



**GOVERNEMENT**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

# Rapport annuel de performances

Annexe au projet de loi de règlement du budget  
et d'approbation des comptes pour 2023

**PROGRAMME 191**  
Recherche duale (civile et militaire)



PROGRAMME 191  
**Recherche duale (civile et militaire)**

---

## Bilan stratégique du rapport annuel de performances

### Emmanuel CHIVA

Délégué général pour l'armement

Responsable du programme n° 191 : Recherche duale (civile et militaire)

Le programme finance des actions d'intérêt pour la défense, menées par les opérateurs que sont :

- le centre national d'études spatiales (CNES) pour l'action « recherche duale dans le domaine aérospatial » qui prend en compte les priorités défense que sont l'observation optique haute résolution, les télécommunications duales, l'écoute électromagnétique et l'action dans l'espace ;
- le commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA), pour les actions « recherche duale en sciences du vivant et NRBC-E », « recherche duale en sciences et techniques de l'information et de la communication » et « autres recherches et développement technologiques duaux ».

En 2023, l'orientation et le suivi d'exécution de la part du programme 191 confié au CNES se sont déroulés dans le cadre de l'accord de gouvernance des relations CNES-MINARM.

Le satellite NESS, qui vise à démontrer la pertinence du concept de capacité en orbite pour la surveillance du spectre électromagnétique a été lancé avec succès le 8 novembre 2023.

L'année 2023 a vu le lancement de nouveaux projets, notamment BSM (ballon stratosphérique manœuvrant) et DORIS NEO (capacité de détermination précise d'orbite sans GNSS).

Les principaux projets financés sont :

- le développement d'une constellation de mini-satellites optiques (CO3D) dont le calendrier a été décalé en raison de la réduction des capacités de lancement ;
- le projet CASTOR (capacité stratégique spatiale télécom mobile résilient) qui contribue au pilotage de la R&D duale de nouvelle génération des télécommunications spatiales pour la future génération des milsatcoms (Syracuse IV C et post Syracuse IV) ;
- les travaux sur les démonstrateurs technologiques OTOS (observation de la Terre en optique super-résolue) pour l'observation, avec des développements technologiques visant notamment la préparation du futur programme d'observation IRIS ;
- les travaux relatifs à la capacité de collecte et d'analyse des signaux AIS (*Automatic Identification System*) en orbite offrant une forte revisite et une haute performance de détection.

En ce qui concerne le CEA, la gouvernance du P191 a été formalisée dans un accord conclu entre le CEA et le MINARM le 19 décembre 2023. Les orientations ont été globalement maintenues et les recherches ont porté sur la cybersécurité, les sciences du vivant, les technologies quantiques, les composants, la photonique et les systèmes énergétiques embarqués (batteries, hydrogène et carburants). Une partie des crédits attribués au CEA contribue au programme de recherche interministériel de lutte contre le terrorisme pour les menaces NRBC-E.

### RÉCAPITULATION DES OBJECTIFS ET DES INDICATEURS DE PERFORMANCE

#### **OBJECTIF 1 : Améliorer la qualité et l'orientation des programmes de recherche civile répondant à des besoins de la défense**

INDICATEUR 1.1 : Proportion du montant de projets dont des retombées potentielles pour la défense ont été précisément identifiées



## Objectifs et indicateurs de performance

### OBJECTIF

1 – Améliorer la qualité et l'orientation des programmes de recherche civile répondant à des besoins de la défense

### INDICATEUR

1.1 – Proportion du montant de projets dont des retombées potentielles pour la défense ont été précisément identifiées

(du point de vue du citoyen)

	Unité	2021 Réalisation	2022 Réalisation	2023 Cible	2023 Réalisation	Atteinte de la cible	2024 Cible
Proportion du montant de projets dont des retombées potentielles pour la défense ont été précisément identifiées.	%	Sans objet	Sans objet	83	73	absence amélioration	83

#### Commentaires techniques

##### Précisions méthodologiques

L'indicateur est fondé sur les recensements annuels des projets conduits en commun et de leurs montants.

Source des données : les organismes bénéficiaires (CNES, CEA).

Mode de calcul : L'ensemble des projets soutenus par le CEA (dont ceux hors NRBC-E) sont considérés d'intérêt pour la défense, dans la mesure où les financements sont un apport financier partiel à un ensemble de projets d'intérêt dual. Les prévisions du CEA restent inchangées sur la période.

Pour le CNES, l'indicateur est évalué en conformité avec le protocole DGA-CNES relatif au suivi de l'exécution du programme 191, incluant notamment les comptes rendus d'activité établis dans ce cadre et sur la base des documents de suivi budgétaire présentés en conseil d'administration.

Numérateur : somme des montants des parts financées par le programme 191 des projets dont des retombées potentielles pour la défense ont été précisément identifiées

Dénominateur : montant du programme 191

#### ANALYSE DES RÉSULTATS

Ce résultat s'explique majoritairement par le fait que les industriels titulaires des marchés du CNES ont pris du retard par rapport aux échéances, et dans une moindre mesure par la levée tardive de la réserve de précaution en toute fin d'année et qui n'a pu être utilisée par le CNES en 2023.

