



## Cahier des charges pour la conception et réalisation du contrôle thermique passif des bancs optiques NanoMagSat

Date : 05/08/2025	Révision :
Projet ou contrat concerné : NanoMagSat	Code projet : <b>NMS</b>
N / Réf. : NMS-CEA-CDC-018	V / Réf : 1_0

"Protection des informations : *Cocher la case* :

☒ Le présent cahier des charges ne contient aucune information de niveau « Diffusion Restreinte » ou « classifiées » ou relevant de la protection du potentiel scientifique et technique de la nation, ce qui permet la mise en ligne de ce document sur la plate-forme dématérialisée du CEA,

☐ Le présent cahier des charges contient des informations Diffusion Restreinte (DR) ou relevant de la Protection du Potentiel Scientifique et Technique de la Nation de ce fait la mise en ligne sur la plateforme dématérialisée du CEA de ce document **est possible via un conteneur chiffré ZED !**,

☐ Le présent cahier des charges contient des informations classifiées, de ce fait **la mise en ligne** sur la plate-forme dématérialisée du CEA de ce document **est strictement interdite**."

<b>Participants :</b>	<b>T. JAGER, J.M. LEGER</b>				
	<b>Nom</b>	<b>Fonction</b>	<b>Entité</b>	<b>Date</b>	<b>Signature</b>
<b>Rédacteur(s) :</b>	<b>J-M. LEGER</b>	<b>Responsable programme</b>	<b>LETI/DSYS/DIR</b>		
<b>Vérificateur(s)</b>	<b>T. JAGER</b>	<b>Chef de projet</b>	<b>LETI/DSYS/SSCE/LAIC</b>		
<b>Vérificateur(s)</b>	<b>S.BOISSEAU</b>	<b>Chef de laboratoire</b>	<b>DSYS/SSCE/LAIC</b>		
<b>Approbateur(s)</b>	<b>M. PLISSONNIER</b>	<b>Chef de service</b>	<b>DSYS/SSCE</b>		
<b>Liste de diffusion</b>	<u>CEA-LETI</u> : Equipe NanoMagSat LETI				

## HISTORIQUE

Objet des modifications	Date	Version
Création	05/08/2025	1.0
Modification et finalisation	15/10/2025	VF

## RESUME

Le CEA développe un projet relatif à la spatialisation des magnétomètres hélium-4 « MAM » et « HFM » dans le cadre de la proposition de mission NanoMagSat en réponse au programme SCOUT de l'ESA.

Le présent cahier des charges décrit le contenu de la prestation attendue pour la conception et réalisation du contrôle thermique passif des bancs optiques NanoMagSat, sur lesquels sont montés le magnétomètre MAM et deux caméras stellaires (STR) destinées à mesurer avec une grande précision l'attitude du banc optique.

## MOTS-CLES

MLI, coating SSM, banc optique

NMS	NMS-CEA-CDC-018	05/08/2025	1	15/10/2025	2/10
Projet	Référence	Date	Edition	Révision	Page n°

## SOMMAIRE

<b>SOMMAIRE</b> .....	<b>3</b>
<b>FIGURES</b> .....	<b>4</b>
<b>TABLEAUX</b> .....	<b>4</b>
<b>GLOSSAIRE</b> .....	<b>5</b>
<b>1 Documentation</b> .....	<b>6</b>
1.1 Documents applicables.....	6
1.2 Documents de référence.....	6
<b>2 Introduction</b> .....	<b>7</b>
<b>3 Présentation du projet et du nano-satellite « NanoMagSat »</b> .....	<b>7</b>
<b>4 Objet de la prestation</b> .....	<b>7</b>
<b>5 Prestations</b> .....	<b>7</b>
5.1 Phase 1 : Conception du contrôle thermique passif.....	7
5.2 Phase 2 : Réalisation d'un modèle de test destiné à l'intégration sur l'EQM.....	7
5.3 Phase 3 : Approvisionnement des éléments pour réalisation de quatre modèles.....	8
5.4 Phase 4 : Réalisation et intégration des trois modèles de vol .....	8
<b>6 Calendrier et fournitures :</b> .....	<b>8</b>
<b>7 Suivi de la prestation</b> .....	<b>9</b>

NMS	NMS-CEA-CDC-018	05/08/2025	1	15/10/2025	3/10
Projet	Référence	Date	Edition	Révision	Page n°

## FIGURES

Figure relative à la configuration du contrôle thermique du banc optique en annexe

## TABLEAUX

Tableau 1 : glossaire .....	5
Tableau 2 : documents applicables.....	6
Tableau 3 : documents de référence .....	6

NMS	NMS-CEA-CDC-018	05/08/2025	1	15/10/2025	4/10
Projet	Référence	Date	Edition	Révision	Page n°

