

# Les plateformes technologiques de la filière aéronautique des Instituts Carnot



Les matériaux et procédés



Les systèmes et composants  
hybrides et électriques



Les systèmes embarqués



Les drones et les nouveaux  
services associés

# Introduction

Soutenu par l'Agence Nationale de la Recherche, la filière aéronautique des Instituts Carnot AirCar est le regroupement de 9 acteurs majeurs de la recherche aéronautique.

Nous vous proposons le meilleur de la recherche aéronautique avec un objectif ambitieux : rendre l'excellence de la recherche accessible aux TPE, PME et ETI. Notre objectif est de vous **simplifier l'accès** à notre expertise pour vous permettre d'innover et renforcer votre compétitivité. Pour ce faire nous vous proposons un portail d'accès aux plateformes technologiques (expertises et moyens d'essais) de plus de **9 000 chercheurs** au sein des laboratoires de recherche reconnus dans le milieu aéronautique.



Les Plateformes Technologiques des Instituts Carnot (les experts et leurs moyens techniques) sont à votre disposition pour vous assister dans votre démarche de R&D, d'innovation et pour répondre à vos besoins industriels.

Vous trouverez dans cette brochure le résultat du [recensement de ces plateformes technologiques pour la filière aéronautique](#).

Elles ont été sélectionnées selon les critères suivants :

- Pertinence technique vis-à-vis des problématiques de l'aéronautique,
- Services proposés : prestations R&D, prototypage, caractérisation, production, formation...
- Accessibilité financière pour les TPE/PME et ETI,

Ces plateformes technologiques couvrent les thématiques suivantes :



**Les matériaux  
et procédés**



**Les systèmes  
et composants  
hybrides et électriques**



**Les systèmes  
embarqués**



**Les drones  
et les nouveaux  
services associés**

# Sommaire



## Les matériaux et procédés

MIMAUSA .....	6
Conception de produits et prototypes .....	8
Fabrication additive et procédés laser .....	10
Procédés d'usinage .....	12
VULCAIN forge et déformations plastiques .....	14
Robotique industrielle .....	16
Composites multimatériaux .....	18
Equipements mécaniques, contrôle et mécatronique .....	20
Assemblages et procédés industriels .....	22
Mécanique et structure de matériaux .....	24
Tribologie .....	26
Composites .....	28
Du polymère au textile fonctionnalisé .....	30
Fonctionnalisation de surface .....	32
Caractérisation multi-échelle .....	34
Fabrication additive .....	36
Matériaux et structures .....	38



## Les systèmes et composants hybrides et électriques

Etudes et caractérisation des machines électriques .....	40
Banc d'essais stockage d'énergie électrique .....	42
Simulation et diagnostics des fluides complexes et réactifs .....	44
Compatibilité électromagnétique .....	46



## Les systèmes embarqués

Télécommunication et radiofréquence .....	48
Cybersécurité .....	50
Design circuits intégrés miniaturisés .....	52
Micro nano technologies .....	54
Capteurs et micro technologie .....	56



## Les drones et les nouveaux services associés

Vol libre .....	58
Vibration et aéroélasticité .....	60
Imagerie acoustique .....	62



Caractérisation électromagnétique des matériaux ..... 64



Matériaux-procédés ..... 66



Vibration-acoustique ..... 68



Fiabilité des systèmes ..... 70

Energie et composants ..... 72



Aeromines ..... 74

Performances des moteurs d'avions légers ..... 76

Nouveaux carburants ..... 78

Turbomachines et systèmes énergétiques ..... 80

Infrastructure d'évaluation de systèmes  
de transport aérien ..... 82



Navigation autonome ..... 84



Machines tournantes ..... 86



Systèmes de capteurs ..... 88

Ingénierie cognitive SCHEME ..... 90



Conception robuste ..... 92

# MIMAUSA



Mettre au point des technologies innovantes pour la mise en œuvre et la caractérisation des matériaux

## DESCRIPTION

La plateforme MIMAUSA de l'Institut Clément Ader site d'Albi (ICA-A) accompagne les PME innovantes dans le domaine de la mise en œuvre et de la mise en forme des matériaux. Elle est apportée également son expertise pour le développement ou la mise en place de méthodes de mesures optique de champs de déformations et de températures vrais sans contact.

## LES COMPÉTENCES – EXPERTISES

L'activité de la plateforme MIMAUSA est centrée sur « les procédés de mise en forme des matériaux innovants pour l'aéronautique et les industries de pointe » :

- Les matériaux concernés sont les superalliages et métaux durs pour l'aéronautique, les composites thermoplastiques et thermodurcissables haute performance à base de fibres neuves ou de fibres recyclées
- La mise en forme de ces matériaux par des procédés innovants
- L'acquisition de données in situ et en continue par une approche de surveillance active des procédés en vue de leur caractérisation, leur optimisation et leur maintenance prédictive (CND/END)



## PERSPECTIVES DE COLLABORATIONS

- Etudes scientifiques et techniques (accompagnement, études de faisabilité)
- Expertise
- Fabrication de pièces composites par thermocompression ou métalliques par fabrication additive
- Caractérisation
- Formation
- Partenariat
- Prototypage

## LES MOYENS DISPONIBLES

La plateforme MIMAUSA dispose d'une halle technologique dédiée de 600m<sup>2</sup> qui recueille notamment des pilotes semi-industriels et des bancs de mesures développés au laboratoire.

### • **Pilote d'élaboration dynamique de composites organiques :**

- Mise en forme de plaques de composites de nature différente
- Emboutissage de tôles métalliques sous presse
- **Fabrication additive** par fusion laser de poudre d'alliages métalliques hautes performances
- **Pilote de formage assisté lampes :**
  - Formage haute température de tôles métalliques
  - Développement d'une méthode pour la mise en forme de matériaux composites

### • **Pilote de formage incrémental :**

- Formage incrémental de tôles métalliques
- Rhéomètre bi-axial pour tissus composites
- **Microscope électronique à balayage haute résolution**
- Spectromètre Infra-rouge, visible et proche infra-rouge
- **Banc de mesure d'émissivité infra-rouge**
- Banc de mesure de luminescence des matériaux
- Thermographie Infra rouge et moyens d'étalonnage
- **Banc de mesure de conductivité thermique**
- Banc de thermoréfectométrie proche infra-rouge
- Machine traction, compression, fatigue
- Tribologie sous vide de l'ambiante à 1200°C

## RÉFÉRENCES

Liebherr-Aerospace, Lisi Aerospace, Airbus, Safran, Solvay Rhodia, IRT Saint Exupéry, IRT Jules Vernes, Alpha recyclage composite, Valeo, Nestlé Waters.

## CONTACT PLATEFORME

mimausa@mines-albi.fr



**Pour en savoir plus**  
consultez en ligne  
la fiche MIMAUSA

**Mots clés :** Conception des pièces pour FA et méthodologie de fabrication – Diagnostics optiques en combustion – Essais mécaniques – Fabrication additive : analyse des interactions laser / poudre – Fonctionnalisation – Formage – Frottements – Usure – Mécanique du contact – Imprimante 3D – layer by layer – Métallurgie physique – Métrologie – Microscopie – Mise en forme des matériaux – Polymères thermoplastiques – Propriétés mécaniques et microstructurales des pièces FA – Rhéologie – Spectrométrie – Tribologie

# Conception de produits et prototypes



Apporter aux entreprises des solutions innovantes et concrètes dans le domaine mécanique

## DESCRIPTION

Il s'agit d'une plateforme technologique d'industrialisation pour la mécanique à haute valeur fonctionnelle. Elle apporte des solutions innovantes et concrètes aux besoins des entreprises dans le domaine mécanique en les accompagnants, de l'identification de leurs enjeux jusqu'au déploiement de la solution.

A cet effet, elle dispose de compétences complémentaires : conception / modélisation des systèmes mécaniques, mise au point et industrialisation de procédés de fabrication, prototypage, essais et caractérisation matériaux et pièces.

## LES COMPÉTENCES – EXPERTISES

INOVSYS dispose d'un réseau qualifié et diversifié (partenaires académiques, PME dynamiques, donneurs d'ordres) bénéficiant d'expertises de haut niveau notamment sur : les systèmes dynamiques intelligents, l'ingénierie numérique et collaborative (formalisation des processus d'ingénierie, intégration des connaissances Métier dans les processus de conception, outils de génération et de manipulation de maquettes numérique, architectures pour le chaînage numérique des données) et les procédés avancés pour le prototypage de pièces fonctionnelles.



## LES MOYENS DISPONIBLES

- Bancs d'analyse des comportements dynamiques
- Plateforme fonderie rapide d'alliages légers
- Plateforme de nitruration profonde
- Plateforme de caractérisations microstructurales
- Découpe laser de fortes épaisseurs de métal (jusqu'à 200 mm)
- Autoclave - Presse - Machine de RTM - Machine de traction
- Vélocimètre laser (vitesse d'écoulement) - Chaîne de mesure de champs 3D
- Fonderie basse pression instrumentée en Magnésium/Aluminium
- Système fabrication rapide de moule 3D en sable Morphoscan 3D de caractérisation multi-échelle et multi-physique
- Cuve d'électro-hydroformage - Dépôt de fil ABS - Frittage laser de poudre métallique et céramique - Frittage de sable chimique - Stéréo-lithographie
- Bancs de tests mécaniques (traction, torsion, flexion, charpy, traction compression en fatigue haute température ...)
- Diffractométrie X - Dilatométrie - Mesure de dureté et de micro dureté - Rhéomètres - Nano-indenteur
- Rugosimètre - Scanner 3D nanométrique - Contrôle dimensionnel, précision 5µm en lumière structurée

## RÉFÉRENCES

Démonstration de la faisabilité d'utilisation d'un procédé alternatif pour produire une pale de rotor. Production sur un centre de tournage-fraisage combiné sans repositionnement de la pièce en cours de fabrication.