Concernant le CNES, l'indicateur est calculé sur la base des crédits de paiements consacrés aux projets ayant des retombées avérées pour la défense. Une part importante de ces projets est contractualisée auprès des industriels du secteur spatial, qui n'ont pu tenir les échéances prévues en fin d'année 2023, entraînant ainsi un report des paiements en 2024, principalement sur les projets CASTOR et Constellation Optique 3D (CO3D).

## Présentation des crédits

### 2023 / PRÉSENTATION PAR ACTION ET TITRE DES CRÉDITS OUVERTS ET DES CRÉDITS CONSOMMÉS

#### 2023 / AUTORISATIONS D'ENGAGEMENT

Numéro et intitulé de l'action ou de la sous-action	Titre 3 Dépenses de fonctionnement	Titre 5 Dépenses d'investissement	Titre 7 Dépenses d'opérations financières	Total	Total y.c. FdC et AdP prévus en LFI
<i>Prévision LFI 2023 Consommation 2023</i>					
01 – Recherche duale en sciences du vivant et NRBC-E	13 500 000 13 500 000			<b>13 500 000</b> <b>13 500 000</b>	13 500 000
02 – Recherche duale en sciences et techniques de l'information et de la communication	5 400 000 5 400 000			<b>5 400 000</b> <b>5 400 000</b>	5 400 000
03 – Recherche duale dans le domaine aérospatial	38 310 341 38 310 341	89 390 795	89 390 795	<b>127 701 136</b> <b>127 701 136</b>	127 701 136
04 – Autres recherches et développements technologiques duaux	3 418 031 3 418 031			<b>3 418 031</b> <b>3 418 031</b>	3 418 031
<b>Total des AE prévues en LFI</b>	<b>60 628 372</b>	<b>89 390 795</b>	<b>0</b>	<b>150 019 167</b>	<b>150 019 167</b>
Ouvertures / annulations par FdC et AdP					
Ouvertures / annulations hors FdC et AdP					
Total des AE ouvertes		150 019 167 (hors titre 2)		150 019 167	
<b>Total des AE consommées</b>	<b>60 628 372</b>	<b>0</b>	<b>89 390 795</b>	<b>150 019 167</b>	

#### 2023 / CRÉDITS DE PAIEMENT

Numéro et intitulé de l'action ou de la sous-action	Titre 3 Dépenses de fonctionnement	Titre 5 Dépenses d'investissement	Titre 7 Dépenses d'opérations financières	Total	Total y.c. FdC et AdP prévus en LFI
<i>Prévision LFI 2023 Consommation 2023</i>					
01 – Recherche duale en sciences du vivant et NRBC-E	13 500 000 13 500 000			<b>13 500 000</b> <b>13 500 000</b>	13 500 000
02 – Recherche duale en sciences et techniques de l'information et de la communication	5 400 000 5 400 000			<b>5 400 000</b> <b>5 400 000</b>	5 400 000
03 – Recherche duale dans le domaine aérospatial	38 310 341 38 310 341	89 390 795	89 390 795	<b>127 701 136</b> <b>127 701 136</b>	127 701 136
04 – Autres recherches et développements technologiques duaux	3 418 031 3 418 031			<b>3 418 031</b> <b>3 418 031</b>	3 418 031
<b>Total des CP prévus en LFI</b>	<b>60 628 372</b>	<b>89 390 795</b>	<b>0</b>	<b>150 019 167</b>	<b>150 019 167</b>
Ouvertures / annulations par FdC et AdP					
Ouvertures / annulations hors FdC et AdP					
Total des CP ouverts		150 019 167 (hors titre 2)		150 019 167	
<b>Total des CP consommés</b>	<b>60 628 372</b>	<b>0</b>	<b>89 390 795</b>	<b>150 019 167</b>	

## 2022 / PRÉSENTATION PAR ACTION ET TITRE DES CRÉDITS VOTÉS (LFI) ET DES CRÉDITS CONSOMMÉS

## 2022 / AUTORISATIONS D'ENGAGEMENT

Numéro et intitulé de l'action ou de la sous-action	Prévision LFI 2022 Consommation 2022	Total	Total
		hors FdC et AdP prévus en LFI	y.c. FdC et AdP
01 – Recherche duale en sciences du vivant et NRBC-E		0	0
02 – Recherche duale en sciences et techniques de l'information et de la communication		0	0
03 – Recherche duale dans le domaine aérospatial		0	0
04 – Autres recherches et développements technologiques duaux		0	0
<b>Total des AE prévues en LFI</b>		<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Total des AE consommées</b>			<b>0</b>

