

CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES : CONDUITE DE PROJETS ET DE MISSIONS COMMUN(E)S POUR LA MUTUALISATION DES COMPETENCES ET SUPPORT AUX ACTIVITES DU SERVICE LABORATOIRE & EXPERTISE

	Nom et sigle	Date et signature
Préparé par	Bernard BARADAT Chef du service DTN/QE/LE	date.
Application autorisée par	Alain MALLET Sous Directeur DTN/QE	date.

DIFFUSION INTERNE/EXTERNE			
Sigle/Société	Nom (+ adresse email si externe)	Observation pour	
		Action	Information
DTN/QE/LE	Tous les agents		X
DAR/OAR/ILI	N. CARNESECCHI	X	
DAR/OAR/RPI	S. COSTE		X
SG/DJ/JC	P. LOVICONI ; J. GUIRAL		X

Page d'analyse documentaire

Classification (+ qualification pour Diffusion Limitée) : Non sensible		
Mots clés : Laboratoire expertise, compétences communes, intérêts communs, méthodologies		
Rédacteur : BARADAT Bernard		
<p>Résumé :</p> <p>Au sein du Centre Spatial de Toulouse, le laboratoire d'expertise met en œuvre des moyens techniques permettant la réalisation d'analyse technologique, de défaillance dans des domaines variés tels que les composants électroniques, les matériaux, les mécanismes et de manière plus générale sur les systèmes destinés aux applications spatiales.</p> <p>Le laboratoire d'expertise intervient dans toutes les phases des projets du CNES ainsi que dans le support aux actions de préparation du futur (R&T, Démonstrateurs, ...).</p> <p>Le Laboratoire d'expertise, implanté sur une surface d'environ 1 200m², est composé de quatre pôles d'activités (Matériaux/mécanismes, Analyse électrique, Analyse technologique et Contamination) et est doté d'environ 600 moyens d'essai dont une quinzaine de très gros moyens. Les capacités du laboratoire permettent de mener un nombre d'expertise important (jusqu'à 500 expertises/an).</p> <p>En addition des besoins propres du CNES (projets ou préparation de l'avenir), l'offre de services du Laboratoire d'Expertise a pour vocation à être accessible à un écosystème large, celui du spatial en priorité. Pour cela, le service du CNES (DTN/QE/LE) s'appuie sur un ensemble de partenaires qui maîtrisent, avec les agents du CNES, l'étendue des moyens disponibles et techniques mises en œuvre pour assurer la soutenabilité de la demande provenant de l'écosystème.</p> <p>L'objet de ce document est de définir les différentes prestations pour lesquelles le service recherche un support afin de contribuer à satisfaire ses missions, ainsi que les modalités associées.</p>		
Gestion en configuration : non	A dater du :	Par :
Contrat :		
Logical(s) hate : Word MS-Office	Nombre de pages supplémentaires :	

HISTORIQUE DES MODIFICATIONS

Version	Date	Chapitres modifiés / Raison / Nature de l'évolution
1.0	09.06.2026	Création

SOMMAIRE

1	OBJET	6
2	TERMINOLOGIE – SIGLES	6
3	DOCUMENTATION	6
3.1	DOCUMENTATION APPLICABLE	6
3.2	DOCUMENTS DE REFERENCE	6
4	GENERALITES	6
5	PRESTATIONS A REALISER ET EXIGENCES ASSOCIEES	7
5.1	PROJETS/MISSIONS COMMUNS	7
5.1.1	IMAGERIE MAGNETIQUE	7
5.1.2	ANALYSES TECHNOLOGIQUES ET FIABILITE	9
5.1.3	TECHNIQUES DE CONTROLE NON DESTRUCTIF	10
5.2	DELEGATION DE TACHES	11
5.2.1	CLASSIFICATION DES MOYENS	11
5.2.2	LES UNITES D'OEUVRE	11
5.3	AUTORISATION D'UTILISATION DES MOYENS	14
6	EXIGENCES GENERALES	14
6.1	EXIGENCES RSE	14
6.2	LIEU(X) DE REALISATION DES PRESTATIONS	15
7	ORGANISATION	15
7.1	COMITE DE SUIVI	15
7.1.1	ROLE DU COMITE DE SUIVI	15
7.1.2	COMPOSITION DU COMITE DE SUIVI	15
7.1.3	FREQUENCE DU COMITE DE SUIVI	15
7.2	COMITE DE PILOTAGE	15
7.2.1	ROLE DU COMITE DE PILOTAGE	16
7.2.2	COMPOSITION DU COMITE DE PILOTAGE	16
7.2.3	FREQUENCE DU COMITE DE PILOTAGE	16

8 SANTE, SECURITE, PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT	16
8.1 REGLEMENT INTERIEUR.....	16
8.2 MODALITES.....	16
8.2.1 RESPONSABILITE	17
8.2.2 FORMATION	17
8.2.3 ORGANISATION DES CONTROLES « EVALUATION DES RISQUES ».....	17
8.2.4 INTERVENTIONS D'ENTREPRISES EXTERIEURES MANDATEES PAR LE SOUMISSIONNAIRE.....	17
8.2.5 ENVIRONNEMENT	17

1 OBJET

Au sein du Centre Spatial de Toulouse, le laboratoire d'expertise met en œuvre des moyens techniques permettant la réalisation d'analyse technologique, de défaillance dans des domaines variés tels que les composants électroniques, les matériaux, les mécanismes et de manière plus générale sur les systèmes destinés aux applications spatiales.

Le laboratoire d'expertise intervient dans toutes les phases des projets du CNES ainsi que dans le support aux actions de préparation du futur (R&T, Démonstrateurs, ...).