## PERSPECTIVES DE COLLABORATIONS

- Prestation R&D
- Prototypage/Innovation
- Certification

## CONTACT PLATEFORME

ca@ic-arts.eu



**Pour en savoir plus**  
consultez en ligne  
la fiche Conception  
de produits  
et prototypes

# Fabrication additive et procédés laser



Innovier grâce au laser dans le domaine de la fabrication et de la maintenance

## DESCRIPTION

La plateforme traite des technologies de fabrication innovantes avec notamment :

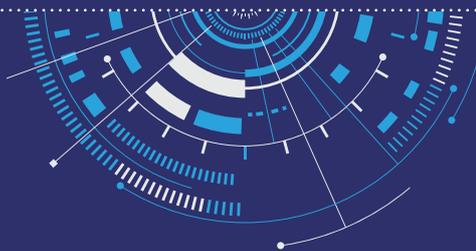
- La Fabrication Additive (FA) et les procédés laser (soudage, découpe, perçage, traitement de surface, analyse des interactions laser / poudre)
- L'analyse des propriétés mécaniques et microstructurales des pièces
- La conception des pièces pour FA et les méthodologies de fabrication
- La simulation numérique des procédés FA
- La réparation, le rechargement

La Plateforme propose aux entreprises de développer en son sein des démonstrateurs technologiques (preuve de concept sur la faisabilité industrielle et les performances attendues).

## LES COMPÉTENCES – EXPERTISES

Une équipe dédiée, de l'ingénieur d'étude au directeur de recherche, offrant des expertises spécifiques sur :

- Les procédés laser appliqués au traitement de surface (shock peening)
- Les procédés de fabrication additive matériaux métallique (SLS, SLM et DMD) et polymères
- Les procédés laser pour le perçage, soudage, découpage
- L'intégration de capteurs en lien avec un laboratoire Arts et Métiers spécialisé en SHM



## RÉFÉRENCES

En sous-traitance du CEA, et en lien avec la PME Laser Métrologie : Développement d'un calorimètre pour mesurer un laser Mégajoule – Projet ANR 2010-2014 : Usinage par laser pour le domaine aéronautique – Projet FUI en cours avec notamment Groupe Airbus, Laser Métrologie : création et mesure de décalaminage dans les composites.

## LES MOYENS DISPONIBLES

**450 m<sup>2</sup> de plateforme dédiés aux applications laser et FA :**

- 3 cwYAG lasers : 10 kW disk, 4,5 kW, 3 kW (Trumpf) - 1 laser (ms, 20 kW) pour le perçage - 1 laser CO<sub>2</sub> (50 W) dédié aux applications polymères
- FA : 3 machines SLM - 1 machine SLS - 1 machine DMD (poudre projetée)
- Choc laser : 2 lasers pulsés pour LSP (14 J - 7 ns, 3 J - 10 ns)
- Procédé spécifique développé LASAT : Laser Shock Adhesion Test
- Nouveau procédé de découpe laser de forte épaisseur de métal (jusqu'à 200 mm)
- Caméras rapides et thermiques, doppler, pyrométrie, calorimètre, sphère intégrante...



## PERSPECTIVES DE COLLABORATIONS

- Prestation R&D
- Prototypage / innovation
- Caractérisation

## CONTACT PLATEFORME

ca@ic-arts.eu



**Pour en savoir plus**  
consultez en ligne  
la fiche Fabrication additive  
et procédés laser

# Procédés d'usinage



Maîtriser les procédés d'usinage avancés, les optimiser et innover

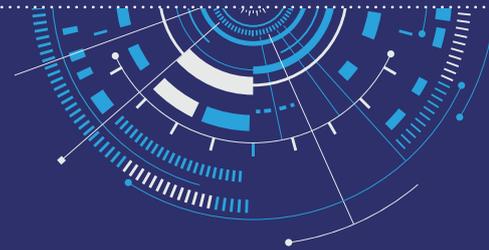
## DESCRIPTION

Cette plateforme est spécialisée dans les procédés d'usinage complexes et innovants :

- Usinabilité des matériaux difficiles (réfractaires, durcis, anisotropes, explosifs)
- Usinage assisté (jet d'eau, cryogénie, vibratoire, laser)
- Usinage multi-axes simultané de surfaces complexes (aubage de turbine, veine hydraulique...)
- Usinage de très haute précision et d'aspect de surface
- Caractérisation de l'intégrité de surface en termes de contraintes résiduelles, microstructures, topologie, textures cristallographiques liée à la coupe en ligne avec la fonctionnalité de la surface
- Modélisations analytique et numérique de la coupe, usure outil, stabilité ou instabilité de la coupe, intégrité de surface
- Instrumentation fine des opérations de coupe

## LES COMPÉTENCES – EXPERTISES

- Impact du procédé d'enlèvement de matière sur l'intégrité de surface
- Usinage des composites CMC
- Procédés d'abrasion
- Simulation numérique de l'impact de l'usinage sur les déformations de pièces



## RÉFÉRENCES

Nombreuses références prestigieuses dont, dans le domaine aéronautique : Airbus, Dassault Aviation, Safran.

## LES MOYENS DISPONIBLES

- **Parc machines d'environ 50 MOCN :**
  - Fraiseuse 3 axes UGV, centre de fraisage 4 et 5 axes, tours 2 et 3 axes, centre de tournage/fraisage
  - Broches grande vitesse de 10 000 à 70 000 tr/min
- Systèmes d'instrumentation de la coupe (efforts toutes capacités, déplacements, puissance, thermique, caméras rapides et caméras infrarouge, vibration...)
- Logiciels de FAO, de traitement de données, de modélisation
- Démonstrateurs multiples (perçage vibratoire, banc d'essais d'usinage à l'intérieur d'un MEB...)
- Usinage hautes performances, instrumentation in situ. Usinages assistés (jet d'eaux hautes pressions, cryogénie, laser). Suivi des usinages rapides thermocouples, vibration, vision 360° (caméras avec 2 millions d'images/seconde)



## PERSPECTIVES DE COLLABORATIONS

- Prestation R&D
- Prototypage et innovation
- Production

## CONTACT PLATEFORME

ca@ic-arts.eu



**Pour en savoir plus**  
consultez en ligne  
la fiche Procédés  
d'usinage

# VULCAIN forge et déformations plastiques



La Forge et les déformations plastiques  
de demain

## DESCRIPTION

Née de la collaboration Cetim/Arts et Métiers Paristech, à travers leur laboratoire commun de mise en forme des matériaux (LAMFM), la plateforme Vulcain est un outil de recherche technologique au service des entreprises, dédié au secteur de la forge.

VULCAIN vise l'optimisation des procédés et la définition technico-économique des moyens associés, de façon à produire aux meilleurs coûts des pièces toujours plus complexes et performantes.

VULCAIN permet aux entreprises de bénéficier de moyens d'essais industriels couplés à des outils de mesure pour concevoir et industrialiser des procédés et des produits innovants.

VULCAIN est dotée d'un accès à distance accessible aux industriels (vision, commandes et acquisition de données).

## LES COMPÉTENCES – EXPERTISES

- Procédés avancés et innovants de forgeage de précision et multi-matériaux
- Matériaux composites hautes performances
- Soudage FSW



## RÉFÉRENCES

Des nombreuses références : Safran Landing Systems, Ascoforge, Ascometal, MCE-5, Manoir Industries, Forges de Courcelles, Bourguignon Barre, Fives Celes, Aubert et Duval.

## LES MOYENS DISPONIBLES

- 3 puissantes presses : hydraulique à double effet (6.000/3.500 kN, 30 mm/s, instrumentation complète) ; mécanique fonctionnant au coup par coup, en continu ou en semi-automatique (500 kN , 90 cycles/min), station de redressage de tôles ; à vis (8.000 kN, forgeage rapide jusqu'à 1.000 mm/s)
- Moyens de chauffage et Système d'instrumentation.
- Moyens de caractérisation de l'emboutissabilité et de forgeabilité des matériaux
- Cellule robotisée – superplasticité
- Caméra rapide (120, 000 pfs) – Caméra thermique grande sensibilité (jusqu'à 400 Hz)
- Contrôle innovant (stéréovision 3D, laser, trajectoire)
- Four à induction (50/25 kW, atmosphère contrôlée)
- Robot poly-articulé 6 axes ((jusqu'à 1.650 kN et 6.000 mm de portée) avec broche de soudage avec pion rétractable)



## PERSPECTIVES DE COLLABORATIONS

- Prestation R&D
- Prototypage et innovation
- Production (préséries)
- Caractérisation

## CONTACT PLATEFORME

ca@ic-arts.eu



**Pour en savoir plus**  
consultez en ligne  
la fiche VULCAIN forge  
et déformations  
plastiques

**Mots clés :** Mise en forme des matériaux – Forge et déformations plastiques – Couplages thermomécaniques (thixoforgeage, laminage transversal, net shape, FSW...)

# Robotique industrielle



Développer des outils numériques et des process innovants à l'échelle industrielle pour répondre aux enjeux de la production flexible

## DESCRIPTION

Cette plateforme vise l'excellence dans le domaine des systèmes de production agiles, avec pour particularité de placer l'humain au centre de la réflexion. En structurant la synergie entre pédagogie, recherche et transfert technologique, elle développe des outils numériques et des procédés innovants à l'échelle industrielle pour répondre aux exigences de compétitivité liées à l'agilité de la production sur les thématiques suivantes :

- Robotique collaborative
- Assemblage et usinage robotisés
- Performances des systèmes robotiques
- Conception de systèmes robotique de précision et métrologie en ligne
- Sûreté / sécurité de production

## LES COMPÉTENCES – EXPERTISES

- Procédés innovants de fabrication
- Procédés robotisés avancés
- Robotique mobile et collaborative
- Levée de risque industriel

## RÉFÉRENCES

Nombreux projets transdisciplinaires centrés autour de la robotique industrielle, la simulation numérique des lignes de production, le développement de systèmes mécatroniques dont :

- Projet FUI SELECT2.0 piloté par AIRBUS Innovation : l'équipe de recherche LSIS INSM de Lille collabore avec la société GEOMNIA sur l'amélioration de la précision des robots industriels
- Reproduire des gestes experts sans contact grâce à une main robotique : optimisation de la sensibilité de cette main afin de reproduire la sensation de toucher et de prendre des objets très délicats
- L'innovation robotique mobile et collaborative pour le "Le Retail de A à Z: l'innovation technologique au coeur des usages"
- Assemblage par robotique collaborative pour l'automobile

## LES MOYENS DISPONIBLES

- Robots sériels 6 axes (ABB, FANUC, STAUBLI)
- Robots parallèle à grande dynamique
- Robot collaboratif (type Universal Robot UR10)
- Robot 1 TX90 6 axes
- Portique RFID
- Laser Tracker API 3 (LTS 3000 Avec Turbo ADM) ; interféromètre intégré ; logiciel Spatial Analyzer : métrologie et échange avec des fichiers CAO (IGES, STEP)



## PERSPECTIVES DE COLLABORATIONS

- Prestation R&D
- Prototypage et innovation
- Production

## CONTACT PLATEFORME

ca@ic-arts.eu



**Pour en savoir plus**  
consultez en ligne  
la fiche Robotique  
industrielle

# Composites multimatériaux



Proposer à la supply chain aéronautique des procédés et matériaux innovants en vue de concevoir des pièces à couts/masses objectifs, concevoir, gérer et exploiter des outils afin d'améliorer la performance industrielle

## DESCRIPTION

La plateforme présente une forte expertise en matériaux métalliques et composites dont les thermoplastiques couvrant toute la chaîne de valeur, de la conception à l'industrialisation des procédés, ainsi que la caractérisation des matériaux, en étanchéité (statiques, dynamiques), techniques des fluides et métrologie (simulation des écoulements et essais).