## 2022 / CRÉDITS DE PAIEMENT

Numéro et intitulé de l'action ou de la sous-action	Prévision LFI 2022 Consommation 2022	Total	Total
		hors FdC et AdP prévus en LFI	y.c. FdC et AdP
01 – Recherche duale en sciences du vivant et NRBC-E		0	0
02 – Recherche duale en sciences et techniques de l'information et de la communication		0	0
03 – Recherche duale dans le domaine aérospatial		0	0
04 – Autres recherches et développements technologiques duaux		0	0
<b>Total des CP prévus en LFI</b>		<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Total des CP consommés</b>			<b>0</b>

## PRÉSENTATION PAR TITRE ET CATÉGORIE DES CRÉDITS CONSOMMÉS

Titre et catégorie	Autorisations d'engagement			Crédits de paiement		
	Consommées* en 2022	Ouvertes en 2023	Consommées* en 2023	Consommés* en 2022	Ouverts en 2023	Consommés* en 2023
Titre 3 – Dépenses de fonctionnement	0	60 628 372	60 628 372	0	60 628 372	60 628 372
Subventions pour charges de service public	0	60 628 372	60 628 372	0	60 628 372	60 628 372
Titre 5 – Dépenses d'investissement	0	89 390 795	0	0	89 390 795	0
Subventions pour charges d'investissement	0	89 390 795	0	0	89 390 795	0

Titre et catégorie	Autorisations d'engagement			Crédits de paiement		
	Consommées* en 2022	Ouvertes en 2023	Consommées* en 2023	Consommés* en 2022	Ouverts en 2023	Consommés* en 2023
Titre 7 – Dépenses d'opérations financières	0	0	89 390 795	0	0	89 390 795
Dotations en fonds propres	0	0	89 390 795	0	0	89 390 795
<b>Total hors FdC et AdP</b>		<b>150 019 167</b>			<b>150 019 167</b>	
<b>Total*</b>	<b>0</b>	<b>150 019 167</b>	<b>150 019 167</b>	<b>0</b>	<b>150 019 167</b>	<b>150 019 167</b>

\* y.c. FdC et AdP



## Justification au premier euro

### Éléments transversaux au programme

#### ÉLÉMENTS DE SYNTHÈSE DU PROGRAMME

Numéro et intitulé de l'action ou de la sous-action  Prévision LFI Consommation	Autorisations d'engagement			Crédits de paiement		
	Titre 2 * Dépenses de personnel	Autres titres *	Total y.c. FdC et AdP	Titre 2 * Dépenses de personnel	Autres titres *	Total y.c. FdC et AdP
01 – Recherche duale en sciences du vivant et NRBC-E		13 500 000 13 500 000	13 500 000 13 500 000		13 500 000 13 500 000	13 500 000 13 500 000
02 – Recherche duale en sciences et techniques de l'information et de la communication		5 400 000 5 400 000	5 400 000 5 400 000		5 400 000 5 400 000	5 400 000 5 400 000
03 – Recherche duale dans le domaine aérospatial		127 701 136 127 701 136	127 701 136 127 701 136		127 701 136 127 701 136	127 701 136 127 701 136
04 – Autres recherches et développements technologiques duaux		3 418 031 3 418 031	3 418 031 3 418 031		3 418 031 3 418 031	3 418 031 3 418 031
<b>Total des crédits prévus en LFI *</b>	<b>0</b>	<b>150 019 167</b>	<b>150 019 167</b>	<b>0</b>	<b>150 019 167</b>	<b>150 019 167</b>
Ouvertures / annulations y.c. FdC et AdP						
Total des crédits ouverts	0	150 019 167	150 019 167	0	150 019 167	150 019 167
<b>Total des crédits consommés</b>	<b>0</b>	<b>150 019 167</b>	<b>150 019 167</b>	<b>0</b>	<b>150 019 167</b>	<b>150 019 167</b>
Crédits ouverts - crédits consommés						

\* hors FdC et AdP pour les montants de la LFI

#### AUTORISATIONS D'ENGAGEMENTS ET CRÉDITS DE PAIEMENT ANNEE 2023 (EN €)

Niveau	Description	AE					CP			
		Prévision LFI	Prévision FdC/ADP du PLF	Affectation sur TF	Engagement hors TF	Écart Utilisation / Prévision LFI	Prévision LFI	Prévision FdC/ADP du PLF	Consommation	Écart Consommation / Prévision LFI
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5) = (3) + (4) - (1) - (2)	(1)	(2)	(3)	(4) = (3) - (1) - (2)
OS	Recherche duale (RD)	150 019 167	-	-	150 019 167	-	150 019 167	-	150 019 167	-
Total		150 019 167	-	-	150 019 167	-	150 019 167	-	150 019 167	-

#### ECHEANCIERS DES PAIEMENTS (EN M€)

Niveau	Description	PLF/PLR	Engagements		Paiements				
			Eng restant à payer à fin 2022	Eng 2023	2023	2024	2025	2026 et postérieurs	Total
OS	Recherche duale (RD)	PLF	0	150	150	0	0	0	150
		PLR	0	150	150	0	0	0	150
Écarts (PLR-PLF)			0	0	0	0	0	0	0