Le Laboratoire d'expertise, implanté sur une surface d'environ 1 200m², est composé de quatre pôles d'activités (Matériaux/mécanismes, Analyse électrique, Analyse technologique et Contamination) et est doté d'environ 600 moyens d'essai dont une quinzaine de très gros moyens. Les capacités du laboratoire permettent de mener un nombre d'expertise important (jusqu'à 500 expertises/an).

En addition des besoins propres du CNES (projets ou préparation de l'avenir), l'offre de services du Laboratoire d'Expertise a pour vocation à être accessible à un écosystème large, celui du spatial en priorité. Pour cela, le service du CNES (DTN/QE/LE) s'appuie sur un ensemble de partenaires qui maîtrisent, avec les agents du CNES, l'étendue des moyens disponibles et techniques mises en œuvre pour assurer la soutenabilité de la demande provenant de l'écosystème.

L'objet de ce document est de définir les différentes prestations pour lesquelles le service recherche un support afin de contribuer à satisfaire ses missions, ainsi que les modalités associées.

Trois prestations sont ainsi présentées dans ce document. Il s'agit de :

- Définir et conduire des projets/missions commun(e)s dans le but de mutualiser des compétences afin de développer de nouvelles méthodologies d'expertise pour se maintenir à l'état de l'art. (**Cf §5.1 Projets/Missions Communs**)
- Réaliser des activités techniques pour le compte du CNES. (**Cf §5.2 Délégation de tâches**)
- Autoriser le(s) futur(s) titulaire(s) à utiliser les moyens du laboratoire à des fins commerciales (**Cf §5.3 Autorisation d'utilisation des moyens**).

2 TERMINOLOGIE – SIGLES

3 DOCUMENTATION

3.1 DOCUMENTATION APPLICABLE

3.2 DOCUMENTS DE REFERENCE

4 GENERALITES

Les soumissionnaires doivent disposer de tout ou partie des capacités/compétences techniques couvrant les domaines d'application suivants :

- Tests Électrique sur composants passifs/actifs, techniques de localisation de défauts électriques.
- Analyses Technologiques/Défaillances sur systèmes divers (composants électroniques, cartes, technologies d'assemblage, packaging...)
- Analyses Matériaux/Mécanismes au niveau élémentaire et système (moteur de panneaux solaires, microvannes, etc...).

5 PRESTATIONS A REALISER ET EXIGENCES ASSOCIEES

5.1 PROJETS/MISSIONS COMMUNS

Trois thématiques essentielles aux besoins du laboratoire ont été identifiées et sont présentées ci-après pour établir des projets/missions d'intérêt commun entre les parties.

Pour cela, le principe fondamental de ces projets d'intérêt commun est défini sur les bases ci-après :

Le Laboratoire d'Expertise du CNES :

- Assure majoritairement l'investissement et met à disposition les moyens techniques mis en œuvre dans les projets.
- Propose et réalise des développements de techniques/méthodologies en lien avec la thématique définie.
- Participe activement à la mise en œuvre et aux développements des méthodologies
- Selon le besoin, encadre des stages, des doctorants en lien avec la thématique définie.

Le soumissionnaire :

- Propose et réalise des développements de techniques/méthodologies en lien avec la thématique définie.
- Participe activement à la mise en œuvre et aux développements des méthodologies
- Selon le besoin, encadre des stages, des doctorants en lien avec la thématique définie.
- Peut contribuer ou approvisionner certains moyens techniques.

Les activités mentionnées ci-dessus sont considérées réalisées en commun afin d'une part de bénéficier des expertises/expériences réciproques, et d'autre part de les développer en commun afin d'assurer le maximum de capitalisation. Le processus de suivi est présenté en §7 Organisation du présent document.

Le soumissionnaire pourra proposer des projets/missions de développement commun, orientés et en cohérence avec les activités opérationnelles du laboratoire, en complément des thématiques proposées.

5.1.1 IMAGERIE MAGNETIQUE

5.1.1.1 DESCRIPTION

La technique MCI (Magnetic Current Imaging) permet de localiser les chemins de courant traversant le circuit, et notamment les défauts suivants :

- Localisation de courts-circuits
- Localisation de courants de fuite
- Localisation de circuits ouverts

Toutes ces méthodes de localisation ont l'avantage, par rapport à d'autres techniques, d'être très peu invasives. Il est possible de réaliser des localisations sur des composants intégrés encapsulés de part la transparence des packagings aux champs magnétiques. Des exemples de localisation de défauts sont donnés ci-après :

- Analyser les [CAF \(Conductive Anodic Filament\)](#), mécanismes de défaillance dans lesquels des filaments métalliques se forment dans des PCB multicouches à cause d'une migration

électrochimique, ce qui entraîne des courants de fuite difficiles à identifier sans « endommager » le PCB.

- Lors d'une décharge électrostatique, on peut localiser les structures de protection ESD endommagées (sans ouverture du composant).

De plus, l'utilisation des images magnétiques « brutes » permet de caractériser magnétiquement différents éléments:

- des aimants permanents,
- des électroaimants,
- mesures d'alignement magnétique (grâce à la superposition de l'imagerie magnétique et de l'image optique)

Ces techniques de caractérisations magnétiques sont très intéressantes pour des dispositifs électromécaniques (vannes, relais, géophones, etc.). Ceci a déjà été mis en place pour apporter du support à différents projets internes (Dragonfly, Farside Seismic Suite, MMX).

Enfin, le couplage (superposition) d'images acquises en courant (IMC) avec des images RX issues des tomographes disponibles dans le laboratoire permettrait d'obtenir une représentation 3D hybride dans laquelle on pourrait identifier précisément la circulation du courant en 3D (quelle métallisation, quel composant, quelle via de PCB, etc.) Ceci permettrait une localisation en X, Y et Z dans un composant non ouvert (donc non invasif) ou dans une carte PCB multicouche.

