

# 1. Le cadre de la préparation du futur de la Direction du Transport Spatial du CNES

La **Direction du Transport Spatial du CNES** pilote, en lien avec la Direction de la Stratégie, un programme multilatéral d'innovation, en complément des actions engagées dans le cadre des plans de relance nationaux (France Relance, France 2030) et au niveau Européen (ESA et UE). Ce programme multilatéral vise à soutenir l'écosystème français et répondre aux enjeux du transport spatial (la compétitivité, l'éco-responsabilité, l'agilité) en préparant les ruptures technologiques à venir.

La préparation du futur des systèmes de transport spatial se structure en 3 niveaux, menés en parallèle :

1. Des **analyses de type veille** concurrentielle et technique, et des **analyses de prospective** permettant d'alimenter les enjeux stratégiques, ainsi que les contextes liés à l'écosystème des systèmes de transport spatial.
2. Des familles d'activités, au nombre de 3, qui définissent un cadre aux actions d'innovations :
  - o La principale, composée des **vecteurs d'innovation prioritaires du transport spatial** (cf §2), définis par le CNES avec ses partenaires pour répondre aux enjeux stratégiques, en cohérence avec les analyses de type veille/prospective,
  - o **L'innovation libre** hors du cadre d'un VIP (cf §3),
  - o **La compréhension des phénomènes complexes** (cf §4).
3. Pour chacune des familles d'activités ci-dessus et en cohérence avec leurs orientations individuelles, **un ensemble d'actions d'innovation** sont réalisées, de type avant-projet (faisabilité de concept), maturation technologique (recherche ou démonstration), de développement et de validation d'outils de simulation.

Ces 3 niveaux d'actions concourent aux propositions le cas échéant de développement de composants ou de systèmes de transport spatial opérationnels.

Cette démarche est illustrée par le schéma suivant.



Figure 1 - Organisation de la préparation du futur du transport spatial

Cet appel à idées concerne le niveau 3 de la logique de préparation du futur décrite ci-dessus.

## 2. Les vecteurs d'innovation prioritaires

9 vecteurs d'innovation prioritaires sont actuellement identifiés et animés par la Direction du Transport Spatial du CNES :

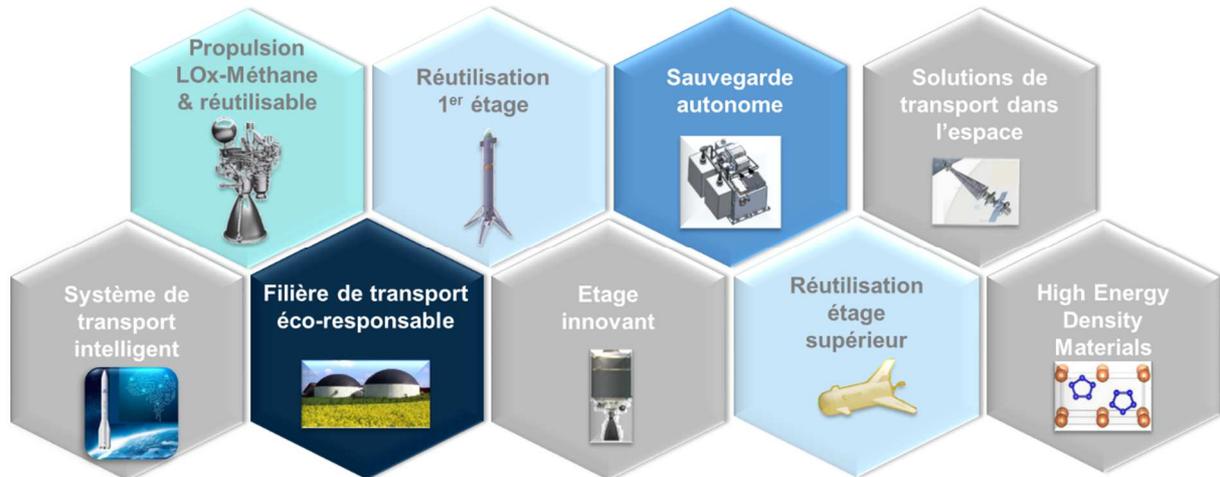


Figure 2- Les vecteurs d'innovation prioritaires pour le Transport Spatial

### 2.1. PROPULSION LOX-METHANE & REUTILISABLE

La propulsion LOx-LH2 est totalement mature en Europe. La propulsion LOx-Méthane est aujourd'hui la priorité en terme de maturation technologique, en raison de son potentiel de réduction des coûts (notamment via une mise en œuvre simplifiée grâce à une température de liquéfaction moins basse que l'hydrogène), et de sa pertinence avec les objectifs de réutilisation des étages, sa densité permettant des réservoirs de carburant plus compacts et donc plus facilement manœuvrables dans les phases de retour.