--	--	--	--	--	--	--	--

## PASSAGE DU PLF À LA LFI

	Autorisations d'engagement			Crédits de paiement		
	Titre 2	Autres titres	Total	Titre 2	Autres titres	Total
PLF	0	150 019 167	150 019 167	0	150 019 167	150 019 167
Amendements	0	0	0	0	0	0
<b>LFI</b>	<b>0</b>	<b>150 019 167</b>	<b>150 019 167</b>	<b>0</b>	<b>150 019 167</b>	<b>150 019 167</b>

## RÉSERVE DE PRÉCAUTION ET FONGIBILITÉ

	Autorisations d'engagement			Crédits de paiement		
	Titre 2	Autres titres	Total	Titre 2	Autres titres	Total
Mise en réserve initiale	0	6 550 608	6 550 608	0	6 550 608	6 550 608
Surgels	0	1 310 122	1 310 122	0	1 310 122	1 310 122
Dégels	0	0	0	0	0	0
<b>Réserve disponible avant mise en place du schéma de fin de gestion (LFR de fin d'année)</b>	<b>0</b>	<b>7 860 729</b>	<b>7 860 729</b>	<b>0</b>	<b>7 860 729</b>	<b>7 860 729</b>

*Dépenses pluriannuelles*

SUIVI DES CRÉDITS DE PAIEMENT ASSOCIÉS À LA CONSOMMATION  
DES AUTORISATIONS D'ENGAGEMENT (HORS TITRE 2)

AE 2023	CP 2023
AE ouvertes en 2023 * (E1) <b>150 019 167</b>	CP ouverts en 2023 * (P1) <b>150 019 167</b>
AE engagées en 2023 (E2) <b>150 019 167</b>	CP consommés en 2023 (P2) <b>150 019 167</b>
AE affectées non engagées au 31/12/2023 (E3) <b>0</b>	<i>dont CP consommés en 2023 sur engagements antérieurs à 2023</i> (P3 = P2 - P4) <b>0</b>
AE non affectées non engagées au 31/12/2023 (E4 = E1 - E2 - E3) <b>0</b>	<i>dont CP consommés en 2023 sur engagements 2023</i> (P4) <b>150 019 167</b>

RESTES À PAYER

Engagements ≤ 2022 non couverts par des paiements au 31/12/2022 brut (R1) <b>0</b>					
Travaux de fin de gestion postérieurs au RAP 2022 (R2) <b>0</b>					
	Engagements ≤ 2022 non couverts par des paiements au 31/12/2022 net (R3 = R1 + R2) <b>0</b>	CP consommés en 2023 sur engagements antérieurs à 2023 (P3 = P2 - P4) <b>0</b>	=	Engagements ≤ 2022 non couverts par des paiements au 31/12/2023 (R4 = R3 - P3) <b>0</b>	
	AE engagées en 2023 (E2) <b>150 019 167</b>	CP consommés en 2023 sur engagements 2023 (P4) <b>150 019 167</b>	=	Engagements 2023 non couverts par des paiements au 31/12/2023 (R5 = E2 - P4) <b>0</b>	
				Engagements non couverts par des paiements au 31/12/2023 (R6 = R4 + R5) <b>0</b>	
					Estimation des CP 2024 sur engagements non couverts au 31/12/2023 (P5) <b>0</b>
					Estimation du montant maximal des CP nécessaires après 2024 pour couvrir les engagements non couverts au 31/12/2023 (P6 = R6 - P5) <b>0</b>

NB : les montants ci-dessus correspondent uniquement aux crédits hors titre 2

\* LFI 2023 + reports 2022 + mouvements réglementaires + FdC + AdP + fongibilité asymétrique + LFR



*Justification par action***ACTION****01 – Recherche duale en sciences du vivant et NRBC-E**

Action / Sous-action	Autorisations d'engagement			Crédits de paiement		
	Titre 2	Autres titres	Total	Titre 2	Autres titres	Total
<i>Prévision LFI y.c. FdC et AdP</i> <i>Réalisation</i>						
01 – Recherche duale en sciences du vivant et NRBC-E		13 500 000	<b>13 500 000</b>		13 500 000	<b>13 500 000</b>
		13 500 000	<b>13 500 000</b>		13 500 000	<b>13 500 000</b>

**OPÉRATION STRATÉGIQUE : RECHERCHE DUALE****1. DESCRIPTION**

Cette action en recherche duale concerne les programmes réalisés par le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA) dédiés au programme de recherche interministériel de lutte contre la menace nucléaire, radiologique, biologique et chimique – explosif (NRBC-E), et aux sciences du vivant.