Le CNES a acquis récemment un nouveau moyen d'imagerie magnétique (rareté) qui permet d'envisager de développer sur ce domaine des techniques à l'état de l'art très complémentaires...

5.1.1.2 EXIGENCES

5.1.1.2.1 COMMUN_IM_001

Mettre au point les techniques usuelles d'investigations en collaboration avec le CNES.

5.1.1.2.2 COMMUN_IM_002

Proposer et développer de nouvelles méthodes d'investigations (couplage avec l'imagerie RX par exemple) présentant un intérêt commun pour les parties.

5.1.1.2.3 COMMUN_IM_003

Participer aux rayonnements du laboratoire via la rédaction commune de publications pour des revues techniques et des colloques.

5.1.1.2.4 COMMUN_IM_004

Participer au maintien en conditions opérationnelles des moyens techniques mis en œuvre.

5.1.1.2.5 COMMUN_IM_005

Proposer et encadrer des stages étudiants, des doctorants sur la thématique de l'imagerie magnétique.

5.1.2 ANALYSES TECHNOLOGIQUES ET FIABILITE

5.1.2.1 DESCRIPTION

Le laboratoire d'expertise mène des analyses technologiques/constructions, de défaillances ainsi que des tests de fiabilité de manière régulière et adresse tous types « d'objets » (composants électroniques passif/actif, systèmes intégrés dans des packaging complexe) destinés à des applications spatiales.

L'expertise de ces objets nécessite la mise au point régulière de nouvelles méthodologies d'investigation de part l'unicité des cas à étudier.

Des techniques d'expertise spécifiques telles que l'EBIC, la cathodoluminescence, l'EBSO sont des techniques maîtrisées au sein du laboratoire. Elles nécessitent cependant une adaptation continue aux différents cas rencontrés. Un des objectifs est de mettre en commun les compétences acquises lors d'études de cas et de les adapter aux technologies plus exotiques telle que les composants optoélectroniques, grand gap, hybrides,...

Un autre volet concerne le support au développement du design de composants complexes par l'utilisation du FIB Edit (« moyen lourd » et rare). Les réparations/modifications de circuits complexes nécessitent des compétences diverses comme la maîtrise du moyen FIB, la préparation de l'échantillon tout en conservant la fonctionnalité du circuit à traiter. Cela étant, la fiabilité des réparations/modifications n'est pas connue à ce jour et des études sont à mener afin d'estimer la fiabilité d'un produit modifié qui pourrait être utilisé sur des systèmes en développement/opération. L'utilisation de circuit réparé/modifié pourrait être envisagée sur des équipements EM/QM (voire même PFM/FM) suite à des essais de fiabilité (lifetest, On/Off, essais environnementaux).

Enfin dans le cadre d'analyse de défaillance, des moyens spécifiques de localisation de défauts électriques sont mis en œuvre. Ces techniques (bien qu'à l'état de l'art) nécessitent le développement d'interface et une certaine adaptation des « setup » pour la mise en œuvre des composants soumis à investigation. Le développement continu permet de capitaliser les connaissances/compétences dans ces techniques de localisation de défauts.

Par de la veille technologique sur les technologies les plus avancées, l'ensemble de ces méthodes pourraient être mises en œuvre afin de se préparer à leur arrivée dans les systèmes spatiaux.

5.1.2.2 EXIGENCES

5.1.2.2.1 COMMUN_TECH_001

Proposer, adapter et développer de nouvelles méthodologies permettant d'adresser les technologies futures.

5.1.2.2.2 COMMUN_TECH_002

De manière générale, proposer et développer de nouvelles méthodes d'investigation en lien avec les intérêts communs du laboratoire.

5.1.2.2.3 COMMUN_TECH_003

Participer au rayonnement du laboratoire via la rédaction commune de publications pour des revues techniques et des colloques.

5.1.2.2.4 COMMUN_TECH_004

Participer au maintien en conditions opérationnelles des moyens techniques mis en œuvre.

5.1.2.2.5 COMMUN_TECH_005

Proposer et encadrer des stages étudiants, des doctorants sur la thématique de l'analyse de construction, des techniques de localisation de défauts.

5.1.3 TECHNIQUES DE CONTROLE NON DESTRUCTIF

5.1.3.1 DESCRIPTION

La tomographie X est un équipement disponible et largement utilisé au sein du laboratoire d'expertise. Cela étant, le développement de méthodologie spécifique permettant d'aboutir à l'extraction de données exploitables en simulation est nécessaire à la complétude des investigations menées à l'aide de ce moyen de contrôle non destructif.

En effet, de nombreuses demandes d'expertises nécessitent d'évaluer la différence entre le design initial des pièces et leur géométrie réelle, qui intègre les limitations et défauts associés aux procédés de fabrication utilisés (ex : défauts géométriques, rugosité, porosité..). Un scan par tomographie X, réalisé avec une qualité d'image suffisante, permet de générer assez simplement un maillage régulier de la pièce. Ce maillage est néanmoins difficilement exploitable en l'état dans les simulations physiques à cause de la taille importante du fichier et de l'absence de sa spécificité vis-à-vis de la problématique étudiée : par exemple, il peut être nécessaire d'idéaliser certaines surfaces, d'accentuer les défauts pour mettre en évidence leur impact, etc..

La démarche consiste alors à générer des fichiers plus légers et mieux adaptés à la modélisation, en utilisant un outil basé sur la retroconception, Zeiss Reverse Engineering. Cet outil permet de transformer le maillage en un fichier CAO en réalisant des opérations de « drapage » de formes géométries simples.

Les fichiers obtenus doivent être compatibles des logiciels commerciaux de simulations physiques (mécaniques, thermiques, RF, optiques..).