## RÉFÉRENCES

Qualité : ISO 9001, accréditation ISO 17025, Accréditation NADCAP (testing of composite materials for the aerospace), certification clients (Safran, Airbus, Renault...).

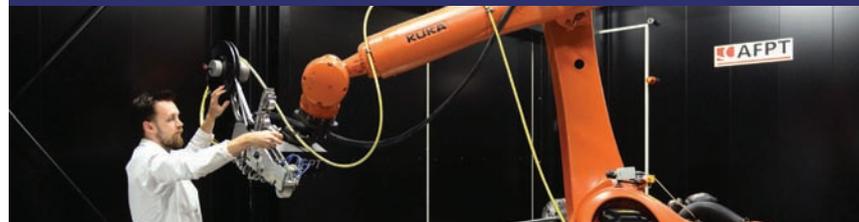
## LES COMPÉTENCES – EXPERTISES

### Matériaux Métalliques et Surfaces :

- Caractérisation des matériaux et des revêtements
- Analyse de défaillance
- Conseils matériaux et traitements
- Logiciels et simulation (corrosion, matériaux, traitements de surface)

### Matériaux Composites :

- Faisabilités technico-économiques, conception simulation procédés, conseils
- Fabrication (Quilted Stratum Process QSP®, pultrusion, thermoformage, enroulement filamentaire assisté laser (pièces polymorphiques), RTM (Resin Transfer Molding), drapage, industrialisation et assemblages multi-matériaux
- Caractérisation de l'étanchéité des moules RTM
- Caractérisation mécanique quasi statique, physico-chimique, dynamique, viscoélastique, métrologique
- Contrôles non destructifs et contrôles en ligne durant la fabrication
- Analyse de défaillance et expertises, nocivité de défauts, vieillissement, durabilité, réparation



## LES MOYENS DISPONIBLES

### Matériaux métalliques et surfaces :

- Analyse des propriétés mécaniques (fluage, traction, résilience, dureté, trempabilité ...)
- Analyses chimiques
- Macrographie, micrographie, microfractographie (MEB) et analyses élémentaires
- Caractérisation des poudres et des matériaux frittés
- Corrosion (mesures électrochimiques, simulation protection cathodique, enceintes climatiques)
- Tribologie (bases de données, bancs de frottement, d'abrasion, de grippage, profilométrie sans contact)
- Traitements de surface, traitements thermiques et thermochimiques

### Matériaux Composites :

- Ligne de pultrusion (thermoplastique, thermodurcissable)
- Presse de thermoformage (500 T) avec presse de surmoulage

- Enroulement assisté laser de composites thermoplastiques
- RTM thermodurcissable et thermoplastique, machine à Injection RTM
- Spectromètres de masse pour la mesure d'étanchéité, presses pour étanchéité statiques/dynamiques
- Machines d'essais mécaniques quasi-statiques (de 1T à 130T, -180°C à +350°)
- Machines de fluage (essais viscoélastiques) instrumentées
- Machines de fatigue (2,5 T de capacité)
- Tour d'impact conforme aux spécifications AIRBUS ; machines de fluage (2,5 T)
- Analyses physicochimiques
- Enceintes de vieillissement
- Ultrasons, thermographie Infrarouge, tomographie haute résolution, Rayons X

## PERSPECTIVES DE COLLABORATIONS

- Prestation R&D (expertise, accompagnement, étude de faisabilité, réduction des coûts)
- Prototypage
- Industrialisation
- Fabrication

## CONTACT PLATEFORME

[philippe.castaing@cetim.fr](mailto:philippe.castaing@cetim.fr)



**Pour en savoir plus**  
consultez en ligne  
la fiche Composites  
multimatériaux

# Equipements mécaniques, contrôle et mécatronique



Mettre au point et caractériser des systèmes de production avec des matériaux et procédés innovants

## DESCRIPTION

La plateforme présente une forte expertise en fatigue des composants mécaniques, contrôle non destructif, développement de capteurs, machines connectées, ingénierie bruits et vibrations, ingénierie de développement de bancs d'essais (moteurs, transmissions...).

## RÉFÉRENCES

Qualité : ISO 9001, certification Safran.



## LES MOYENS DISPONIBLES

### Plate-forme d'essais fatigue sur 2700 m<sup>2</sup> :

- 39 machines de fatigue de 10 kN à 250 kN
- 5 vibrophores de 20kN à 450kN
- 4 machines de torsion
- 1 flexion rotative
- 1 banc de traction 1000kN pour 7m utiles
- 3 bancs multi vérins (jusqu'à 18 vérins)

### Equipements sous pression et CND :

- Plateforme de conception et dimensionnement des équipements sous pression
- Contrôle / inspection / réglementation
- Moyens pour réaliser des tests en pression (jusqu'à 6000 bar)
- Moyens diversifiés en CND

### Transmission de puissance, capteurs et mécatronique :

- Moyens adaptables de forte puissance 50 à 500 kW (moteurs, variateurs, générations hydrauliques,...)
- Matériel de conception, intégration et validation électronique
- Enceintes climatiques et des fours pour la préparation et la calibration de capteurs...

### Ingénierie Bruit et vibration :

- Essais sur vibrateurs électrodynamiques (force jusqu'à 160kN, ensemble jusqu'à 2T)
- Essais combinés en température (-50°C à +160°C) et/ ou en fonctionnel (pneumatique / électrique)
- Essais sismiques sur table bi-axiale 2 x 2 m (fréquence jusqu'à 100 Hz, jusqu'à 5 g, capacité jusqu'à 2 T)



## LES COMPÉTENCES – EXPERTISES

### Fatigue des composants mécaniques :

- Développement de bancs spécifiques
- Offre multi-matériaux et composants : composites, métaux, assemblages

### Ingénierie d'instrumentation

#### et Contrôle Non Destructif (CND) :

- Equipements Sous Pression : conception / accompagnement réglementaire, requalification par émission acoustique, essais
- Contrôle Non Destructif : recherche et qualification de défauts, caractérisation, développement de méthodes / équipements de contrôle et de surveillance
- Diagnostic d'installations industrielles : maintien en conditions opérationnelles, monitoring, analyse de défaillances

### Ingénierie bruits, chocs et vibrations :

- Ingénierie d'essais – multiphysique : caractérisation, qualification, optimisation des coûts

- Comportement vibratoire: simulation, diagnostic et caractérisation, recalage essais/calculs, recherche de solutions et préconisations, réduction du bruit dans l'environnement et au poste de travail, contrôle et certification de matériels
- Surveillance des équipements: maintenance conditionnelle, surveillance vibratoire, développement de méthodes spécifiques, estimation de la durée de vie

### Transmission de puissance, capteurs et mécatronique :

- Transmission mécanique de puissance : hydraulique, mécaniques, engrenages, moteurs, roulements
- Capteurs et instrumentations : extensométrie, développement de capteurs, instrumentation
- Mécatronique : lois de commande, électronique, programmation, IoT, traitement du signal, intégration

## PERSPECTIVES DE COLLABORATIONS

- Prestation R&D (accompagnement, conseil)
- Partenariat
- Caractérisation / Test
- Formation

## CONTACT PLATEFORME

philippe.castaing@cetim.fr



Pour en savoir plus consultez en ligne la fiche Equipements mécaniques, contrôle et mécatronique

**Mots clés :** Tribologie, analyses – Caractérisation – Fatigue multi matériaux et assemblages – Conception et analyse fiabiliste – Banc d'essais composants – Analyse diffraction X – Conception équipements sous pression – Contrôles non destructifs – Analyse vibratoire – Capteurs – Transmission de puissance – Plate-forme mécatronique

# Assemblages et procédés industriels



Mettre au point des assemblages et des procédés industriels innovants et durables

## DESCRIPTION

La plateforme regroupe une forte expertise en performance industrielle et durable, procédés innovants, ingénierie des assemblages.

## RÉFÉRENCES

Qualité : ISO 9001.