Au-delà des actions technologiques au niveau composants, ce vecteur d'innovation s'incarne in fine dans le démonstrateur de moteur ultra-bas coût et réutilisable PROMETHEUS, pour atteindre un TRL 7 in fine.

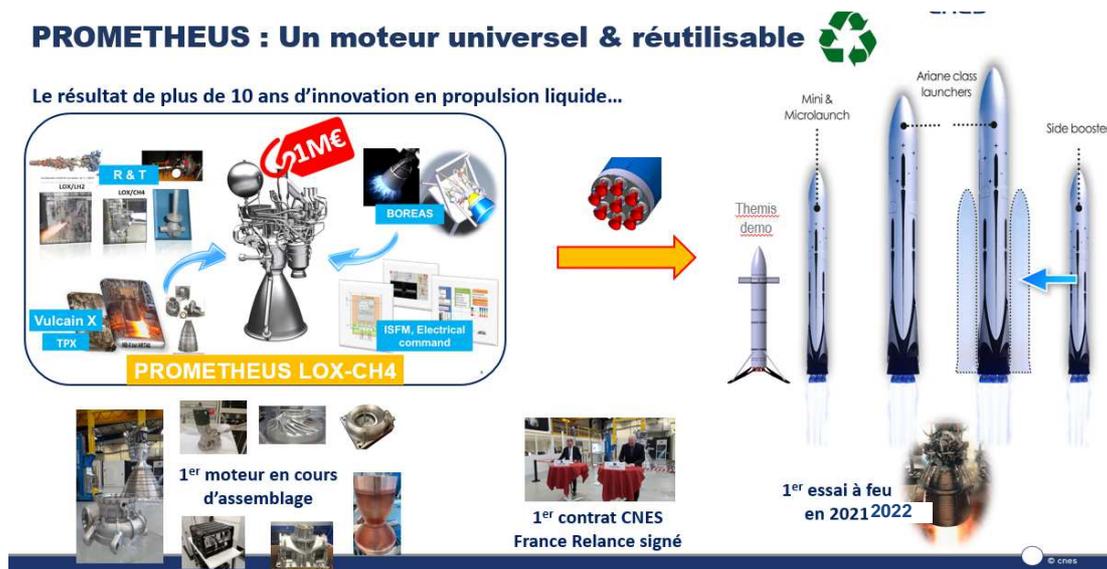


Figure 3- La démonstration PROMETHEUS

Les points techniques à murir sont notamment :

- la caractérisation de la combustion LOx-Méthane dans un large domaine de fonctionnement (30%-110%) : efficacité de combustion, suies, allumage (accroche de flamme)-rallumage, influence de la pureté du méthane,
- la maîtrise du comportement du circuit régénératif de la chambre de combustion (capacité de refroidissement du méthane),
- la simplification de l'architecture moteur, ses technologies de mise en œuvre et bas coût par rapport au LH2 (risque HF, éléments d'injection,...),
- sa capacité de maintenance pour la réutilisation des moteurs (remise en vol).

## 2.2. REUTILISATION DU 1ER ETAGE

Les lanceurs européens sont aujourd'hui totalement consommables. La réutilisation des étages de lanceurs permet de gagner en flexibilité d'exploitation tout en réduisant les coûts de lancement.

On se focalise dans ce vecteur d'innovation sur la réutilisation du 1<sup>er</sup> étage, dont l'énergie cinétique au lancement est plus faible et qu'il est donc plus facile de faire revenir (sur site ou sur barge). Le mode d'atterrissage cible est celui par freinage rétro-propulsif et atterrissage vertical qui permet de minimiser les adaptations par rapport à un lanceur consommable traditionnel.