5.1.3.2 EXIGENCES

5.1.3.2.1 COMMUN_CND_001

Proposer et développer de nouvelles méthodes permettant d'extraire des modèles numériques d'objet. Rendre compatible les modèles générés d'outils/logiciels de simulation.

5.1.3.2.2 COMMUN_CND_002

De manière générale, proposer et développer de nouvelles méthodes d'investigation en lien avec les intérêts communs du laboratoire.

5.1.3.2.3 COMMUN_CND_003

Participer aux rayonnements du laboratoire via la rédaction commune de publications pour des revues techniques et des colloques.

5.1.3.2.4 COMMUN_CND_004

Participer au maintien en conditions opérationnelles des moyens techniques mis en œuvre.

5.1.3.2.5 COMMUN_CND_005

Proposer et encadrer des stages étudiants, des doctorants sur la thématique du contrôle non destructif.

5.2 DELEGATION DE TACHES

Dans le cadre de ses activités, le service pourra recourir à des activités de délégations de tâches mettant en œuvre les moyens techniques du service.

Ces moyens sont répartis selon deux catégories :

- Moyens légers
- Moyens lourds/spécifiques

5.2.1 CLASSIFICATION DES MOYENS

5.2.1.1 MOYENS LEGERS

Les moyens légers sont des équipements de laboratoire dits « courants ».

Font partie de ces équipements (liste non exhaustive) :

- Binoculaires et Microscopes optiques,
- Polisseuses, tronçonneuses, scie à fil (de manière générale, l'ensemble des équipements dédiés à la préparation d'échantillon),
- Les équipements de caractérisations thermo-mécaniques (TMA, diffusiomètre, etc...)
- Profilomètre optique
- Les 4 microscopes électroniques à balayage et leurs détecteurs EDX/EBSD
- Les 2 machines de traction (Pole Matériaux)
- Le Nanoindenteur
- Les étuves
- Le caisson de vide thermique

5.2.1.2 MOYENS LOURDS / SPECIFIQUES

Les moyens « lourds » sont des équipements de laboratoire spécifiques pour répondre aux activités du laboratoire.

Font partie de ces équipements :

- Le FIB Edit,
- Les 2 FIB « Technos »
- Les moyens de localisation de défaut (TriPhémos, Thermal Locking, MAGMA, Testeurs),
- Le Falit (Photoablation Laser)
- Le microscope à force atomique
- Les 2 Tomographes

5.2.2 LES UNITES D'OEUVRE

Dans le cadre des activités, le soumissionnaire pourra être amené à réaliser des prestations selon les unités d'œuvre définies ci-après.

5.2.2.1 DT_TOMO_001 : MISE AU POINT DES CONDITIONS DE SCAN OU PIÈCE « COMPLEXE »

Réalisation d'un scan par tomographie X, reconstruction des données afin de vérifier la qualité du résultat obtenu puis, si nécessaire, optimisation des conditions ou de la stratégie de scan.

Cette prestation peut concerner la première pièce d'une série à venir, ou bien une pièce complexe, s'approchant des limites des capacités de la machine en terme d'épaisseur de matière à traverser ou de résolution.

Durée estimée : 1 journée

5.2.2.2 DT_TOMO_002 : ACQUISITION PAR TOMOGRAPHIE X, RECONSTRUCTION DES DONNÉES ET TRAITEMENT « SIMPLE » SUR UNE SÉRIE DE PIÈCES IDENTIQUES OU PIÈCE « SIMPLE »

Cette prestation concerne la réalisation d'analyses en série sur la base de paramètres définis précédemment, ou bien le scan d'une pièce simple, ne nécessitant pas d'itérations.

Le traitement simple peut concerner : la recherche visuelle d'un défaut par l'opérateur, la prise de mesures manuelles, la comparaison avec un fichier CAO.

Durée estimée : ½ journée

5.2.2.3 DT_TOMO_003 : TRAITEMENT NUMÉRIQUE DES DONNÉES ISSUES DE LA TOMOGRAPHIE X (1/2 JOURNÉE)

Par exemple : analyse de porosité, nettoyage des données et export d'un maillage de la pièce.

5.2.2.4 DT_FIB_001 : FIB TECHNO

Afin de pouvoir couvrir l'ensemble des analyses à tous les niveaux d'un « objet », le laboratoire a régulièrement recours à des techniques de préparation spécifiques que ce soit pour la compréhension de l'objet ou l'identification d'une cause de défaillances : reverse engineering par delayering, analyse résolue par STEM, retrait sélectif de matière, adaptation et couplage de moyens de préparation pour gravure ou fabrication de motifs sur des composants...

Hors utilisation « conventionnelle », le laboratoire adapte aussi ces techniques spécifiques afin d'être capable d'analyser une ou plusieurs parties d'un « objet » sans affecter ou détruire des éléments constitutifs susceptibles de faire l'objet d'analyses complémentaires. Les techniques peuvent être aussi détournées de leur objectif initial pour des besoins uniques.

Durée estimée : 1 journée

5.2.2.5 DT_FIB_002 : FIB EDIT

Le FIB Edit est un moyen de niche, généralement réservé aux fondeurs, et sur lequel l'ensemble des opérations sont menées manuellement par un utilisateur expérimenté. Cet appareil permet de répondre aux modifications/réparations de circuits variés émanant des projets CNES, et dont les puces sont déjà reportées, limitant les degrés de liberté sur les accès aux points d'intérêt. Cet appareil est également mis à profit pour le support aux expérimentations, comme par exemple la gravure de motifs à fort facteur de forme, ou la fabrication de points de contact enterrés ou en surface de puce pour l'analyse électrique.