## LES COMPÉTENCES – EXPERTISES

### Performance Industrielle et Durable :

- Procédés durables
- Efficacité environnementale
- Performance industrielle et méthodes d'organisation industrielle
- Suivi réglementaire HSE (Hygiène, Sécurité et Environnement)

### Procédés Performants et Innovants :

- Procédés, aide au choix des matériaux et des moyens, simulation numérique, analyse de défaillance des procédés
- Développement de procédés innovants, faisabilité technico-économique, optimisation de process
- Mise en œuvre de procédé, intégration industrielle, qualification d'équipements

### Ingénierie des Assemblages :

- Accompagnement technologies d'assemblages (vissage, boulonnage, collage, rivetage, soudage, brasage...)
- Aide au choix assemblages multi-matériaux et expertises (innovation, analyse fonctionnelle, choix technologiques, coûts, calculs, conception, dimensionnement et simulation, caractérisation, fabrication, démonstrateurs, maintien en service, analyse de défaillance), développement d'outils
- Caractérisation, contrôle des soudures des moules RTM (Resin Transfer Molding) pour l'aéronautique

## LES MOYENS DISPONIBLES

### Un laboratoire de technologies environnementales :

- Mesures de propreté
- Propreté des pièces et pollution des lubrifiants
- Dégraissage des pièces

### Des moyens de mise en forme performants :

- Fabrication additive, compaction de poudres, frittage, traitements thermique
- Usinage et parachèvement robotisés, usinage multifonctions / CFAO : 9 axes, usinage électrochimique de précision PECM – Precise Electro Chemical Machining-, finition des pièces
- Forge, laminage, emboutissage, profilage
- Simulation numérique des procédés

### Laboratoire de caractérisation matériaux et assemblages :

- Caractérisation de la tenue mécanique de pièces collées (prototype, série) : traction, traction-cisaillement, torsion, pelage, clivage, flexion 3 et 4 points
- Caractérisation de colles (module d'Young, module de cisaillement, coefficient de poisson, module de compression, limite élastique ou de réversibilité, limite d'endurance, fatigue, fluage, ...)
- Caractérisation des performances mécaniques avant et après vieillissements (cycles climatiques, brouillard salin, UV, cataplasme humide, immersions dans divers fluides)

## PERSPECTIVES DE COLLABORATIONS

- Prestation R&D (accompagnement, étude de faisabilité technico-économiques et analyse de la valeur)
- Partenariat
- Industrialisation
- Expertise
- Formations

## CONTACT PLATEFORME

[philippe.castaing@cetim.fr](mailto:philippe.castaing@cetim.fr)



Pour en savoir plus consultez en ligne la fiche Assemblages et procédés industriels

# Mécanique et structure de matériaux



Maitriser les propriétés des structures à toutes les échelles, de l'observation à l'échelle atomique jusqu'aux essais thermomécaniques

## DESCRIPTION

Cette plateforme permet de modéliser, simuler et tester les propriétés chimiques, magnétiques et mécaniques des microstructures à toutes les échelles, du grain à l'atome. Objectif : La compréhension des performances et du vieillissement des matériaux de structure d'aujourd'hui et du futur.

- Transformations de phase dans les matériaux hors équilibre
- Précipitation, ségrégation, diffusion dans les alliages et les composants microélectroniques
- Propriétés magnétiques et mécaniques de nanomatériaux

Elle s'appuie en particulier sur le développement de la sonde atomique tomographique, technique de microscopie 3D qui permet d'imager la distribution en volume des atomes présents dans le matériau.

## LES COMPÉTENCES – EXPERTISES

- Modélisation et simulation numériques / expérience
- Matériaux métalliques de rupture, alliages légers, alliages de titane (précipitation, ségrégation, diffusion, transformations de phase dans les matériaux hors équilibre.)
- Matériaux de surface
- Nanomatériaux (caractérisation, étude de la synthèse en environnement contrôlé, Propriétés magnétiques et mécaniques...)
- Composites thermoplastiques
- Composants microélectroniques

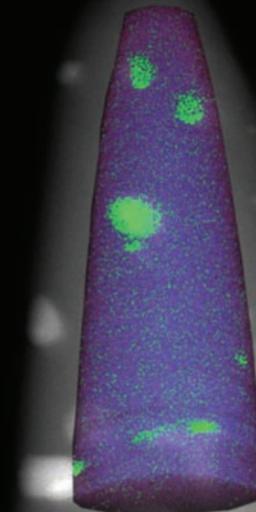


## RÉFÉRENCES

Arcelor-Mittal, ACOME, Manoir Industries, Safran Nacelles, FAVI, NEXANS.

## LES MOYENS DISPONIBLES

- 3 sondes atomiques tomographiques
- Banc multi instrumental à source laser femtoseconde.
- 2 MET (JEOL 2010 et ARM-200F)
- 2 MEB (ZEISS LEO 1530 XB et NIVISION 40 SMT)
- 7 Mossbaüer (sources  $^{57}\text{Co}$  et  $^{119}\text{Sn}$ )
- SQUID Quantum Design (de 4.2 à 400K, champ max 5T)
- Rayons X (diffractomètre Bruker D8 Advance)
- Spectromètres optiques (UV, IR, RAMAN, photoluminescence)
- Bancs d'essais mécaniques sur matériaux métalliques et composites (duromètres Vickers, machines de fatigue MTS dont une thermomécanique multiaxiale 250kN-2200Nm-80 MPa interne)
- Préparations d'échantillons (découpe, polissage, métallisation et décapage par bombardement ionique PECS, amincissement ionique PIPS)



## PERSPECTIVES DE COLLABORATIONS

- Prestation R&D
- Caractérisation
- Formation

## CONTACT PLATEFORME

youns.ait-ouaj@carnot-esp.fr



**Pour en savoir plus**  
consultez en ligne  
la fiche Mécanique  
et structure de matériaux

# Tribologie surfaces et interfaces



Maîtriser la tribologie et apporter des solutions

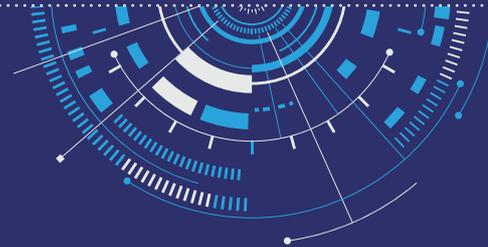
## DESCRIPTION

La plateforme "Tribologie – Surfaces et Interfaces" d'Ingénierie@Lyon regroupe les expertises, savoir-faire et équipements de 6 laboratoires de recherche publics d'excellence (LAMCOS, LTDS, MATEIS, LGEF, LabECAM et LMI) complémentaires sur la thématique des phénomènes de contact, de frottement, d'usure, d'adhésion et de lubrification de l'échelle des mécanismes élémentaires jusqu'à l'échelle des systèmes mécaniques ou biologiques. La plateforme couvre les champs suivants :

- Modéliser la mécanique des troisièmes corps fluide et solide
- Etudier et traiter les problèmes de crissements et d'usures
- Étudier et proposer des solutions technologiques pour contrôler des interfaces tribologiques

## LES MOYENS DISPONIBLES

- Plateforme de tribométrie avancée
- Tribomètres spécifiques et conventionnels
- Plateforme de caractérisation des matériaux et des surfaces
- Microscopies - MEB - MET - AFM - EELS - Diff. X - IR - XPS - AUGER - Rhéomètres - Nano-indenteurs - DMA - rugosimètres 3D



## RÉFÉRENCES

SAFRAN, Vibratec, AIRBUS Helicopter.

## LES COMPÉTENCES – EXPERTISES

**540 chercheurs, ingénieurs et techniciens dont les domaines d'expertise couvrent les disciplines suivantes :**

- Ingénierie de surfaces et tribologie : supra-glissement, texturation de surface, propriétés mécaniques de surface et des couches minces
- Phénomènes transitoires en tribologie : dynamique d'interfaces confinées, triboacoustique des contacts glissants, crissements
- Interfaces hétérogènes : structuration de différentes phases dans un contact sec ou lubrifié, tribologie de matériaux hétérogènes
- Tribochimie et contrôle des propriétés tribologiques : identification des mécanismes réactionnels sous sollicitations de contact, modélisation expérimentale et numérique des effets tribo-chimiques



### PERSPECTIVES DE COLLABORATIONS

- Prestation R&D
- Caractérisation
- Formation

### CONTACT PLATEFORME

[lilian.martinez@ingenierie-at-lyon.org](mailto:lilian.martinez@ingenierie-at-lyon.org)



**Pour en savoir plus**  
consultez en ligne  
la fiche Tribologie  
surfaces et interfaces

# Composites



Elaborer, optimiser et fiabiliser les composites thermoplastiques

## DESCRIPTION

La plateforme est dédiée à :

- La maîtrise des composites thermoplastiques
- L'élaboration, l'optimisation et la fiabilisation des matériaux composites
- Le conseil en choix des matériaux
- L'ingénierie des polymères (y compris biosourcés) et des fibres
- L'élaboration des structures textiles de renfort 2D et 3D
- La caractérisation et les études de durabilité

Les travaux menés concernent les applications suivantes :

- Structures allégées et renforcées
- Optimisation des performances
- Durabilité et recyclabilité

## LES COMPÉTENCES – EXPERTISES

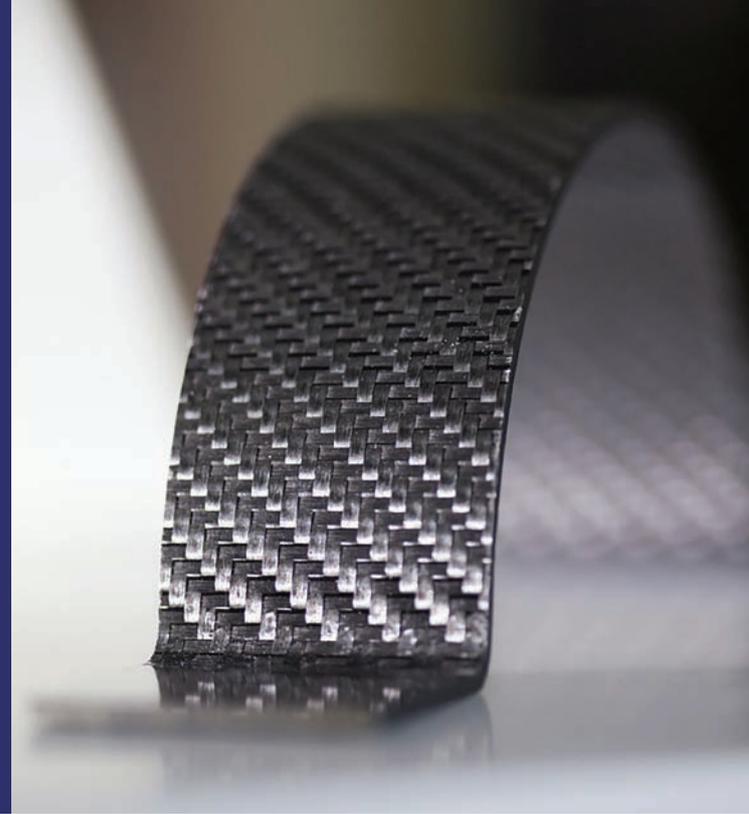
- Conseil dans le choix de la matière
- Matrices polymères et céramiques
- Nanomatériaux (carbonés et céramiques, nano fibres, nanotubes)
- Structures textiles 2D et 3D, synthétiques ou naturelles
- Amélioration des performances des multi matériaux :
  - Fonctionnalisation des surfaces et interfaces (traitement par laser, plasma, rayonnements ionisants)
  - Procédés Laser (assemblage par soudage, traitement de surface, texturation de surface)
  - Evaluation et optimisation des Interactions fibre / matrice
  - Intégration de fonctions (électrique, optique, magnétique, ...)
- Caractérisation mécanique et physico-chimique multi-échelle, contrôles non destructifs innovants
- Comportement, durabilité, vieillissement, recyclable
- Matériaux hybrides

## RÉFÉRENCES

La majorité des moyens est certifiée ISO 9001 et/ou COFRAC et/ou COFREND. Certains essais disposent d'agrément / de qualification de grands groupes aéronautiques. CELLUCOMP (Premier matériau structurel à base de cellulose régénérée) Plateforme de recyclage de composites thermoplastiques avec la technologie THERMOPRIME®.