Cette réutilisation comporte 2 enjeux technico-économiques : la récupération de l'étage, et sa revalidation pour le vol suivant et les moyens sol associés.

Pour atteindre un TRL 7 in fine, ce vecteur d'innovation comprend une suite de démonstrateurs à échelle incrémentale : FROG, CALLISTO puis THEMIS (voir ci-dessous).

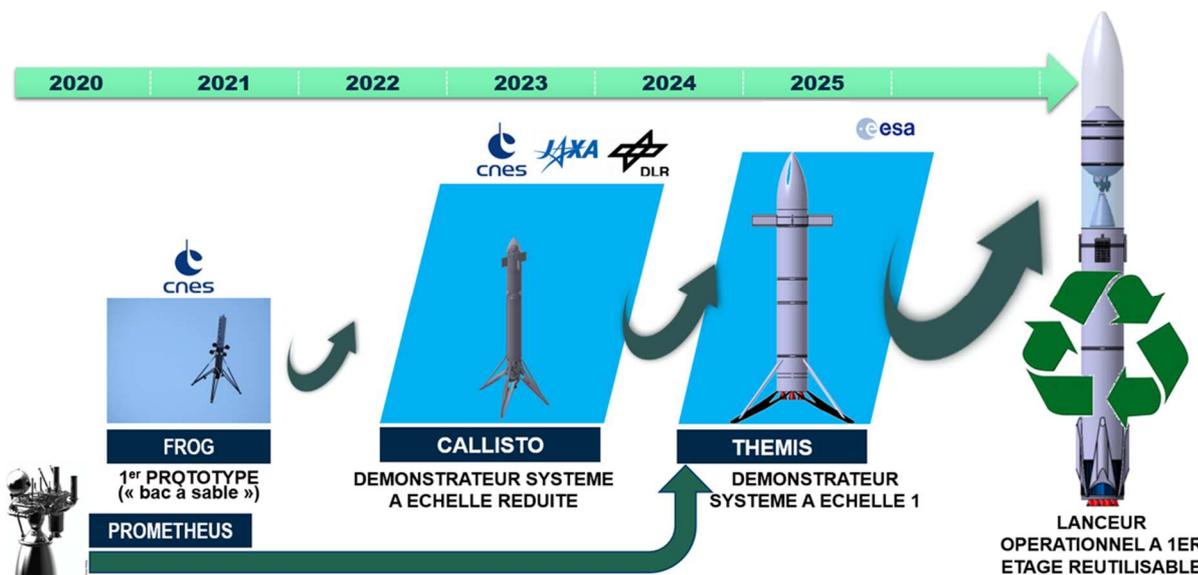


Figure 2- La logique incrémentale de démonstration pour la réutilisation du premier étage

Les domaines techniques concernés sont très divers et couvrent :

- Pour la récupération : Système de contrôle de vol, système électrique et logiciel (précision atterrissage, contraintes de cycle de vie lié à l'atterrissage, stockage d'énergie électrique), dynamique et aérodynamique (limiter les environnements induits du décollage à la phase de retour (yc atterrissage)...), Propulsion (durée de vie moteur, rallumage facile et fiable, asservissement de poussée sur une grande plage de fonctionnement), maîtrise du comportement des ergols, structures (Protections thermiques réutilisables, pieds amortissants pour l'atterrissage), sécurité des opérations sol post-atterrissage (interfaces reconnectables, robots, automatisation), matériaux de la plateforme de réception, ....
- Pour la revalidation : "Health Monitoring System" (capteurs structures, propulsion, câblage et software / IA associé), opérations de "Maintenance Repair and Overhaul".

### 2.3. SAUVEGARDE AUTONOME

L'arrêt de mission en cas de comportement défaillant du lanceur en vol est actuellement fait manuellement par le sol pour les lanceurs Européens. L'arrêt de mission décidé de manière autonome à bord, dit sauvegarde autonome consiste à automatiser la sauvegarde en intégrant dans le lanceur les fonctions de localisation, de diagnostic et de neutralisation. Concrètement, en cas d'anomalie détectée, c'est l'algorithme à bord du lanceur qui déclenche la neutralisation de manière autonome. Ce type de sauvegarde permettrait un gain de précision, de temps de réaction, de disponibilité (moyens sol au lancement) et d'efficacité (coût global, cadence de lancement, flexibilité vis-à-vis de divers concepts et missions de lanceur).