Durée estimée : 1 journée

5.2.2.6 DT_DECAP_001 : OUVERTURE COMPOSANT PAR PHOTOABLATION

Le laboratoire dispose d'un moyen « Falit » permettant la décapsulation de divers objets par photoablation laser. Cette unité d'œuvre concerne la décapsulation d'objets destinés à des campagnes d'irradiation composant, ainsi que tout type d'objet nécessitant l'utilisation de cette technique à des fins d'observations internes sans dégradation.

Durée estimée : 1 journée.

5.2.2.7 DT_ELEC_001 : MISE EN ŒUVRE TESTEUR ESD

Cette unité d'œuvre a pour but de mettre en œuvre le testeur ESD afin de dérouler des campagnes d'essai. La mise au point du programme de test ainsi que la réalisation de l'essai sont pris en compte dans cette unité d'œuvre.

Durée : 1 journée

5.2.2.8 DT_ELEC_002 : IMAGERIE MAGNETIQUE

Cette unité d'œuvre concerne la mise au point de l'essai, la réalisation de l'essai dans le cadre d'une analyse nécessitant l'utilisation du MAGMA

Durée : 1/2 journée

5.2.2.9 DT_ELEC_003 : THERMAL LOCK-IN

Certaines analyses nécessitent l'utilisation de l'équipement Thermal Lock-in à des fins d'essai et/ou d'investigations. Cette unité d'œuvre concerne la mise en œuvre du moyen et la réalisation de l'essai dans le cadre d'une analyse.

Durée : 1/2 journée

5.2.2.10 DT_COMMUN_001 : GESTION DES ECMES

Cette unité d'œuvre concerne la gestion des équipements de mesure nécessitant des calibrations régulières. La prestation concerne :

- ✓ L'envoi en calibration de l'équipement
- ✓ Le suivi de la calibration
- ✓ La réception de l'équipement suite à calibration
- ✓ La mise à jour de la fiche de suivi de l'équipement.

Durée : 1/2 journée

5.3 AUTORISATION D'UTILISATION DES MOYENS

Les soumissionnaires pourront être amenés à utiliser l'ensemble des moyens du laboratoire à des fins commerciales. Le CNES autorise cette utilisation en mettant en place les contreparties suivantes :

- Redevance annuelle en % du chiffre d'affaire (ou part fixe) incluant le chiffre d'affaire réalisé dans le cadre des missions de délégation de service public confiées.
- Redevance annuelle liée aux coûts de maintenance (préventive et corrective) des équipements « lourds » du service (au prorata de l'utilisation du moyen). Les équipements concernés sont :
 - ✓ Les FIB (Edit et Technos)
 - ✓ Les moyens de localisation de défaut (TriPhémos, Thermal Lock-in, MAGMA, Testeurs),
 - ✓ Le Falit (Photoablation Laser)
 - ✓ Le microscope à force atomique
 - ✓ Les 2 Tomographes

6 EXIGENCES GÉNÉRALES

6.1 EXIGENCES RSE

Il est demandé au soumissionnaire de minimiser l'impact environnemental de sa prestation.

Le soumissionnaire proposera une gestion sobre des équipements électriques et électroniques afin de réduire la consommation énergétique.

Le soumissionnaire présentera la politique de déplacement visant à limiter les impacts environnementaux mise en place durant le marché. Le soumissionnaire proposera des optimisations du temps passé sur site CNES.

Le prestataire s'assurera de prendre en compte les enjeux environnementaux dans ses recommandations, les plans d'action qu'il propose ou toute autre mention pouvant aboutir sur la réalisation d'une activité concrète par le CNES. Les livrables fournis et leur contenu devront s'intégrer dans la démarche de transition écologique du CNES.

Durant l'exécution du marché, le soumissionnaire fournira des indicateurs permettant d'évaluer le respect des exigences environnementales du cahier des charges. Les indicateurs à fournir seront à minima les suivants :

- Evolution du ratio de consultants formés à l'éco-conception impliqués dans le marché
- Emissions de GES générées par les déplacements effectués dans le cadre du marché (SPASER-Objectif 1)

Ils pourront être complétés par tout indicateur jugé pertinent par le soumissionnaire.

Le titulaire devra communiquer les efforts engagés par l'entreprise pour améliorer son impact RSE, par exemple lors de l'approvisionnement de matériels de laboratoire et de produits chimiques (tri des déchets...) ou encore vis-à-vis de la consommation énergétique des moyens utilisés.

6.2 LIEU(X) DE REALISATION DES PRESTATIONS

Les prestations seront réalisées dans les locaux du laboratoire d'expertise du CST.

7 ORGANISATION

Les travaux démarreront à la notification du contrat et après une première réunion qui permettra de détailler les objectifs notamment les sujets d'intérêt commun pour l'année en cours.

7.1 COMITE DE SUIVI

Un comité de suivi sera créé en début de contrat.

7.1.1 ROLE DU COMITE DE SUIVI

Le comité de suivi a pour rôle :

- de faire le bilan des activités : répartition de l'utilisation des équipements, disponibilité du matériel, avancée des travaux d'intérêts communs, bilan des activités déléguées.
- d'identifier et proposer des solutions concernant les anomalies relevées lors de l'application du contrat : aspects fonctionnels, administratifs et comptables ;

Il rendra compte par écrit, auprès des directions respectives, de ces différents points. En cas de désaccord, les deux points de vue figureront dans le compte rendu rédigé par le soumissionnaire et transmis sous 5 jours aux membres du comité.

7.1.2 COMPOSITION DU COMITE DE SUIVI

Le Comité de suivi du contrat est composé des personnes suivantes :

Pour le CNES :

- le chef du service DTN/QE/LE,
- le responsable technique CNES du laboratoire.

Pour le soumissionnaire :

- le responsable de site,
- le responsable Qualité et Sécurité.

7.1.3 FREQUENCE DU COMITE DE SUIVI

Le Comité de suivi du contrat se réunira tous les trois mois. La convocation de ses membres se fait à l'initiative du CNES. D'autres réunions peuvent être provoquées à l'initiative du CNES ou du soumissionnaire.