## LES MOYENS DISPONIBLES

- Procédés textiles 2D et 3D (tissage, tressage, tricotage, non-tissé)
- Procédés Plasma et Corona
- Procédés Laser
- Technique de rayonnements ionisants à grande échelle
- Scéliromètres Micro-Visio-Scratch et nano-inventeurs (essais de rayure)
- Techniques de CND et de métrologie
- Plateaux d'essais en conditions réelles et extrêmes (climatique, choc thermique, UV, ...)
- Plateaux d'analyses physico-chimiques
- Plateaux d'analyses thermiques
- Plateaux de caractérisation mécanique
- Scéliromètres Micro-Visio-Scratch et nano-indenteurs (essais de rayure)



## PERSPECTIVES DE COLLABORATIONS

- Prestations R&D
- Prototypage / Innovation

## CONTACT PLATEFORME

nicolas.minard@uha.fr



Pour en savoir plus  
consultez en ligne  
la fiche Composites

# Du polymère au textile fonctionnalisé



## Elaborer des textiles intelligents

### DESCRIPTION

La plateforme est dédiée à l'élaboration et la fonctionnalisation de fibres et de surfaces textiles à partir de tout type de polymères. La fonctionnalisation par des techniques traditionnelles ou innovantes (plasma, fluor gazeux, traitement ionisant, laser, CO2 supercritique) permet d'apporter à ces textiles des propriétés spécifiques (hydrophile, hydrophobe, ignifuge, biocompatible, anti bactérien...) voire les rendre actifs, connectés et intelligents.

### RÉFÉRENCES

La majorité des moyens est certifiée ISO 9001 et/ou COFRAC et/ou COFREND.

Certains essais disposent d'agrément / de qualification de grands groupes aéronautiques.

AIRBUS, ZODIAC, THALES, SENFA, DB TEXINOV, KERMEL, HUTCHINSON, HEXCELL, CHOMARAT.

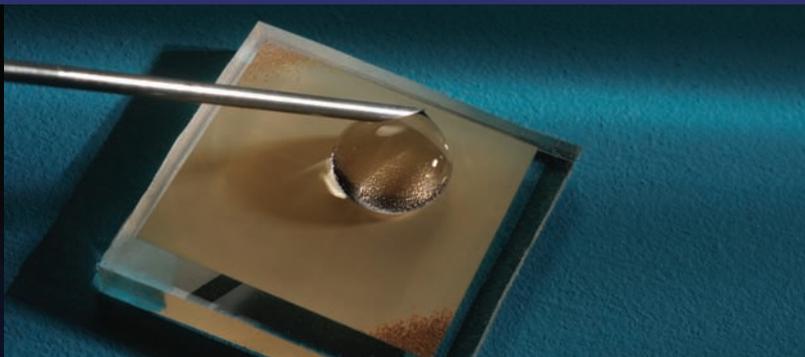
## LES COMPÉTENCES – EXPERTISES

**Les compétences et matériels de la plateforme permettent le développement en laboratoire puis le prototypage sur du matériel semi-industriel de nano fibres, fibres et filaments, de fils et de tous types de structures 2D et 3D par tissage, tricotage, non tissé et tressage :**

- Elaboration de Fibres, Filaments, multi filaments mono ou bi composants à fonctions spécifiques localisées ou non, gainage d'âme organique, inorganique ou métallique, fils thermoplastiques additivés par filage voie fondue
- Elaboration de nano fibres par e-spinning
- Extrusion, Filage, Tressage, Tissage
- Elaboration de structures et renforts à base de fils métalliques / dépôt de titane, d'oxyde métalliques, d'alliage de métaux sur surface textile
- Développement de supports complexes 2 ou 3 D par tissage, tricotage ou tressage
- Traitements et apports de fonctionnalisations innovantes (coloration, conductivité, adhésion, réseaux conducteurs, capteurs)
- Nanomatériaux : nanofibres, matériaux nanochargés ou nanostructurés, incorporation de particules nanométriques et micrométriques dans une matrice polymère par compoundage
- Traitements de surface, amélioration de l'adhésion, activation de surface à l'aide de la technologies plasma ou fluor gazeux

## LES MOYENS DISPONIBLES

- Ligne de compoundage et filage voie fondue semi-industrielle
  - Installations d'e-spinning
  - Tressage de préformes
  - Outils de prototypages filature/tissage/non-tissés
  - Métiers de tricotage rectiligne, circulaires, maille...
  - Laboratoire et atelier pilote de fonctionnalisation
- Moyens de fonctionnalisation innovants (fluor gazeux, Plasma atmosphérique et basse pression, corona, métallisation basse pression, traitement en milieu CO2 supercritique)
  - Matériel de caractérisation bi axial
  - Spectrophotomètre
  - Plateformes de caractérisation et analyses de surfaces



## PERSPECTIVES DE COLLABORATIONS

- Prestations R&D
- Prototypage / Innovation
- Caractérisation

## CONTACT PLATEFORME

michel.huet@uha.fr



**Pour en savoir plus**  
consultez en ligne  
la fiche Du polymère  
au textile fonctionnalisé

# Fonctionnalisation de surface



Rendre les matériaux fonctionnels, intelligents voire actifs

## DESCRIPTION

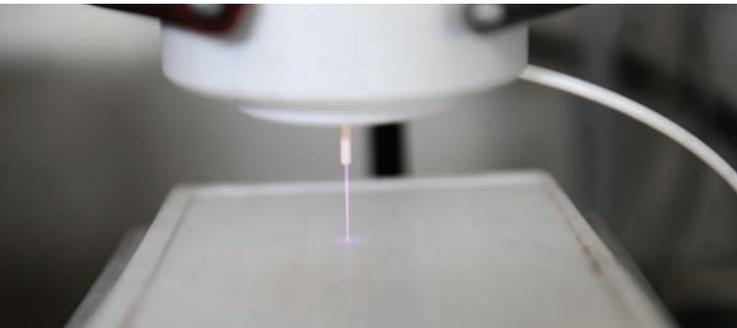
La plateforme est dédiée à la fonctionnalisation de tout type de matériaux et de surfaces afin de les doter de propriétés contrôlées. Cette fonctionnalisation peut être obtenue par des techniques traditionnelles par voie chimique (imprégnation, film minces, revêtement) ou par voie mécanique (micro ou nano structuration). La plateforme dispose également de procédés innovants (plasma, fluor gazeux, traitement ionisant, laser, CO2 supercritique).

## LES COMPÉTENCES – EXPERTISES

- Fonctionnalisation par voie chimique traditionnelle greffage, imprégnation, dépôt couche mince, enduction pour résistance au feu, résistance à la corrosion, effets conducteurs
- Fonctionnalisation par ablation micro et nano structuration de surface par laser pour caractère super hydrophile, super hydrophobe ou effets visuels
- Greffage par rayonnement ionisant pour amélioration des performances mécaniques
- Polymérisation plasma pour textiles actifs à effets mécano ou thermosensibles
- Activation de surface par plasma ou fluor gazeux pour amélioration de l'adhésion

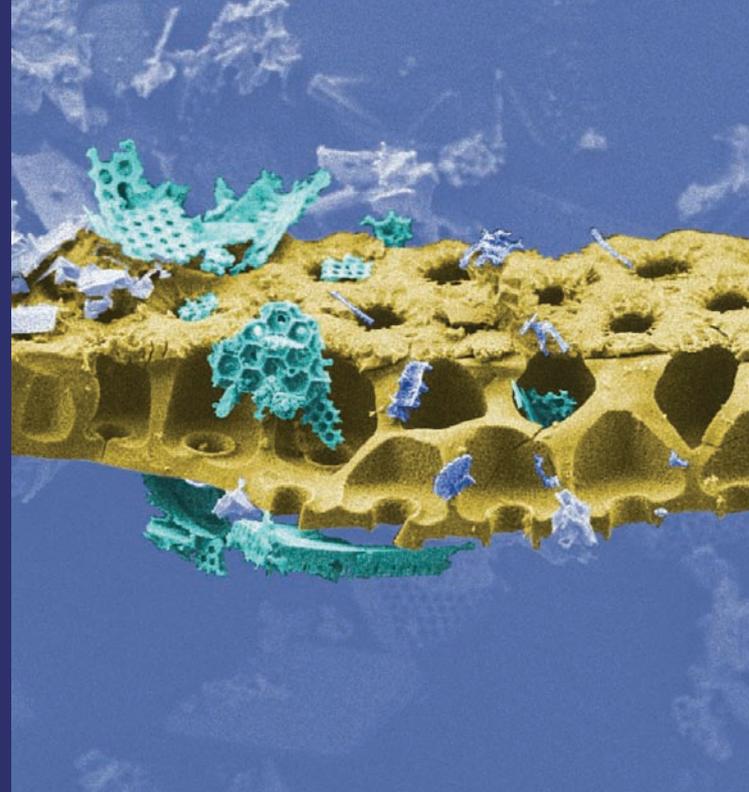
## RÉFÉRENCES

La majorité des moyens est certifiée ISO 9001 et/ou COFRAC et/ou COFREND. Certains essais disposent d'agrément / de qualification de grands groupes aéronautiques. KERMEL, AIRBUS, ZODIAC, SENFA, FAURECIA, MAVIC.