La feuille de route du CEA pour le volet NRBC-E du programme 191 s'articule autour de 6 axes d'effort scientifique :

- la détection des agents biologiques (avec en particulier les tests bandelettes et enzymatiques, et les méthodes d'identification) ;
- la détection des agents chimiques (dont le contrôle de contamination et la préparation d'échantillons) ;
- la détection des agents radiologiques ;
- la détection des agents explosifs ;
- le diagnostic et la thérapie d'urgence face aux agents biologiques de la menace ;
- la décontamination et la protection individuelle et collective.

Les travaux en sciences du vivant mobilisent en tant que de besoin des avancées en compréhension des mécanismes moléculaires et cellulaires du vivant. Ils se concentrent actuellement sur 2 axes de recherche principaux, à savoir l'antibiorésistance et le sens olfactif.

En 2023, 51 projets ont été menés dans le cadre du volet NRBC-E, avec des résultats notables. Parmi ces résultats obtenus, peuvent être cités :

- l'avancement du développement de molécules et d'anticorps thérapeutiques contre les toxines et virus d'intérêt ;
- les propriétés de décontamination et de confinement radiologique, biologique et chimique d'une mousse (« Confoam ») ;
- la conduite de premiers essais de détection chimique par fluorescence ;
- l'avancement du développement de nouveaux traitements de surfaces hydrofuges et oléofuges pour les tenues de protection NRBC.

En ce qui concerne les sciences du vivant en 2023, cinq projets pluriannuels sont en cours sur l'antibiorésistance, et un sur le sens olfactif. Ces projets portent notamment sur :

- la compréhension de processus infectieux bactériens en vue du développement de nouvelles antibiothérapies ;

- l'étude des bactériophages (virus infectant les bactéries) en tant qu'alternative aux antibiotiques dans la lutte contre les bactéries multirésistantes ;
- l'élaboration de nouvelles solutions techniques pour la détection et l'identification de résistances aux antibiotiques ;
- le développement et l'optimisation d'un nez optoélectronique pour l'analyse des odeurs et des composés organiques volatiles.

## 2. ASPECTS FINANCIERS

Niveau	Description	AE			CP		
		LFI	Utilisation	Écart Utilisation / LFI	LFI	Utilisation	Écart Utilisation / LFI
ACT	Recherche duale en sciences du vivant et NRBC-E	13 500 000	13 500 000	0	13 500 000	13 500 000	0
	Total	13 500 000	13 500 000	0	13 500 000	13 500 000	0

### SYNTHESE ACTION 01

### AUTORISATIONS D'ENGAGEMENT ET CRÉDITS DE PAIEMENT ANNÉE 2023 (EN €)

Niveau	Description	AE					CP			
		Prévision LFI	Prévision FdC/ADP du PLF	Affectation sur TF	Engagements hors TF	Écart Utilisation / Prévision LFI	Prévision LFI	Prévision FdC/ADP du PLF	Consommation	Écart Consommation / Prévision LFI
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5) = (3) + (4) - (1) - (2)	(1)	(2)	(3)	(4) = (3) - (1) - (2)
ACT	Recherche duale en sciences du vivant et NRBC-E	13 500 000	0	0	13 500 000	0	13 500 000	0	13 500 000	0
Total		13 500 000	0	0	13 500 000	0	13 500 000	0	13 500 000	0

### ENGAGEMENTS ET ÉCHÉANCIERS DE PAIEMENT (EN M€)

Niveau	Description	PLF/PLR	Engagements			Paiements			
			Eng restant à payer à fin 2022	Eng 2023 TF	2023 TF	2024	2025	2026 et postérieurs	Total
OS	Recherche duale	PLF	0	13,5	13,5	0	0	0	13,5
		PLR	0	13,5	13,5	0	0	0	13,5
Écarts (PLR-PLF)			0	0	0	0	0	0	0

## ÉLÉMENTS DE LA DÉPENSE PAR NATURE

Titre et catégorie	Autorisations d'engagement		Crédits de paiement	
	Prévision LFI y.c. FdC et AdP	Réalisation	Prévision LFI y.c. FdC et AdP	Réalisation
Titre 3 : Dépenses de fonctionnement	13 500 000	13 500 000	13 500 000	13 500 000
Subventions pour charges de service public	13 500 000	13 500 000	13 500 000	13 500 000
<b>Total</b>	<b>13 500 000</b>	<b>13 500 000</b>	<b>13 500 000</b>	<b>13 500 000</b>

**ACTION****02 – Recherche duale en sciences et techniques de l'information et de la communication**

Action / Sous-action	Autorisations d'engagement			Crédits de paiement		
	Titre 2	Autres titres	Total	Titre 2	Autres titres	Total
<i>Prévision LFI y.c. FdC et AdP</i>						
<i>Réalisation</i>						
02 – Recherche duale en sciences et techniques de l'information et de la communication		5 400 000	<b>5 400 000</b>		5 400 000	<b>5 400 000</b>
		5 400 000	<b>5 400 000</b>		5 400 000	<b>5 400 000</b>

## OPÉRATION STRATEGIQUE : RECHERCHE DUALE

**1. DESCRIPTION**

Cette action recouvre des travaux réalisés par le commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA) dans les domaines des composants et technologies quantiques, de la photonique et de la cybersécurité.