7.2 COMITE DE PILOTAGE

Un comité de pilotage sera créé en début de contrat.

7.2.1 RÔLE DU COMITÉ DE PILOTAGE

Le comité de suivi a pour rôle :

- de faire le bilan des activités sur l'année écoulée.
- d'orienter les sujets d'intérêts communs

Il rendra compte par écrit, auprès des directions respectives, de ces différents points. Le compte rendu sera rédigé par le soumissionnaire et transmis sous 5 jours aux membres du comité.

7.2.2 COMPOSITION DU COMITÉ DE PILOTAGE

Le Comité de suivi du contrat est composé des personnes suivantes :

Pour le CNES :

- Le sous-directeur DTN/QE
- le chef du service DTN/QE/LE,
- le responsable technique CNES du laboratoire.

Pour le soumissionnaire :

- le responsable de site,
- le responsable Qualité et Sécurité.

7.2.3 FREQUENCE DU COMITÉ DE PILOTAGE

Le Comité de suivi du contrat se réunira une fois par an au plus tard le 10 Décembre de l'année en cours. La convocation de ses membres se fait à l'initiative du CNES. D'autres réunions peuvent être provoquées à l'initiative du CNES ou du soumissionnaire.

8 SANTE, SECURITE, PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

8.1 REGLEMENT INTERIEUR

Dans le cadre du « management de la sécurité et de l'Environnement », les personnels du soumissionnaire se conforment aux directives internes du CST et notamment au règlement intérieur, ainsi qu'aux notes et mesures de préventions applicables. Le CNES s'engage à communiquer au soumissionnaire toute nouvelle instruction, note ou mesure de prévention, et plus généralement toute mise à jour du règlement intérieur.

8.2 MODALITES

Le CNES met en relation le soumissionnaire avec les services internes et externes qui gèrent les domaines relatifs à la santé, l'hygiène et sécurité du travail, la protection de l'Environnement, l'évaluation des risques, les plans de prévention, la gestion des co-activités, l'accueil des personnels, etc...

En interne, le service Qualité Sécurité et Environnement (QSE) assure le support dans la gestion des questions relatives à la prévention des risques professionnels, à la protection de l'Environnement et il apporte au soumissionnaire son aide et son expertise, en tant que de besoin.

Le CNES a recours aux services de l'Association pour l'accompagnement d'entreprises à la prévention des risques Sécurité et Environnement (AAPSE) dont l'objet est d'aider les entreprises à répondre à leurs

obligations légales et contractuelles en matière de santé, hygiène et sécurité du travail, protection de l'Environnement, évaluation des risques, plans de prévention, gestion des co-activités, accueil des personnels, etc..).

Le soumissionnaire s'engage à effectuer les démarches nécessaires pour bénéficier des services de cette association. Il informera le CNES de ses démarches durant la durée du contrat, soit de sa propre initiative, soit à la demande du CNES.

8.2.1 RESPONSABILITE

Le soumissionnaire désignera une personne permanente sur site du CST qui recevra une délégation de pouvoir efficiente et formalisée par un écrit de la part de l'autorité habilitée dans le domaine de la santé, la sécurité et la protection de l'Environnement. Le soumissionnaire en informera le CNES. Il appartiendra à ce responsable (« chef de site ») de veiller à l'application des règles d'hygiène et de sécurité applicables, conformément aux dispositions réglementaires en vigueur (notamment l'article L4121-1 à L4122-2 du Code du travail) ainsi qu'à celles des mesures de médecine de prévention et du Code de l'environnement.

Il incombe au CNES d'assurer la sécurité générale liée à l'hébergement du personnel du soumissionnaire. Il s'engage à mettre et maintenir en conformité les installations immobilières mises à disposition ainsi que les installations communes (électricité, ascenseurs...) et les installations de protection contre l'incendie.

8.2.2 FORMATION

Le service QSE et le Chef de Site du soumissionnaire définissent ensemble des formations générales et/ou particulières en santé-sécurité et protection de l'Environnement, auxquelles sera soumis le personnel du soumissionnaire.

Le soumissionnaire reste responsable de la formation de son personnel. La mise en place de ces formations est à la charge du soumissionnaire.

8.2.3 ORGANISATION DES CONTROLES « EVALUATION DES RISQUES »

Chaque Partie s'assure des conditions de sécurité dans lesquelles travaille son personnel.

Chaque Partie s'engage à autoriser l'accès aux services de contrôle en matière de santé, sécurité au travail et protection de l'Environnement compétents, ainsi qu'aux membres des deux CHSCT et aux services de médecine du Travail et aux services de prévention des Parties.

Le soumissionnaire s'engage à réaliser les contrôles d'évaluation des risques professionnels adéquats dans les locaux dont elle a l'usage exclusif. Le service QSE du CST apporte son support au Chef de Site du soumissionnaire, notamment en communiquant les données significatives relatives aux risques présents dans l'équipe, aux méthodes d'évaluation à adopter, ainsi qu'à l'élaboration des plans d'actions.

8.2.4 INTERVENTIONS D'ENTREPRISES EXTERIEURES MANDATEES PAR LE SOUMISSIONNAIRE

Dans le cadre des travaux réalisés par une entreprise extérieure mandatée par le soumissionnaire, celui-ci a l'obligation d'obtenir une fiche PPST dûment validée pour l'ensemble du personnel intervenant de l'entreprise extérieure et de rédiger les plans de prévention et les protocoles de sécurité en s'assurant de leur application.

8.2.5 ENVIRONNEMENT

Chaque partie s'engage à sensibiliser son personnel à la démarche globale d'amélioration continue et de protection de l'Environnement mises en œuvre sur le CST :

- les exigences légales et réglementaires applicables,
- la maîtrise de son organisation et de ses activités,
- la maîtrise des risques environnementaux.