Afin d'atteindre un TRL 7, ce vecteur d'innovation s'incarne dans le démonstrateur en vol KASSAV 2 (Kit Autonome comme Solution de SAuvegarde en Vol), avec la réalisation d'un prototype qui sera embarqué en passager d'un lanceur à définir.

*Les domaines techniques d'innovation sont notamment les moyens de localisation (très fiables, légers, compacts et très précis, type gyroscope miniature, GNSS), l'architecture du système (capteur, redondance, etc.), la mise au point de la fonction de décision (principalement algorithme et logiciel embarqué, par exemple IA / algorithme d'exploitation de données sol/vol), la smart pyrotechnie.*

### 2.4. SOLUTIONS DE TRANSPORT DANS L'ESPACE

Dans le domaine du transport spatial, de nombreuses initiatives notamment commerciales se développent dans le monde en s'appuyant sur le transport dans l'espace, comme les services en orbite terrestre, l'exploration cargo ou habitée. Associées à ces missions, il est nécessaire de soutenir les technologies associées à ces moyens de transport spécifiques (dispenser motorisé, remorqueur spatial, ...). La recherche de standardisation des interfaces dans le but de pouvoir opérer et interagir avec n'importe quelle plateforme pour les opérations comme le refuelling est aussi un enjeu.

*Ce vecteur d'innovation couvre les technologies nécessaires au transport dans l'espace comme la propulsion, le contrôle de vol, l'énergie, le stockage d'ergol longue durée, le refuelling, les communications montantes et descendantes entre le véhicule et le sol, les infrastructures sol nécessaire au suivi de la mission, ... et également les études technico-économiques de concepts de véhicule de transport en orbite.*

### 2.5. SYSTEME DE TRANSPORT INTELLIGENT

L'objectif de ce vecteur est de promouvoir l'introduction d'intelligence artificielle dans le système de transport spatial. La recherche en intelligence artificielle a permis de réaliser d'importants progrès dans la dernière décennie, et ce dans différents secteurs dont en particulier l'automobile pour lesquels ces systèmes sont aujourd'hui matures et exploités à l'échelle industrielle. Les avancées les plus connues sont celles réalisées dans l'apprentissage automatique, grâce notamment au développement d'algorithmes d'apprentissage profond faisant appel à des réseaux neuronaux opérant à partir de gros volumes de données sur des architectures de calcul intensif. Le secteur du transport spatial est pour l'instant resté en grande partie à l'écart de ces évolutions même si quelques travaux intéressants ont déjà été initiés aussi bien côté lanceur que sur le segment sol.

L'introduction d'intelligence artificielle peut se situer à la fois par des choix de concepts permettant une plus grande automatisation des différentes fonctions lanceur mais aussi par des ruptures technologiques prenant en compte les avancées réalisées dans d'autres domaines industriels. On vise à intégrer ces nouvelles capacités aussi bien sur la phase de conception/qualification/fabrication/contrôle du véhicule que sur les phases plus avales comme la préparation du système de lancement, les interfaces avec la base de lancement ou encore, par exemple, le post-traitement des télémessures.

*Les domaines techniques d'innovation sont notamment l'instrumentation, le traitement des mesures / du signal, l'algorithmie, le processeur, l'apprentissage, la robotique, ...*

## 2.6. FILIERE DE TRANSPORT SPATIAL ECORESPONSABLE

Ce vecteur vise à l'identification et à la maturation des technologies et concepts qui permettront une réduction significative de l'impact environnemental du transport spatial, depuis leur conception jusqu'à leur exploitation. Notamment une réduction de 40% de l'empreinte carbone est visée pour la prochaine génération de lanceurs européens. L'évaluation des différents indicateurs environnementaux (santé humaine, réchauffement climatique, consommation d'eau, biodiversité et ressources naturelles) se fait au moyen d'analyse de cycle de vie. Ces analyses doivent recouvrir l'ensemble des éléments constitutifs de la filière de transport spatial y compris tous les aspects associés aux infrastructures sol. Ainsi, à titre d'exemple, la production de biométhane en Guyane ou d'hydrogène vert sont des briques technologiques, en cours d'évaluation.