## GLOSSAIRE

EQM	Engineering Qualification Model
LEO	Low Earth Orbit
MAM	Miniature Absolute Magnetometer
MLI	Multi Layer Insulation
NMS	NanoMagSat
SSM	Secondary Surface Mirror
STR	Star Tracker
TBC	To Be Confirmed
TBD	To Be Defined

*Tableau 1 : glossaire*

NMS	NMS-CEA-CDC-018	05/08/2025	1	15/10/2025	5/10
Projet	Référence	Date	Edition	Révision	Page n°

## 1 Documentation

### 1.1 Documents applicables

N°	Référence du document	Titre	Source
DA 1			

Tableau 2 : documents applicables

### 1.2 Documents de référence

N°	Référence du document	Titre	Source
DR 1			

Tableau 3 : documents de référence

NMS	NMS-CEA-CDC-018	05/08/2025	1	15/10/2025	6/10
Projet	Référence	Date	Edition	Révision	Page n°

## 2 Introduction

Dans le cadre du programme spatial NanoMagSat en réponse au call SCOUT de l'ESA, le CEA est responsable de la charge utile des trois satellites. Cette charge utile comprend deux magnétomètres hélium-4, dits « MAM » et « HFM », des caméras stellaires (STR), des sondes de Langmuir ainsi qu'un mât déployable à l'extrémité duquel se trouve un banc optique. Celui-ci a pour vocation de garantir un transfert d'attitude à mieux que 3 arcsec entre les référentiels des caméras stellaires et celui du magnétomètre MAM. A ce titre il convient de contrôler les distorsions de ce banc, ce qui impose notamment de maîtriser les gradients de température qu'il subit

Le présent cahier des charges décrit le contenu de la prestation attendue pour la conception et réalisation du contrôle thermique passif des bancs optiques NanoMagSat.

## 3 Présentation du projet et du nano-satellite « NanoMagSat »

NanoMagSat est un projet de constellation de trois nano satellites avec pour mission l'étude du champ magnétique et ionosphérique terrestre.

La constellation évolue sur des orbites de type LEO de 570km et 88° et 60° selon les satellites avec une durée de mission visée de 4 ans.

Ce projet s'inscrit dans une philosophie « new space » bas coût en vue de proposer une solution d'observation du champ magnétique terrestre long terme, en complément du réseau d'observatoires terrestres Intermagnet.

## 4 Objet de la prestation

La prestation attendue correspond à la conception puis la réalisation du contrôle thermique passif des bancs optiques NanoMagSat pour les modèles EQM, FM (3) ainsi que l'approvisionnement de la matière nécessaire à la réalisation d'un spare au cas où cela s'avère nécessaire.

## 5 Prestations

### 5.1 Phase 1 : Conception du contrôle thermique passif

Le prestataire procèdera dans un premier temps à la conception préliminaire du contrôle thermique passif du banc optique, sur la base de la configuration définie lors d'études thermiques et thermoélastiques antérieures et rappelée sur la figure en annexe.

Il devra à ce titre prendre en compte les fortes contraintes d'encombrement à respecter, les différents éléments du contrôle thermique devant s'inscrire dans le volume détaillé dans le fichier NMS\_MLI-V03.STEP (lien de téléchargement :

<https://filesender.renater.fr/?s=download&token=78ad8056-ee96-4ebe-85a3-5c416c13b796>).

Un soin particulier sera notamment apporté au raccordement à la masse des différents éléments pour éviter la circulation de courants thermoélectriques.

### 5.2 Phase 2 : Réalisation d'un modèle de test destiné à l'intégration sur l'EQM

Suite à la définition préliminaire, un modèle de test sera réalisé par le prestataire qui viendra ensuite l'intégrer soit dans nos locaux (CEA-Leti à Grenoble) soit chez le fabricant du banc optique (Comet Aerospace à Valence, Espagne) voire le maître d'œuvre satellite (Open Cosmos à Harwell, Royaume Uni). Réalisé à partir de composants identiques en termes d'approvisionnement à ceux des futurs modèles de vol, il aura pour fonction de valider la

NMS	NMS-CEA-CDC-018	05/08/2025	1	15/10/2025	7/10
Projet	Référence	Date	Edition	Révision	Page n°

conception précédente, et le cas échéant d'identifier les points qu'il conviendrait d'améliorer/corriger. Le prestataire sera informé un mois à l'avance du lieu d'intégration.

### 5.3 Phase 3 : Approvisionnement des éléments pour réalisation de quatre modèles

Il sera procédé à l'approvisionnement des composants nécessaires pour la réalisation de quatre modèles (3 modèles de vol et 1 SPARE dont l'intégration n'est pas prévue dans le cadre de ce marché).