Dans le domaine de la cybersécurité, la feuille de route pluriannuelle du CEA est orientée selon trois axes d'effort scientifique :

- les architectures sécurisées pour les systèmes industriels ;
- les technologies pour la sécurité logicielle ;
- les technologies de cybersécurité *hardware* pour les composants de sécurité.

Les principaux résultats et faits marquants obtenus en 2023 dans ce domaine sont :

- le lancement du développement de nouvelles techniques de caractérisation de la sécurité de System-On-Chip (SOC) ;
- le développement de « frameworks » pour la construction de logiciels systèmes sécurisés (XanthOS) ;
- le franchissement d'un jalon emblématique concernant la première caractérisation sécuritaire de l'ASIC (*Application Specific Integrated Circuit*) VT2 (Véhicule de Test).

Les principaux résultats dans le domaine des technologies quantiques sont :

- sur les sources et détecteurs de photons uniques : amélioration des sources de paires de photons intriqués avec un taux élevé de génération ;
- concernant les technologies silicium pour le calcul quantique : amélioration du contrôle du couplage tunnel entre boîtes quantiques.



Les principaux résultats obtenus dans le domaine des composants et de la photonique sont :

- sur les composants pour la 6G : poursuite des travaux technologiques en vue de réaliser des émetteurs / récepteurs innovants en bandes télécom 5G/6G ;
- sur les écrans et microécrans : poursuite des travaux technologiques en vue de l'élaboration d'un démonstrateur de microécran à base de microLEDs ;
- sur le sujet de la puissance pour les applications énergies : validation des tenues en tension de diodes SiC (carbure de silicium) et amélioration des procédés technologiques, ouvrant la voie vers la réalisation de composants SiC innovants complets ;
- concernant le *packaging* : études sur les méthodes de *packaging* pour des capteurs haute performance, en environnement thermique et mécanique exigeant.

Le bon avancement des travaux dans les trois domaines couverts par l'action 02 justifient du bien-fondé des investissements réalisés en 2023.

## 2. ASPECTS FINANCIERS

Niveau	Description	AE			CP		
		LFI	Utilisation	Écart Utilisation / LFI	LFI	Utilisation	Écart Utilisation / LFI
ACT	Recherche duale en sciences et techniques de l'information et de la communication	5 400 000	5 400 000	0	5 400 000	5 400 000	0
Total		5 400 000	5 400 000	0	5 400 000	5 400 000	0

### SYNTHESE ACTION 02

#### AUTORISATIONS D'ENGAGEMENT ET CRÉDITS DE PAIEMENT ANNÉE 2023 (EN €)

Niveau	Description	AE					CP			
		Prévision LFI	Prévision FdC/ADP du PLF	Affectation sur TF	Engagement hors TF	Écart Utilisation / Prévision LFI	Prévision LFI	Prévision FdC/ADP du PLF	Consommation	Écart Consommation / Prévision LFI
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5) = (3) + (4) - (1) - (2)	(1)	(2)	(3)	(4) = (3) - (1) - (2)
ACT	Recherche duale en sciences et techniques de l'information et de la communication	5 400 000	0	0	5 400 000	0	5 400 000	0	5 400 000	0
Total		5 400 000	0	0	5 400 000	0	5 400 000	0	5 400 000	0

#### ENGAGEMENTS ET ECHEANCIERS DE PAIEMENT (EN M€)

	Engagements	Paiements
--	-------------	-----------

Niveau	Description	PLF/PLR	Eng restant à payer à fin 2022	Eng 2023	2023	2024	2025	2026 et postérieurs	Total
OS	Recherche duale (RD)	PLF	0	5,4	5,4	0	0	0	5,4
		PLR	0	5,4	5,4	0	0	0	5,4
Écarts (PLR-PLF)			0	0	0	0	0	0	0

## ÉLÉMENTS DE LA DÉPENSE PAR NATURE

Titre et catégorie	Autorisations d'engagement		Crédits de paiement	
	Prévision LFI y.c. FdC et AdP	Réalisation	Prévision LFI y.c. FdC et AdP	Réalisation
Titre 3 : Dépenses de fonctionnement	5 400 000	5 400 000	5 400 000	5 400 000
Subventions pour charges de service public	5 400 000	5 400 000	5 400 000	5 400 000
<b>Total</b>	<b>5 400 000</b>	<b>5 400 000</b>	<b>5 400 000</b>	<b>5 400 000</b>

**ACTION****03 - Recherche duale dans le domaine aérospatial**

Action / Sous-action	Autorisations d'engagement			Crédits de paiement		
	Titre 2	Autres titres	Total	Titre 2	Autres titres	Total
<i>Prévision LFI y.c. FdC et AdP</i>						
<i>Réalisation</i>						
03 – Recherche duale dans le domaine aérospatial		127 701 136	<b>127 701 136</b>		127 701 136	<b>127 701 136</b>
		127 701 136	<b>127 701 136</b>		127 701 136	<b>127 701 136</b>

## OPÉRATION STRATÉGIQUE : RECHERCHE DUALE

**1. DESCRIPTION**

Cette action en recherche duale concerne les études menées par le Centre national d'études spatiales (CNES) dans le domaine spatial.