*Ce vecteur d'innovation couvre tous les aspects technologiques nécessaires à la constitution d'une filière de transport spatial plus écoresponsable, aussi bien le lanceur que ses moyens de production et de transport depuis l'Europe et l'ensemble du segment sol (moyens de préparation, de mise en œuvre et de poursuite durant le vol).*

## 2.7. ÉTAGE INNOVANT

La recherche d'un bon indice constructif lanceur est un élément clé, à la fois de bonne performance lanceur et de maîtrise du coût de lancement. Il est d'autant plus crucial pour les concepts de lanceur futur dont la référence prioritaire est de type bi-étage bi-liquide. On estime qu'il faut viser à la prochaine génération de lanceur un gain d'un facteur ~ 2 par rapport à la génération existante en Europe, cette cible étant crédibilisée par l'état de l'art mondial. D'autre part, la recherche permanente de réduction de coût récurrent nécessite aussi la maturation de nouvelles technologies. Enfin, l'introduction du couple d'ergols LOx/CH4 et la maturité de nouveaux procédés de fabrication tel que l'ALM offrent de nouvelles opportunités de fonctionnalisation, de simplification, d'optimisation, de flexibilité des étages permettant ainsi de mieux répondre aux demandes de nouvelles missions.

*Ce vecteur d'innovation couvre à la fois les structures / matériaux (gain de masse ; matériaux structuraux multifonctionnels), les procédés de fabrication, d'assemblage et de contrôle innovants, la conception intégrée, les architectures étages optimisées, la gestion du comportement des ergols, les outils et méthodes d'optimisation intégrées ou encore les règles de dimensionnement des étages pour les solutions à base de composite.*

## 2.8. REUTILISATION DE L'ETAGE SUPERIEUR

Ce vecteur d'innovation concerne la réutilisation de l'étage supérieur à l'horizon de la décennie 2030-2040, et intègre à la fois la notion de retour sur Terre en vue d'une nouvelle mission de lancement mais également la notion d'utilisation en orbite après le largage des charges utiles qui reste l'objectif principal. Il peut donc être analysé sous différents angles :

- Définition de nouvelles missions ou fonctions de l'étage supérieur
- Définition de concepts, d'architectures de l'étage supérieur permettant de répondre à ces nouvelles missions ou fonctions
- Maturation de technologies innovantes permettant de réaliser ces nouvelles missions ou fonctions de l'étage supérieur.

Ainsi, de nouvelles missions ou fonctions d'un étage supérieur peuvent être définies, comme par exemple :

- ✓ Pour l'approche spatio-centrée : réutilisation en orbite
  - Stockage d'ergols résiduels pour le refuelling,
  - Mise à disposition d'équipements,
  - Récupération d'un objet pour retour sur Terre ou désorbitation,
  - Capture et désorbitation de débris spatiaux.
- ✓ Pour l'approche géo-centrée : récupération avant réutilisation
  - Retour sur Terre et récupération au sol,
  - Remise en conditions d'aptitude au vol et réutilisation.

*En terme de technologies innovantes, les domaines de protection thermique (chaude ou froide), du « zéro boil-off », du transfert d'ergol, du GNC en vol de retour hypersonique sont des exemples de briques technologiques.*

## **2.9. HEDM**

Il s'agit dans ce vecteur d'innovation de maturer de nouveaux ergols à base de HEDM (High Energy Density Material). Outre la maturation de ce nouvel ergol (synthèse de molécule, caractérisation physico-chimique, caractérisation de la combustion, process de fabrication, stabilité, toxicité...), il est nécessaire de travailler sur les plans techniques et économiques sur de nouveaux concepts de véhicules (architecture système avec un seul ergol, ...), sur de nouvelles technologies permettant de mettre en œuvre un système de transport spatial basé sur cet ergol (réutilisabilité, compatibilité matériaux structure, moyens sol pour sa mise en œuvre, ...).