### 5.4 Phase 4 : Réalisation et intégration des trois modèles de vol

En s'appuyant sur la conception détaillée finale intégrant les éventuelles mises à jour issues de l'intégration du modèle de test, les éléments du contrôle thermique des trois modèles de vol des bancs optiques seront fabriqués par le prestataire, puis intégrés soit dans nos locaux soit dans ceux de Comet Aerospace ou Open Cosmos comme pour le modèle de qualification.

## 6 Calendrier et fournitures :

Les fournitures et délais attendus au titre des lots décrits précédemment sont détaillés dans le tableau ci-dessous ( $T_0$  date de démarrage du projet,  $T_1$  date de fin des tests en vibration EQM, aujourd'hui prévue fin 09/2026 mais susceptible de glissement) :

Phases	Livrable	Délai maximum
Phase 1 : Conception préliminaire du modèle de test	Dossier de conception préliminaire	$T_0 + 1$ mois
Phase 2 : Fabrication et intégration du modèle de test	Modèle EQM intégré	$T_0 + 4,5$ mois
Conception détaillée -si modifications suite à l'intégration EQM-	Dossier de conception détaillée	$T_0 + 5,5$ mois
Phase 3 : Approvisionnements pour la réalisation de quatre modèles	Certificat de réception des approvisionnements	$T_1 + 2,5$ mois
Phase 4 : Fabrication et intégration des trois modèles de vol	Modèles FM1, FM2 & FM3 intégrés + documentation suivante : DML/DPL/DMPL, CC matière, RCI, bilan de masse	FM1 : $T_1 + 4$ mois FM2 : $T_1 + 5$ mois FM3 : $T_1 + 6$ mois

NMS	NMS-CEA-CDC-018	05/08/2025	1	15/10/2025	8/10
Projet	Référence	Date	Edition	Révision	Page n°



## 7 Suivi de la prestation

Il est prévu a minima :

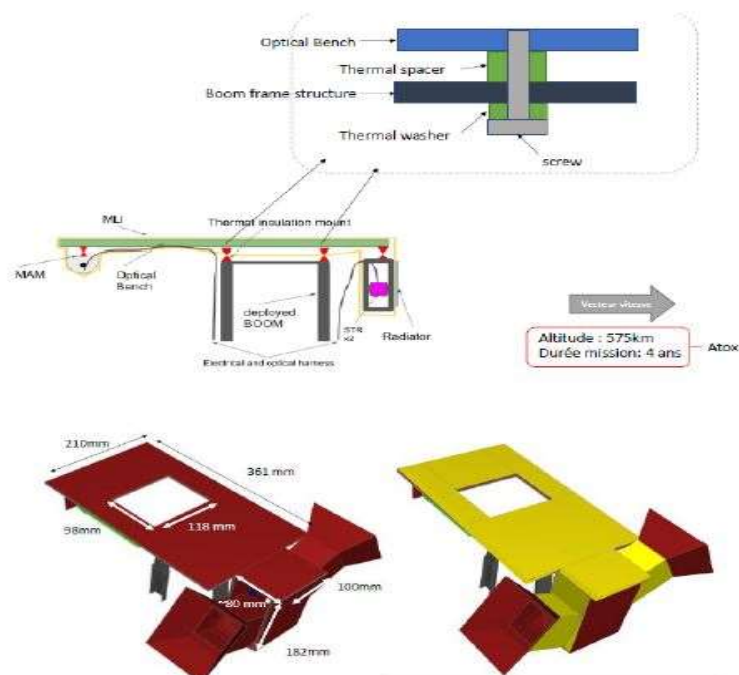
- une réunion de démarrage
- une réunion de présentation de la conception préliminaire en fin de phase 1
- un point mensuel téléphonique/visio

NMS	NMS-CEA-CDC-018	05/08/2025	1	15/10/2025	9/10
Projet	Référence	Date	Edition	Révision	Page n°

Les informations contenues dans le présent document sont la propriété des contractants. Il ne peut être reproduit ou transmis à des tiers sans l'autorisation expresse des contractants.

---

ANNEXE : Configuration du contrôle thermique du banc optique



A noter que le MAM devant opérer autour de 20°C alors que les caméras stellaires pour leur part fonctionnent à température plutôt négative, la MLI est en fait scindée en deux cavités distinctes : l'une enveloppant la partie plane du banc optique (en vert sur la figure ci-dessus) et l'autre autour du support des caméras stellaires (en noir à droite de la même illustration)

NMS	NMS-CEA-CDC-018	05/08/2025	1	15/10/2025	10/10
Projet	Référence	Date	Edition	Révision	Page n°

Les informations contenues dans le présent document sont la propriété des contractants. Il ne peut être reproduit ou transmis à des tiers sans l'autorisation expresse des contractants.