Le soumissionnaire s'engage à procéder à une analyse environnementale et conjointe systématique lors de la mise en œuvre de nouveaux projets ou de nouveaux procédés afin de limiter les impacts environnementaux.

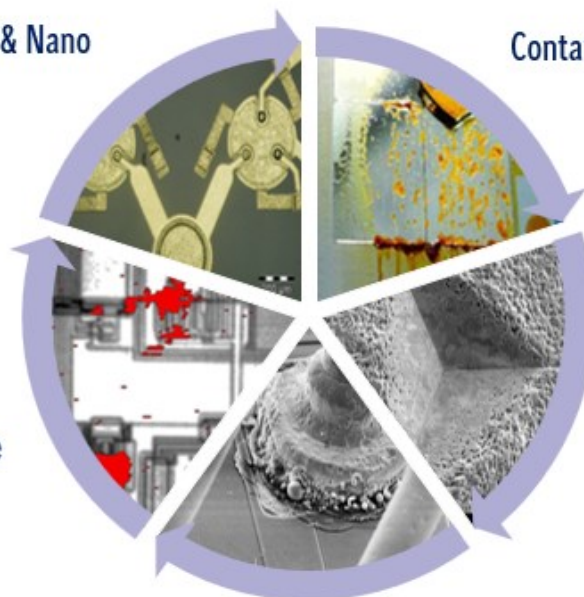
♦♦♦♦ FIN DU DOCUMENT ♦♦♦♦

Annexe : Activités du Laboratoire

EXPERTISES TECHNIQUES

*Accompagner le développement de composants très
intégrés (MEMS, fabrication nano structures)*

Micro & Nano



Contamination

*Caractériser, limiter, piéger et nettoyer les
contaminations sur les satellites et les
lanceurs, au sol et en vol/orbite »*

*Caractérisation électrique de composants et
localisation de défauts à l'échelle micrométrique*

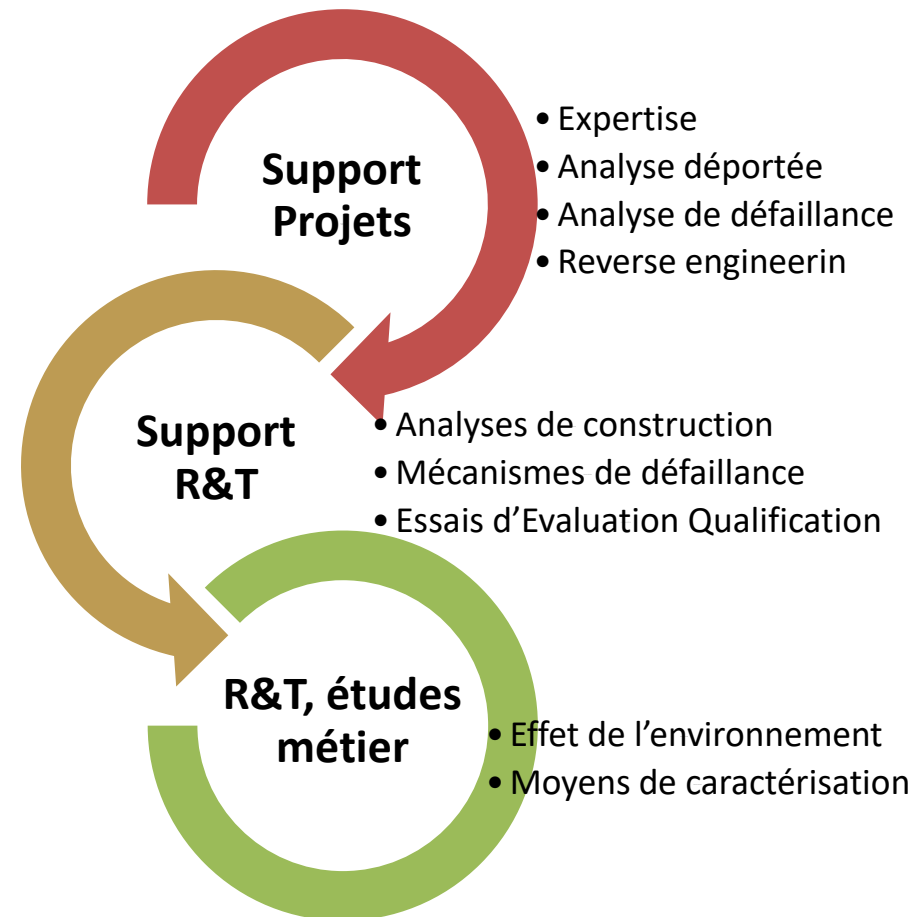
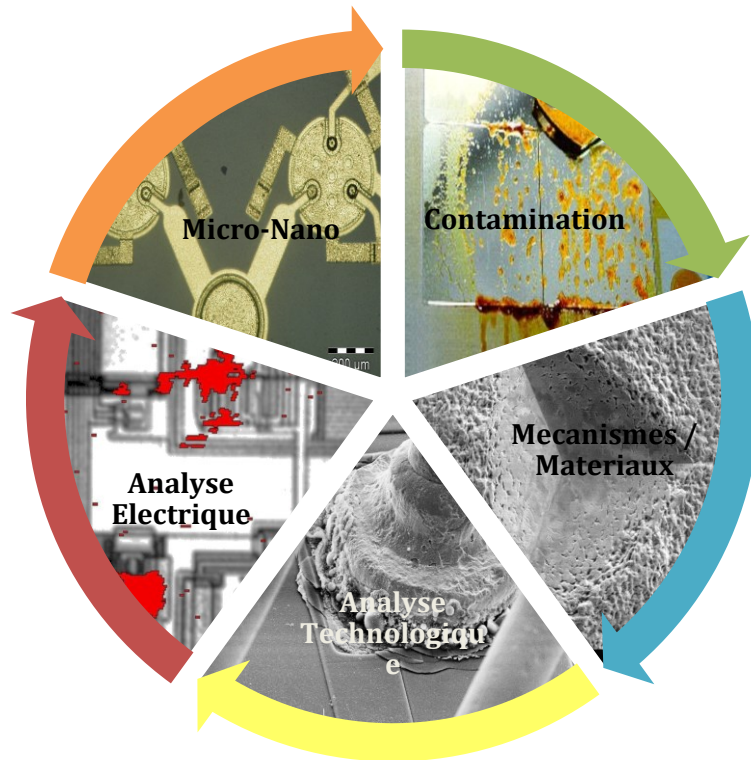
**Analyse
électrique**