*Ce vecteur d'innovation couvre les sujets scientifiques et technologiques associés à la caractérisation et la maîtrise de l'utilisation de nouveaux ergols HEDM (synthèse de molécules, schéma cinétique, stockage, injection, allumage, combustion stabilisée, flux thermiques, ...) ainsi que les études de concept de système de transport associé à ces nouveaux ergols.*

## **3. L'innovation libre**

En parallèle des vecteurs d'innovation prioritaires, des innovations technologiques n'apportant pas de contribution spécifique à ces vecteurs peuvent également être proposées sur l'ensemble des dimensions du système de transport spatial y compris sur la base de lancement.

Cela permet de maintenir un effort d'innovation sur le périmètre le plus large possible.

A titre d'exemple, dans nos actions réalisées récemment, nous pouvons citer des travaux sur les procédés de fabrication innovants ciblant des composants du système propulsif ou des travaux sur les moyens de détection précoce d'activité électrique du système de détection foudre lors de période orageuse en zone de lancement.

## **4. La compréhension des phénomènes complexes**

Le système de transport spatial met en jeu un nombre important de phénomènes physiques complexes, pluridisciplinaires et dans des conditions de fonctionnement régulièrement aux frontières de la connaissance scientifique et de la maîtrise technique de ces phénomènes.

Afin de maintenir un système de transport fiable et performant et de préparer les prochaines évolutions de ces systèmes, il est nécessaire de poursuivre les efforts scientifiques et techniques pour améliorer la compréhension des phénomènes complexes.

Afin d'illustrer ce thème, on peut citer les travaux autour de la maîtrise des phénomènes physiques associés à la combustion d'ergols liquides (allumage, instabilités de combustion...), de la compréhension des interactions entre le lanceur et son environnement sur le pas de tir au moment du décollage ou encore de la problématique de la propagation de défaut dans des structures composites.

## 5. Le cheminement d'une idée après cet appel

Suite à la publication de cet appel, les propositions d'activité peuvent être déposées tout au long de l'année (principe de la captation permanente d'idées).

La levée/sélection des idées est ensuite effectuée périodiquement (typiquement 3 fois par an), via des sessions d'évaluation.

La 1<sup>ère</sup> levée sera ainsi effectuée le **15 Septembre 2022**. Les propositions seront évaluées par un comité d'experts CNES, puis la sélection sera validée par un comité directeur, pour décision d'engagement.

**Nota Bene : Les fiches de proposition ne sont pas confidentielles, toutefois si nécessaire, la diffusion d'informations plus détaillées pourra se faire via un accord de confidentialité.**

**Nota Bene 2 : Pour les activités de moins de 100 k€, les fiches de proposition feront office de proposition technique et financière.**

Le CNES Direction du Transport Spatial s'engage à répondre à toutes les entités ayant présenté une proposition, soit positivement quand elle a été acceptée par le comité directeur, soit négativement quand elle n'a pas été acceptée, en indiquant la raison de ce refus.

## 6. Critères de sélection

---

4 critères de sélection seront appliqués pour la sélection des propositions :

- ❖ C1 : Apporter de l'innovation (que ce soit en réponse aux vecteurs d'innovation prioritaires du Transport Spatial ou en innovation libre) ou améliorer la compréhension des phénomènes complexes impliqués dans le transport spatial,
- ❖ C2 : Favoriser la montée en compétence et l'expertise de l'écosystème du transport spatial y compris sur la base de lancement (industriels ou scientifiques),
- ❖ C3 : Favoriser les effets de levier technique (au travers de coopérations) ou économique (via l'entrepreneuriat ou la création d'emploi, ou l'utilisation dans un autre secteur économique, etc...), en particulier si les retombées potentielles sur le marché sont identifiées comme substantielles,
- ❖ C4 : Contribuer à minimiser l'impact environnemental dans tous les domaines du transport spatial (par exemple via la réduction de l'empreinte carbone).

## 7. Comment nous faire parvenir vos idées ?

---

Dans le cadre du nouveau processus de recueil d'idées, nous mettons en place une plateforme pour le dépôt des propositions.

La plateforme est accessible en suivant le lien :

<https://rd-cnes.wiin.io/fr/directories/appels-a-idees-ouverts>

Vous pourrez retrouver l'ensemble des informations contenus dans ce document ainsi que le format du dossier de soumission de vos idées à partir du 14 Juillet 2022.

Pour rappel, la levée d'idées sera réalisée le **15 Septembre 2022**.

