup> <https://iri.jrc.ec.europa.eu/scoreboard.html>

<sup>18</sup> <https://iri.jrc.ec.europa.eu/scoreboard.html>