**Matériaux
Mécanismes**

*Analyser et caractériser la matière de
l'échelle nanométrique à l'échelle
macroscopique*

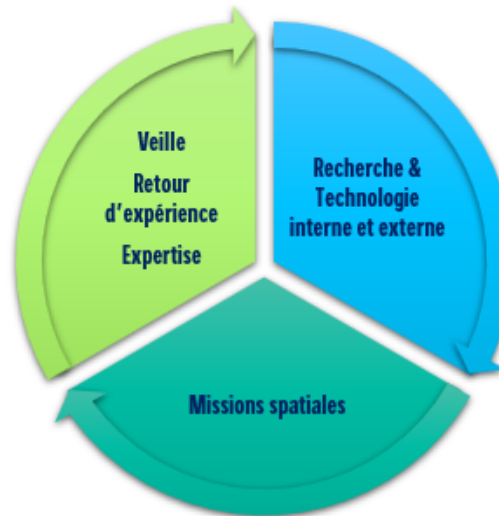
Analyse technologique

*Caractériser et analyser les technologies de fabrication et
d'assemblage de composants et mécanismes et prévenir les
anomalies*



PRÉPARATION DU FUTUR À EXPERTISE SUR ANOMALIE

- ❖ Bibliothèques d'anomalies
- ❖ Savoir-faire et internalisation
- ❖ Moyens d'essais
- ❖ Expérience
- ❖ Bibliographie & colloques



- ❖ Guichets internes (stage, thèse, démonstrateurs...) et laboratoires CNES
- ❖ Collaborations académiques & industrielles (CNRS, Universités, agences spatiales, EPIC, MOI, PME, start-up, ...)

- ❖ Développement
- ❖ Qualification
- ❖ Expertise sur anomalies



Direction Technique et Numérique
Sous-Direction Qualité et Expertise
Service Laboratoires et Expertises
**CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES :
CONDUITE DE PROJETS ET DE
MISSIONS COMMUN(E)S POUR LA
MUTUALISATION DES COMPETENCES
ET SUPPORT AUX ACTIVITES DU
SERVICE LABORATOIRE & EXPERTISE**

Non sensible

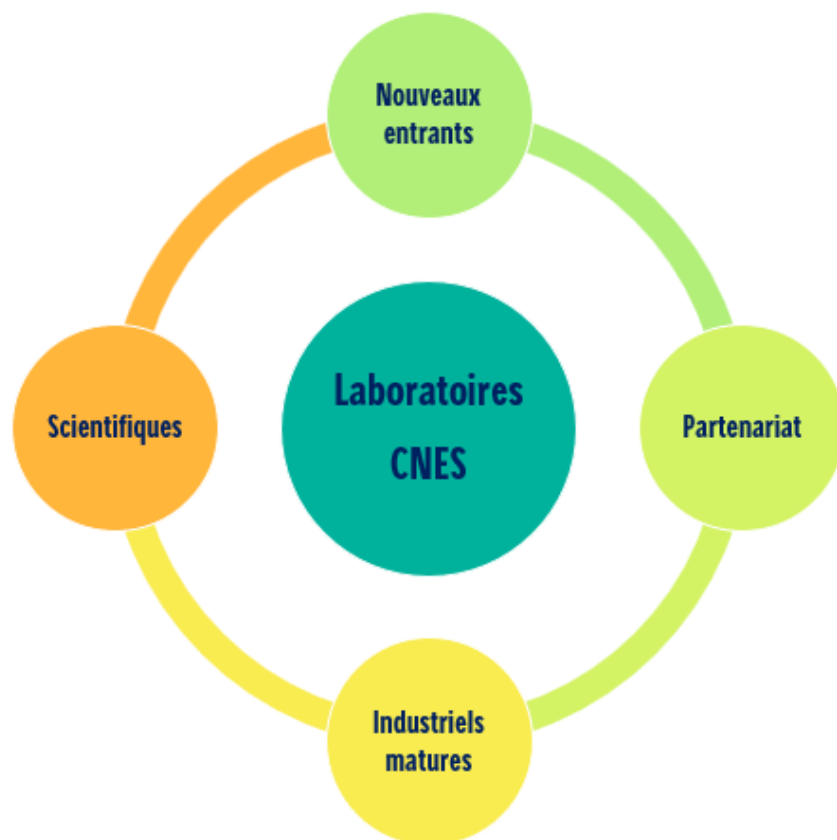
Réf : DTN/QE/LE-2026.0007207

Date : 09/06/2026

Edition : 1, Révision : 0

Page : 22/23

OFFRE DE SERVICE



- Supports aux missions spatiales dans lesquelles le CNES est impliqué
- Ouverture au secteur spatial et hors spatial via le partenariat
- Collaborations industrielles et académiques
- Support aux nouveaux entrants : essais, conseils...
- Support aux industriels matures : prise de risque, moyens uniques et/ou coûteux