Afin de sécuriser le processus de dépôt de dossiers, nous maintenons en place en parallèle le dépôt par envoi par mail à l'adresse **innovation-dts@cnes.fr**.

Les propositions sont à retourner dans le format de l'annexe 1 ci-après, en version Word, pour faciliter le traitement lors de la phase d'analyse et d'évaluation interne au CNES. Le format est également disponible sur le site web du CNES présentant l'appel à idées.

Quelques conseils et précautions :

- **Une seule fiche par proposition.** Dans le cas où plusieurs fiches sont complémentaires, signalez ce lien entre les différentes fiches,
- N'hésitez pas à **illustrer les concepts proposés** si vous le pouvez,
- **Nommez les fichiers** en signalant le nom de votre entité et les mots clés de la proposition,
- **Ne vous censurez pas !** Sur le format : si votre idée est en gestation, remplissez uniquement ce qui vous paraît pertinent pour amorcer une discussion technique avec nos équipes.

Si vous avez besoin de renseignements complémentaires, n'hésitez à prendre contact par mail à l'adresse suivante : **innovation-dts@cnes.fr**.

## **8. Autres appels pour la préparation du futur du « Transport Spatial »**

---

Pour information, le présent appel à idées vient en complément d'autres appels de la Direction du Transport Spatial du CNES rappelés ci-dessous.

### **8.1. CONCOURS ETUDIANTS « LANCE LE FUTUR »**

« Lance le futur » est un concours pour les étudiants (préparant un diplôme d'au moins BAC+2), qui vise à faire émerger des idées innovantes sur le transport spatial de demain. Basé sur la relation forte du CNES avec le milieu académique, ce concours vise à faire émerger des vocations chez les étudiants et ainsi faire croître l'écosystème du spatial français.

Ce sera l'occasion de découvrir, d'approfondir, de faire grandir les connaissances des étudiants dans le domaine spatial et d'essayer de répondre aux grands défis de demain !

Ce concours est ainsi organisé de Mai 2022 à Juin 2023

Pour plus de renseignements : <https://entreprises.cnes.fr/fr/concours-lance-futur-2022>.

### **8.2. APPEL A SUJET DE THESES ET POST-DOC**

Cet appel annuel s'adresse uniquement aux laboratoires français, pour des sujets de thèse ou post-doctorat, en s'appuyant également sur les vecteurs d'innovation prioritaires décrits en § 2, ainsi que sur l'amélioration de la compréhension des phénomènes complexes.

Un prochain appel devrait se dérouler à partir de Septembre 2022 pour des propositions de sujets de thèses et post-doc pour la rentrée scolaire 2023.

Pour plus de renseignements : <https://cnes.fr/fr/theses-post-doctorats>.

## 9. Annexes

### 9.1. ANNEXE 1 – FORMAT DE FICHE

*Petite illustration symbolique*

<u>Fiche de Proposition d'Activités</u>	Fiche émise par : YYYYYY Fiche n° : XXXX Rev : 0 du XX/XX/2021 Redacteur :
<u>Titre : XXXXXXXX</u>	
<u>Mots clefs:</u> <i>Ex : Concepts lanceur biodégradable, Propulsion à ressort, Structures moles, Avionique sans pilote, etc</i>	

#### Objectif de l'activité :

*Problématique initiale / objectifs techniques visés durant l'étude, à plus long terme.*

#### Contexte technique :

*Indiquer :*

- *la maturité du sujet, État de l'art, les études antérieures,*
- *le positionnement vis-à-vis R&T interne ou externe (ESA, UE, DGA, autres),*

*Identifier les retombées potentielles en termes de :*

- *caractère innovant,*
- *ampleur des résultats attendus sur le plan scientifique et technique,*
- *ouverture d'un marché important en matière industrielle, ou retombées possibles dans d'autres secteurs que celui de l'objectif principal (dualité, missions commerciales, grand public),*
- *avancées technologiques (validation de nouvelles technologies spatiales).*

#### Contexte programmatique :

**Objectif (cocher l'une des deux cases)**

- Innovation libre ou en lien avec un vecteur d'innovation prioritaire*       *Compréhension phénomènes complexes*