En 2023, la participation de l'État dans le cadre de cette action a permis notamment de lancer ou de poursuivre les actions de recherche duale des projets suivants :

- **NESS** : ce projet vise à démontrer la pertinence du concept de capacité en orbite pour la surveillance du spectre électromagnétique, à partir d'un nanosatellite. Il a pour but d'expérimenter et de valider, depuis l'orbite basse, de nouvelles technologies de mesures destinées à la détection et à la localisation de sources radiofréquence. Ses résultats seront déterminants pour la conception de la prochaine génération de satellites de ROEM (renseignement d'origine électromagnétique). Le satellite NESS a été lancé avec succès le 8 novembre 2023 par Vega et les premiers résultats obtenus sont très satisfaisants.
- **CASTOR** (*Capacité strAtégique Spatiale Télécom mObile Résiliente*) : ce projet vise à préparer les futures technologies de satellites de télécommunications (SATCOM) en exploitant les synergies entre les mondes civil et militaire pour répondre aux enjeux de la prochaine génération de SATCOM



ACT	Recherche duale dans le domaine aérospatial	127 701 136	127 701 136	0	127 701 136	127 701 136	0
Total		127 701 136	127 701 136	0	127 701 136	127 701 136	0

## SYNTHESE ACTION 03

## AUTORISATIONS D'ENGAGEMENT ET CRÉDITS DE PAIEMENT ANNÉE 2023 (EN €)

Niveau	Description	AE					CP			
		Prévision LFI	Prévision FdC/ADP du PLF	Affectation sur TF	Engagement hors TF	Écart Utilisation / Prévision LFI	Prévision LFI	Prévision FdC/ADP du PLF	Consommation	Écart Consommation / Prévision LFI
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5) = (3) + (4) - (1) - (2)	(1)	(2)	(3)	(4) = (3) - (1) - (2)
ACT	Recherche duale dans le domaine aérospatial	127 701 136	0	0	127 701 136	0	127 701 136	0	127 701 136	0
Total		127 701 136	0	0	127 701 136	0	127 701 136	0	127 701 136	0

## ENGAGEMENTS ET ÉCHÉANCIERS DE PAIEMENT (EN M€)

Niveau	Description	PLF/PLR	Engagements			Paiements			
			Eng restant à payer à fin 2022	Eng 2023	2023	2024	2025	2026 et postérieurs	Total
OS	Recherche duale (RD)	PLF	0	127,7	127,7	0	0	0	127,7
		PLR	0	127,7	127,7	0	0	0	127,7
Écarts (PLR-PLF)			0	0	0	0	0	0	0

## ÉLÉMENTS DE LA DÉPENSE PAR NATURE

Titre et catégorie	Autorisations d'engagement		Crédits de paiement	
	Prévision LFI y.c. FdC et AdP	Réalisation	Prévision LFI y.c. FdC et AdP	Réalisation
Titre 3 : Dépenses de fonctionnement	38 310 341	38 310 341	38 310 341	38 310 341
Subventions pour charges de service public	38 310 341	38 310 341	38 310 341	38 310 341
Titre 5 : Dépenses d'investissement	89 390 795		89 390 795	
Subventions pour charges d'investissement	89 390 795		89 390 795	
Titre 7 : Dépenses d'opérations financières		89 390 795		89 390 795
Dotations en fonds propres		89 390 795		89 390 795
<b>Total</b>	<b>127 701 136</b>	<b>127 701 136</b>	<b>127 701 136</b>	<b>127 701 136</b>

**ACTION****04 – Autres recherches et développements technologiques duaux**

Action / Sous-action	Autorisations d'engagement			Crédits de paiement		
	Titre 2	Autres titres	Total	Titre 2	Autres titres	Total
<i>Prévision LFI y.c. FdC et AdP</i>						
<i>Réalisation</i>						
04 – Autres recherches et développements technologiques duaux		3 418 031 3 418 031	<b>3 418 031</b> <b>3 418 031</b>		3 418 031 3 418 031	<b>3 418 031</b> <b>3 418 031</b>

**OPÉRATION STRATÉGIQUE : RECHERCHE DUALE****1. DESCRIPTION**

Cette action correspond à des travaux de recherche réalisés par le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA). Elle recouvre les actions menées par le CEA dans le domaine de l'énergie.

Dans le domaine des systèmes énergétiques embarqués, les recherches sont orientées selon trois axes : les batteries, l'hydrogène et les carburants.