## LES MOYENS DISPONIBLES

- Installations de traitement plasma basse pression et pression atmosphériques
- Ligne de traitements fluor gazeux
- Vaste gamme de laser
- Ligne de traitement d'imprégnation et d'enduction
- Installation de traitement CO2 supercritique



## PERSPECTIVES DE COLLABORATIONS

- Prestations R&D
- Prototypage / Innovation
- Caractérisation

## CONTACT PLATEFORME

nicolas.minard@uha.fr



Pour en savoir plus  
consultez en ligne  
la fiche Fonctionnalisation  
de surface

# Caractérisation multi-échelle



Caractériser les matériaux de l'échelle nano à la pièce finie

## DESCRIPTION

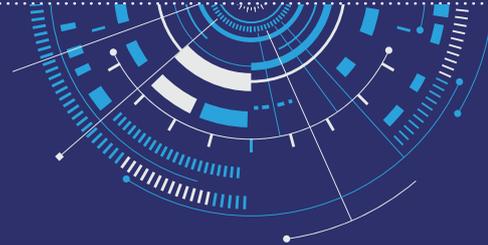
Les activités de la plateforme sont les suivantes :

- Caractérisation chimiques, physiques, mécaniques de matériaux, de surfaces, d'interfaces
- Caractérisation multi-échelle
- Contrôle non destructif (CND)
- Tests de performance sous contraintes ou lors de vieillissement en conditions contrôlées
- Tests de caractérisations spécifiques sur textiles et surfaces souples
- Métrologie optique
- Analyses mobiles

La plateforme offre de nombreux moyens humains et équipements pour mener des caractérisations physiques, chimiques, mécaniques de l'échelle nano à l'échelle macro (pièce finie) et tribologiques. La synergie entre les laboratoires de recherche et les Centres de Ressources Technologiques/Centres Techniques Industriels liés à la plateforme permet d'agir tout au long de la chaîne de valeur. Afin d'évaluer les performances des matériaux, des techniques spécifiques de caractérisation ou d'analyses de surfaces et d'interfaces peuvent également être développées.

## LES COMPÉTENCES – EXPERTISES

- Analyse tribologique
- Etude tomographique
- Caractérisation de mousse
- Caractérisation de textiles et de leurs performances
- Résistance au feu de matériaux souples dont textiles
- Tests en performance et en conditions d'utilisation



## LES MOYENS DISPONIBLES

- Métrologie : laser, bras tridimensionnel, capteur et banc de numérisation, interféromètre, profilomètre, cabine de numérisation, bancs de mesure
- Caractérisation en volume : Micro tomographie RX via MICASOL (accès facilité au Synchrotron Soleil), Tomographie
- Caractérisations physico-chimiques : Microscope électronique en transmission (MET), MEB. Confocal, AFM
- Caractérisation de polymères : SEC-GPC, viscosimètre, diffusion de lumière, DSC, spectroscopies
- Caractérisation de textiles : dynamomètre, pilosimètre, abrasimètre, matériel de contrôle des résistances au feu et à l'usage
- Caractérisations mécaniques : Dynamomètres, DCS, DMA



## RÉFÉRENCES

La majorité des moyens est certifiée ISO 9001 et/ou COFRAC et/ou COFREND. Certains essais disposent d'agrément / de qualification de grands groupes aéronautiques. SOLCERA, BEAM, THALES, LABEL, CHROMALLOY, AIRBUS, AIRCELE SAFRAN.

## PERSPECTIVES DE COLLABORATIONS

- Caractérisation
- Prestations R&D
- Formation

## CONTACT PLATEFORME

nicolas.minard@uha.fr



Pour en savoir plus  
consultez en ligne  
la fiche Caractérisation  
multi-échelle

# Fabrication additive



Développer des matériaux et procédés innovants en fabrication additive

## DESCRIPTION

Les activités de la plateforme sont les suivantes :

- Développement de matériaux innovants pour la FA (photopolymères, thermoplastiques)
- Développement de procédés innovants pour la FA (CLAD, SLM, micro nano fabrication Additive)
- Transfert de technologie

## LES COMPÉTENCES – EXPERTISES

La plateforme dispose de nombreuses compétences et d'équipements correspondant aux différentes technologies de fabrication additive, notamment :

- Procédés comme le SLM (Selective Laser Melting)
- Technologie CLAD (Construction Laser Additive Directe)
- Micro nano fabrication 3D
- Fabrication additive polymères
- Développement de polymères photo polymérisables et de photo-amorceurs
- Fonctionnalisation des pièces



## RÉFÉRENCES

La majorité des moyens est certifiée ISO 9001 et/ou COFRAC et/ou COFREND.

Certains essais disposent d'agrément / de qualification de grands groupes aéronautiques.

BEAM, spin-off de l'IREPA LASER (membre du CARNOT MICA), Groupe PSA, SAFRAN, MBDA, Amphénol AIR LB, La fonte ardennaise, Micro-light, ESA, Dassault, Airbus, Chromalloy, Bombardier, Carbody, Fonderie de Brousseval, Atelier des Janves, Fonderie Rocroyenne d'aluminium, Ceva technologies, Fonderie Vignon.

## LES MOYENS DISPONIBLES

- Matériel de fabrication additive sable, métal lit de poudre, métal par projection de poudre, polymères (Platinum 3D)
- Machines de technologie de fabrication additive CLAD ® dont deux sous gaz neutre
- Installation pilote pour le PIM - Powder Injection Molding (déliantage, frittage des métaux et céramiques)
- Installations de micro fabrication additive, Lithographie interférentielle, Stéréo lithographie bi photonique
- Enceinte gazeuse pour préparation des poudres
- Laboratoires complet de métallographie, analyse chimique, caractérisation mécanique
- Moyens d'essais de vieillissement climatique et de corrosion
- Moyens de caractérisation de surface (MEB, XPS, tribomètres, rugosité...)
- Bancs d'essais d'endurance vibratoire et thermique, essais mécaniques
- Moyens de numérisation 3D, d'analyse de surface
- Microscopie

## PERSPECTIVES DE COLLABORATIONS

- Prestations R&D
- Prototypage / Innovation
- Caractérisation

## CONTACT PLATEFORME

nicolas.minard@uha.fr



**Pour en savoir plus**  
consultez en ligne  
la fiche Fabrication additive

# Matériaux et structures

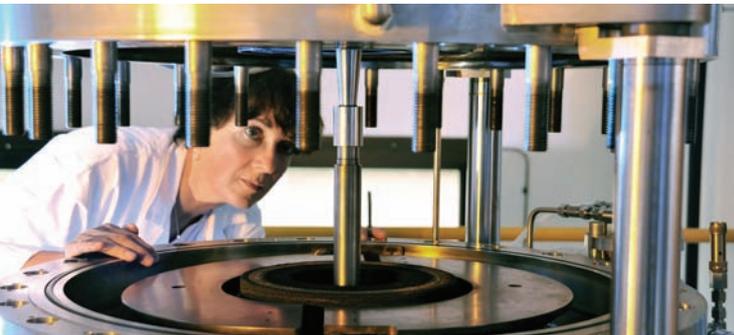


Développer, caractériser, modéliser, simuler et concevoir des matériaux et structures

## DESCRIPTION

Cette plateforme couvre toutes les activités allant de la microstructure des matériaux, de l'échelle atomique à l'échelle macroscopique ; du comportement statique à la dynamique rapide ou vibratoire des structures, en passant par la conception, l'élaboration, la caractérisation de matériaux et d'éléments de structures métalliques, céramiques ou composites. Ces activités peuvent être de nature expérimentale, théorique ou numérique.

Elle dispose d'expertises pour modéliser et simuler les lois de comportement et d'endommagement ainsi que la prévision de durée de vie.



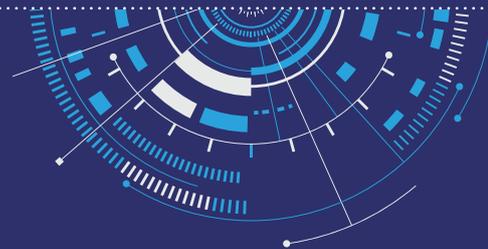
## LES COMPÉTENCES – EXPERTISES

### Développement et élaboration de nouveaux matériaux :

- Superalliages et revêtements de protections
- Poudres métalliques pour fabrication additive et frittage
- Matériaux architecturés

### Caractérisation :

- Thermique
- Mécanique (statique, fatigue, dynamique rapide)
- Physico-chimique
- Multiphysique (tenue au feu, à la foudre, ...)



## PERSPECTIVES DE COLLABORATIONS

- Programme de recherche (développement de modèles, optimisation de process, thèses, ...)
- Prestation d'essai (caractérisation, mise au point d'essai sur mesure, CND, développement de moyens de pointe)
- Réponse R&D adaptée (analyse des démarches de dimensionnement, de certification, ...)
- Conseils (formation, stratégie scientifique)

## LES MOYENS DISPONIBLES

### Elaboration / Transformation / Dépôts :

- Tour d'atomisation pour la fabrication de poudres d'alliages métalliques, presse d'extrusion (250t), presse de compaction isostatique à chaud (2000°C / 2000 bar), fours
- Bancs d'oxydation laser sous hydrogène / vapeur d'eau jusqu'à 2000°C
- Laboratoire de traitements de surface et de post-traitements (dont un four-presse 5t / 1500°C)
- Moyens de traitements thermiques sous hydrogène
- Laboratoire de dépôts physiques et chimiques en phase vapeur
- Moyens d'élaboration de composites à matrices organiques
- Moyens d'élaboration de composites à matrices céramiques ou métalliques

### Caractérisation physico-chimique et microstructurale :

- Laboratoire de microscopie électronique à balayage ou à transmission

- Bancs de mesures thermiques, banc de transmission infrarouge en température
- Laboratoire d'analyse par diffraction de rayons X
- Moyens de caractérisations physico-chimiques

### Caractérisation mécanique :

- Laboratoire d'essais mécaniques : viscoplasticité, endommagement et fissuration (machine de traction biaxiale de 4 vérins de 25t avec enceinte 900°C)
- Parc de caractérisation dynamique (tour de crash chute d'une hauteur de 15m pour tester des structures à l'échelle 1)
- Laboratoire de Contrôle Non Destructif
- Laboratoire d'essais mécaniques pour matériaux composites
- Modélisation avec des codes de calculs spécifiques (prédiction de durée de vie, dynamique rapide, vibroacoustique)

## RÉFÉRENCES

Airbus, Safran, Dassault, ainsi qu'un ensemble de PME/ETI de la filière.