**Si innovation en lien avec un ou des vecteurs d'innovation (cocher la ou les cases)**

- Propulsion LOX-CH4 & réutilisable*       *Réutilisation 1<sup>er</sup> étage*       *Sauvegarde autonome*
- Solution de transport dans l'espace*       *Système de transport intelligent*       *Filière de transport spatial écoresponsable*
- Etage innovant*       *Réutilisation supérieur étage*       *High Energy Density Material*

#### Description de l'action, étapes clés, durée, TRL (pour la R&T) :

*Description des activités, phasage sommaire, extensions éventuelles sur l'année suivante.*

TRL (Technology Readiness Level pour les activités R&T) :

En début de l'activité proposée :      A la fin de l'activité proposée

**Interface, synergie, partenariat**

Entrées/sorties éventuelles autres études/activités, partenariat et coopération proposés/en place, ouvertures futurs possibles au sein de l'écosystème lanceur.

**Détail des coûts unitaires**

Ce détail des coûts n'est communiqué qu'à titre indicatif et n'est nullement engageant pour le CNES. Il devra faire apparaître la part financée pour chacun des partenaires impliqués.

- Répartition des coûts par année en € HT

	2023	2024	2025	2026
Montant demandé au CNES				

- Tableau destiné aux industriels

1- MAIN D'ŒUVRE DIRECTE	NBRE UNITES D'ŒUVRE	TAUX UNITE D'ŒUVRE	MONTANT en € HT
1.1 Ingénieurs			
1.2 Techniciens			
1.3 Ouvriers			
<b>Total des heures et des coûts de main d'œuvre</b>			
<b>2 - MOYENS INTERNES DE PRODUCTION</b>			
<b>3 - APPROVISIONNEMENTS</b>			
<b>5 - FRAIS HORS PRODUCTION</b>			
<b>PRIX DE VENTE TOTAL</b>			
<b>MONTANT FINANCE PAR L'INDUSTRIEL</b>			
<b>MONTANT FINANCE PAR LE CNES</b>			

- Tableau destiné aux laboratoires de recherche

**BUDGET DEMANDE AU CNES PAR LABORATOIRE**

**A - MATERIELS INVENTORIABLES (liste et valeur d'achat HT du matériel inventorable de plus de 10 000 € HT)**

<b>TOTAL MATERIELS INVENTORIABLES (théoriquement 100 % / année N de l'achat du matériel)</b>				
<b>B - ETUDES ET REALISATIONS, MATERIELS NON INVENTORIABLES</b>				
<b>TOTAL ETUDES / REALISATIONS / MATERIELS NON INVENTORIABLES</b>				
<b>C - MISSIONS</b>				
Nombre participants	Destination	Nombre jours	Coût journalier	Coût voyage
<b>TOTAL MISSIONS PAR LABORATOIRE</b>				
<b>D - PERSONNEL (Vacations/Stagiaires. Les personnels en CDD ne figurent pas sur cette fiche)</b>				
<i>Indemnités X Euros/mois pendant Y mois</i>				
<b>TOTAL PERSONNEL</b>				
<b>TOTAL H.T. A + B + C + D</b>				
<b>FRAIS DE LABORATOIRE 5,5 % maximum</b>				
<b>FRAIS DE GESTION 2,5 % maximum</b>				
<b>TOTAL H.T. FINANCE PAR LE CNES A + B + C + D + FRAIS DE GESTION</b>				
<b>AUTRES MOYENS UTILISES PAR LE PROJET</b>				
<b>E - PERSONNEL TECHNIQUE DU PROPOSANT</b>				
Qualification x X mois x Y/mois				
<b>TOTAL PERSONNEL TECHNIQUE DU PROPOSANT</b>				
<b>F - FINANCEMENTS EXTERNES</b>				
Qualification x X mois x Y/mois				
<b>TOTAL FINANCEMENTS EXTERNES</b>				
<b>TOTAL PARTICIPATION DU LABORATOIRE</b>				
<b>TOTAL COUT ACTIVITE</b>				

## 9.2. ANNEXE 2 : ÉCHELLE DE MATURATION DES TECHNOLOGIES

TRL : Technology Readiness Level

**LA VERSION J-C MANKINS (1995)**  
**\*MODIFIÉE ISO 16290 (2013)**