Les principaux résultats obtenus en 2023 dans ce domaine sont très prometteurs ; ils portent sur les sujets suivants :

- sur les batteries :
  - réalisation d'un prototype de batterie organique en configuration Li-ion ;
  - étude de la faisabilité d'un refroidissement de *packs* batteries par immersion dans un fluide diélectrique en ébullition.
- concernant l'hydrogène :
  - travaux d'amélioration des performances de piles à combustible (PEMFC) : impact d'un solvant de fabrication, validation de l'incorporation d'un convertisseur...
- sur les carburants :
  - étude de la production d'hydrogène et de méthane par gazéification hydrothermale catalytique ;
  - validation du passage à l'échelle d'une nouvelle technologie de réacteur pour la synthèse catalytique de méthane ;
  - contribution à l'émergence d'une filière française de production de biogaz compétitive par gazéification hydrothermale.

**2. ASPECTS FINANCIERS**

Niveau	Description	AE			CP		
		LFI	Utilisation	Écart Utilisation / LFI	LFI	Utilisation	Écart Utilisation / LFI
ACT	Autres recherches et développements duaux	3 418 031	3 418 031	0	3 418 031	3 418 031	0
Total		3 418 031	3 418 031	0	3 418 031	3 418 031	0

## SYNTHESE ACTION 04

## AUTORISATIONS D'ENGAGEMENT ET CRÉDITS DE PAIEMENT ANNÉE 2023 (EN €)

Niveau	Description	AE					CP			
		Prévision LFI	Prévision FdC/ADP du PLF	Affectation sur TF	Engagement hors TF	Écart Utilisation / Prévision LFI	Prévision LFI	Prévision FdC/ADP du PLF	Consommation	Écart Consommation / Prévision LFI
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5) = (3) + (4) - (1) - (2)	(1)	(2)	(3)	(4) = (3) - (1) - (2)
ACT	Autres recherches et développements technologiques duaux	3 418 031	0	0	3 418 031	0	3 418 031	0	3 418 031	0
	<b>Total</b>	<b>3 418 031</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3 418 031</b>	<b>0</b>	<b>3 418 031</b>	<b>0</b>	<b>3 418 031</b>	<b>0</b>

## ENGAGEMENTS ET ÉCHÉANCIERS DE PAIEMENT (EN M€)

Niveau	Description	PLF/PLR	Engagements		Paiements				
			Eng restant à payer à fin 2022	Eng 2023	2023 au	2024	2025	2026 et postérieurs	Total
OS	Recherche duale (RD)	PLF	0	3,42	3,42	0	0	0	3,42
		PLR	0	3,42	3,42	0	0	0	3,42
	Écarts (PLR-PLF)		0	0	0	0	0	0	0

## ÉLÉMENTS DE LA DÉPENSE PAR NATURE

Titre et catégorie	Autorisations d'engagement		Crédits de paiement	
	Prévision LFI y.c. FdC et AdP	Réalisation	Prévision LFI y.c. FdC et AdP	Réalisation
Titre 3 : Dépenses de fonctionnement	3 418 031	3 418 031	3 418 031	3 418 031
Subventions pour charges de service public	3 418 031	3 418 031	3 418 031	3 418 031
<b>Total</b>	<b>3 418 031</b>	<b>3 418 031</b>	<b>3 418 031</b>	<b>3 418 031</b>

## Récapitulation des crédits et emplois alloués aux opérateurs de l'État

### RÉCAPITULATION DES CRÉDITS ALLOUÉS PAR LE PROGRAMME AUX OPÉRATEURS

Opérateur financé (Programme chef de file) Nature de la dépense	Réalisation 2022		Prévision LFI 2023		Réalisation 2023	
	Autorisations d'engagement	Crédits de paiement	Autorisations d'engagement	Crédits de paiement	Autorisations d'engagement	Crédits de paiement
<b>CEA - Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (P172)</b>			<b>22 318 031</b>	<b>22 318 031</b>	<b>22 318 031</b>	<b>22 318 031</b>
Subventions pour charges de service public			22 318 031	22 318 031	22 318 031	22 318 031
<b>CNES - Centre national d'études spatiales (P193)</b>			<b>127 701 136</b>	<b>127 701 136</b>	<b>127 701 136</b>	<b>127 701 136</b>
Subventions pour charges de service public			38 310 341	38 310 341	38 310 341	38 310 341
Dotations en fonds propres					89 390 795	89 390 795
Subventions d'investissement			89 390 795	89 390 795		
<b>Total</b>			<b>150 019 167</b>	<b>150 019 167</b>	<b>150 019 167</b>	<b>150 019 167</b>
Total des subventions pour charges de service public			60 628 372	60 628 372	60 628 372	60 628 372
Total des dotations en fonds propres					89 390 795	89 390 795
Total des subventions d'investissement			89 390 795	89 390 795		

Note : les subventions d'investissement sont introduites par la LOLF au PAP 2023, leur réalisation 2022 est sans objet.