## CONTACT PLATEFORME

[dominique.gardella@onera.fr](mailto:dominique.gardella@onera.fr)



**Pour en savoir plus**  
consultez en ligne  
la fiche Matériaux  
et structures

**Mots clés :** Matériaux – Composites – Thermoplastiques – Structure – Alliages – Superalliages – Alliages légers – Réfractaires – Métallique – Titane – Microstructure – Revêtement – Poudre – Fabrication additive – Architecturé – Mécanique – Nanomatériaux – Thermique – Physico-chimique – Feu – Foudre – Lois de comportements – Endommagement – Fatigue – Durée de vie – Traction – Flexion – Fluage – Crash – Dynamique rapide – Tour d'atomisation – Four – Thermographie – CND – Non-linéaire – Z-set – ZéBuLoN – Europlexus

# Etudes et caractérisation des machines électriques



Concevoir et caractériser les moteurs électriques

## DESCRIPTION

La Plateforme permet de concevoir et caractériser des moteurs électriques utilisables en aéronautique. Elle dispose également d'un laboratoire d'électronique de puissance et d'un bureau d'études permettant la conception, la réalisation, la fabrication par son réseau de sous-traitants de hautes technologies de l'ensemble de ses prototypes et démonstrateurs.



## LES COMPÉTENCES – EXPERTISES

- Motorisations hybrides
- Motorisations électriques : 15 à 100 kW, 4 000 à 100 000 tr/min, 48 V à 400 V
- Hardware in the loop (HiL) : composant réel dans une boucle virtuelle



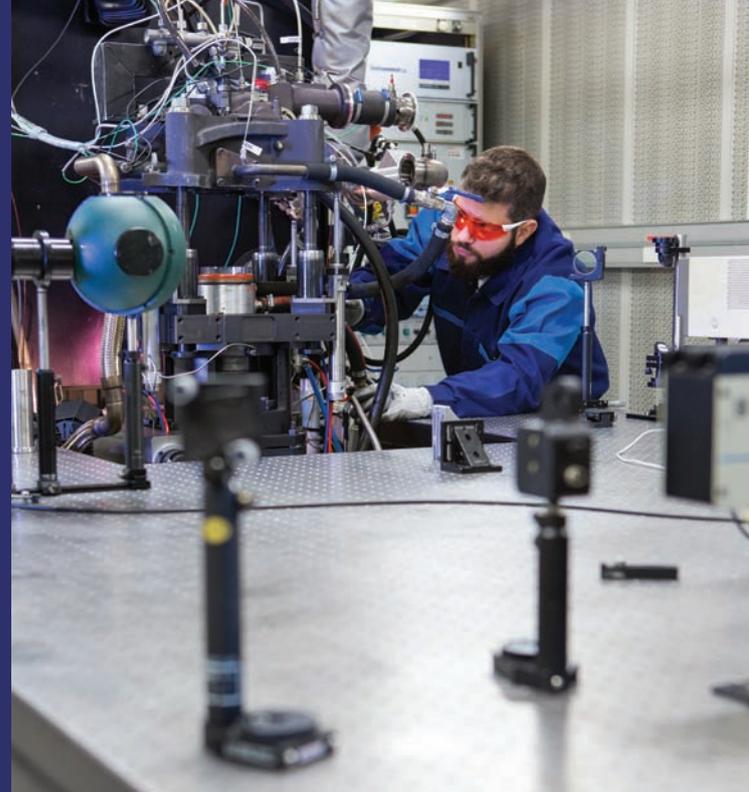
## RÉFÉRENCES

Développement et commercialisation de motorisations électriques innovantes à très haute densité de puissance massique et haut rendement avec leur électronique de puissance associée (collaboration avec MAVEL).

## LES MOYENS DISPONIBLES

3 bancs de Caractérisation et développement de machines électriques :

- Faible vitesse (4 000 tr/min) fort couple / enceinte climatique
- Haute vitesse (20 000 tr/min) faible couple / enceinte climatique
- Endurance ou très haute vitesse (système "back-to-back")
- Laboratoire d'électronique de puissance



## PERSPECTIVES DE COLLABORATIONS

- Prototypage/Innovation
- Caractérisation / Test
- Prestation R&D

## CONTACT PLATEFORME

gregory.dronchat@ifpen.fr



**Pour en savoir plus**  
consultez en ligne  
la fiche Etudes et caractérisation  
des machines électriques

# Banc d'essais stockage d'énergie électrique



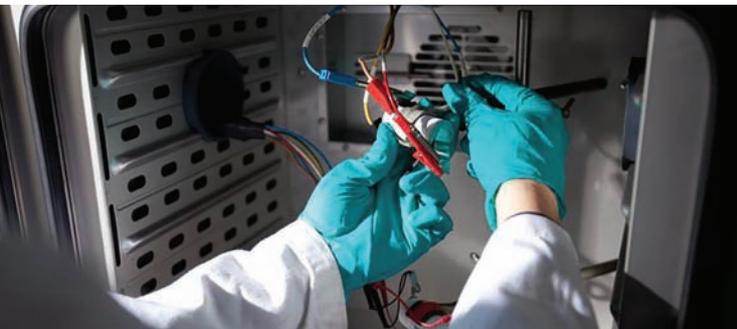
Déterminer le meilleur compromis performances/durée de vie/coût des batteries

## DESCRIPTION

La plateforme permet de concevoir, développer et évaluer les systèmes de stockage d'énergie ainsi que leur système de contrôle.

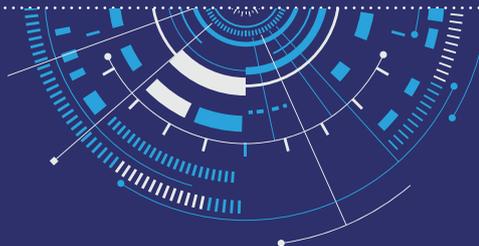
Le but est de déterminer le meilleur compromis performances / durée de vie / coût objectif.

Elle dispose de moyens de simulations et de tests d'endurance.



## LES COMPÉTENCES – EXPERTISES

- Simulation des éléments et des systèmes
- Aide à la conception de systèmes de stockage
- Tests d'endurance accélérée de batteries (vieillessement)
- Conception, développement et évaluation des systèmes de contrôle de batteries (BMS)



## RÉFÉRENCES

EasyLi, fabricant français de systèmes batteries et de solutions de stockage d'énergie clés-en-main

Développement de systèmes innovants pour la gestion électronique des batteries et la supervision énergétique des véhicules.

## LES MOYENS DISPONIBLES

- Moyens de caractérisation et vieillissement (calendaire ou en charge)
- Moyens de tests d'endurance accélérée des batteries (vieillissement)
- Possibilité de sollicitation en vraie grandeur via un pilotage « Hardware-in-the-Loop »
- Outils de simulation pour aide à la conception et temps réel



## PERSPECTIVES DE COLLABORATIONS

- Caractérisation
- Prestation R&D
- Prototypage/innovation

## CONTACT PLATEFORME

gregory.dronchat@ifpen.fr



**Pour en savoir plus**  
consultez en ligne  
la fiche Banc d'essais stockage  
d'énergie électrique

# Simulation et diagnostic des fluides complexes et réactifs



Mettre au point des solutions innovantes et sélectionner les futures technologies pour la combustion aéronautique

## DESCRIPTION

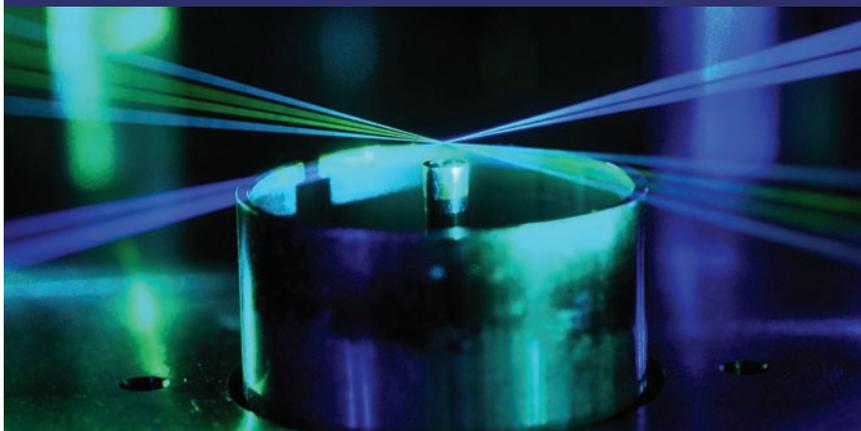
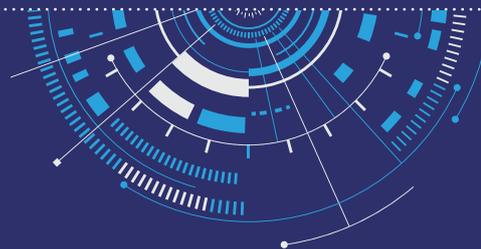
La Plateforme est un outil d'essais et de mesures unique en France pour la recherche de solutions innovantes en combustion aéronautique : modélisation de phénomènes physiques et simulation numérique en mécanique des fluides, développement et application de diagnostics optiques et lasers pour les écoulements et la combustion.

## RÉFÉRENCES

SAFRAN Group; AIRBUS, DASSAULT, CNES, 40 publications en revue internationale à comité de lecture, 40 conférences pour la plateforme Chaire industrielle SAFRAN PERCEVAL.

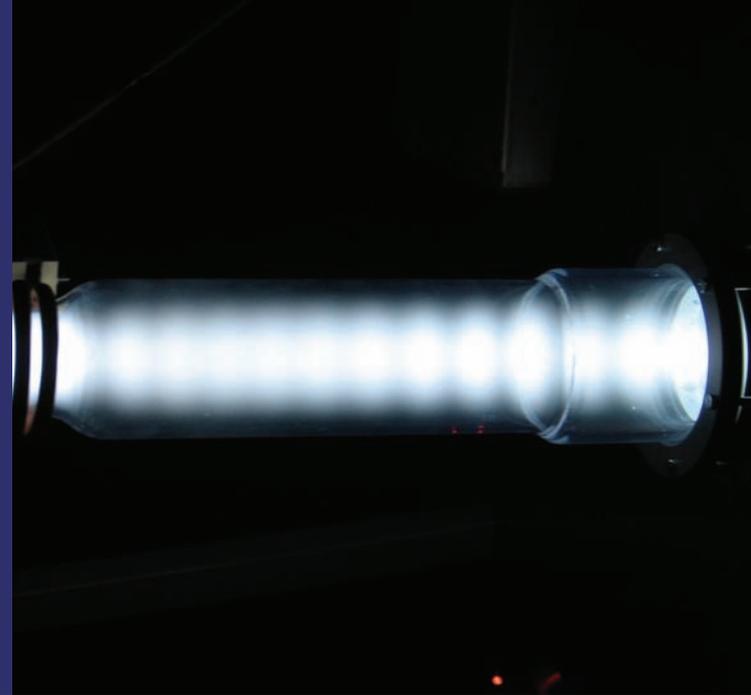
## COMPÉTENCES ET EXPERTISES

- Propulsion aéronautique
- Diagnostics optiques et lasers
- Simulation numérique en Mécanique des fluides (CFD-HPC-DNS-LES)



## LES MOYENS DISPONIBLES

- Chambres de combustion aéronautique TACC, TVC, KIAI 5 injecteurs, HERON, ALICE
- Techniques de diagnostics en combustion innovantes LIF (Laser Induced Fluorescence), FARLIF (Fuel Air Ratio measurement by Laser Induced Fluorescence), LIEF (Laser Induced Exciplexe Fluorescence)
- Techniques de diagnostics optiques des écoulements (holographie numérique ; Vélocimétrie et granulométrie 3D ; Réfractométrie d'Arc-En-Ciel, PIV3D, LIBS femtoseconde
- Chaines d'acquisition et de traitement des données
- Moyens de simulation numérique et calcul intensif (stations, logiciels et codes de calcul, accès aux supercalculateurs du CRIANN)



## PERSPECTIVES DE COLLABORATIONS

- Prestation R&D
- Prototypage/Innovation
- Caractérisation

## CONTACT PLATEFORME

[youns.ait-ouaj@carnot-esp.fr](mailto:youns.ait-ouaj@carnot-esp.fr)



**Pour en savoir plus**  
consultez en ligne  
la fiche Simulation  
et diagnostic des fluides  
complexes et réactifs

**Mots clés :** Propulsion aéronautique – Combustion – Combustion propre – Écoulements diphasiques – Diagnostics optiques – Diagnostics lasers – Mélange turbulent – Flammes-jets – Suies – Réduction des émissions polluantes gazeuses – Réduction des émissions polluantes particulaires – Haute pression – Brûleurs – Injecteurs – Écoulements turbulents – Écoulements supersoniques – Carburant réel liquide – Nouveaux carburants – Architecture de chambres de combustion – plasmas.

# Compatibilité électromagnétique



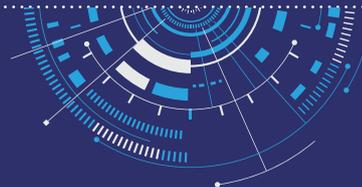
Maitriser la CEM du composant au système complet

## DESCRIPTION

La Plateforme permet de modéliser, simuler et tester la compatibilité électromagnétique (CEM) et la fiabilité des systèmes et composants électroniques ainsi que les antennes et technologies de communication RF.

## LES COMPÉTENCES – EXPERTISES

- Développement de plateaux de mesures et de diagnostic CEM innovants
- Développement de modèles CEM et multi-physiques pour intégration dans des plateformes de simulation
- Simulation CEM aux niveaux « Systèmes » et « Équipements »
- Développement d'outils de simulation spécifiques (sous-ensembles câbles, blindage)



## RÉFÉRENCES

LEONI, ACOME, THALES,  
20 publications/an et conférences associées  
Projets clés / différenciants.

## LES MOYENS DISPONIBLES

- Chambre réverbérante à brassage de modes
- Bancs de mesure CEM champ proche
- Moyens d'analyse multi-échelle - de 20hz à 18Ghz
- Laboratoire de microélectronique doté d'une salle blanche
- 2 cages semi-anechoïques
- 2 bancs champ proche
- Bancs conduits (BCI, DPI,...)
- Simulations électriques et électromagnétiques 3D (BF et HF)



## PERSPECTIVES DE COLLABORATIONS

- Prestation R&D
- Caractérisation
- Formation

## CONTACT PLATEFORME

youns.ait-aouaj@carnot-esp.fr



**Pour en savoir plus**  
consultez en ligne  
la fiche Compatibilité  
électromagnétique

# Télécommunication et radiofréquence



Développer et valider les protocoles  
et antennes de communication radiofréquence

## DESCRIPTION

Les activités de la Plateforme couvrent les systèmes de communication radiofréquence :

- Les systèmes à large bande et les systèmes cellulaires “4G et 4G avancée”
- Les systèmes de communication à faible débit et courte portée (quelques mètres), comme les réseaux de capteurs et d'actionneurs sans fil
- Les systèmes de communication à haut débit, courte portée pour le multimédia et d'autres applications

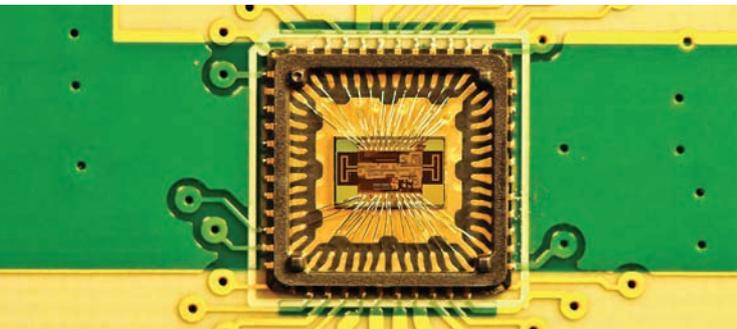
## LES COMPÉTENCES – EXPERTISES

- Télécommunication, radiofréquence
- Protocoles des systèmes de télécommunication sans fil et l'optimisation de leur utilisation
- Systèmes d'antennes
- Protocoles de contrôle d'accès et techniques de management des ressources radio
- Simulation numérique
- Modélisation physique
- Algorithme et traitement du signal
- Electronique numérique

## RÉFÉRENCES

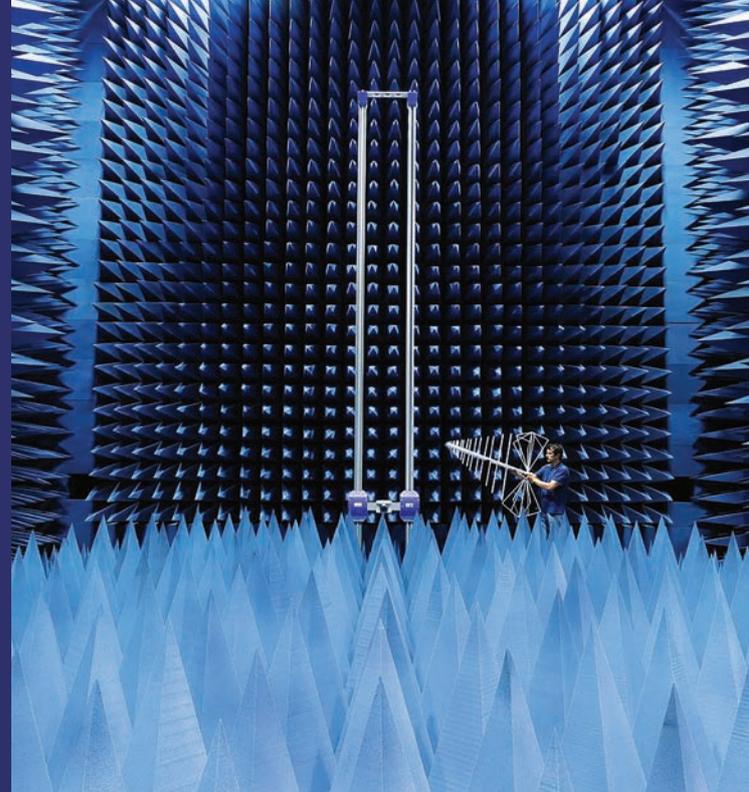
Le LETI est certifié ISO 9001 V 2008.

AIRBUS, ALCATEL-LUCENT, ERICSON, SAGEMCOM, THALES, ORANGE, TELEFONICA, VODAFONE, BRITISH TELECOM, STMicroelectronics, NOKIA, NEC, FUJITSU. RADIALL, MITSUBISHI, CNES.



## LES MOYENS DISPONIBLES

- Chambre anéchoïque fréquence bande ISM
- Emulateur de canal de propagation
- Plateforme logicielle de simulation numérique électromagnétique
- Test fonctionnel de composants
- Salle blanche de 1000 m<sup>2</sup> équipée pour le traitement de substrats 200 mm, opérée en continu



## PERSPECTIVES DE COLLABORATIONS

- Prestations R&D
- Prototypage
- Caractérisation / Test

## CONTACT PLATEFORME

philippe.liatard@cea.fr



**Pour en savoir plus**  
consultez en ligne  
la fiche Télécommunication  
et radiofréquence

# Cybersécurité



Assurer la protection des systèmes embarqués contre l'intrusion

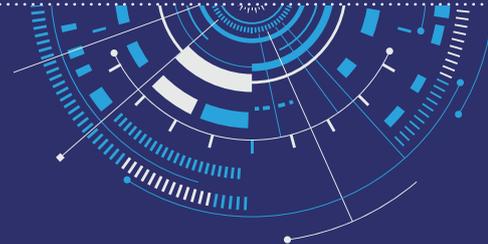
## DESCRIPTION

Les activités de la Plateforme couvrent la thématique de la sécurité des Systèmes d'Information : il s'agit de déterminer si les composants et dispositifs de sécurité sont conçus et fabriqués pour éviter toute intrusion et pour résister aux attaques (fraude, criminalité, terrorisme ...) :

- Sécurité des composants hardware devenus un élément de sécurité : systèmes de contrôle-commande, équipements électriques
- Sécurité des capteurs, dispositifs et autres composants utilisés dans les systèmes de sécurité des infrastructures publiques ou industrielles

## LES COMPÉTENCES – EXPERTISES

- Technologies de l'Information et de la Communication (TIC)
- Gestion de la sécurité d'objets connectés
- Cryptographie des données
- Sécurité et Cyber sécurité
- Expertises liées à la problématique d'attaques physiques contre les implémentations d'algorithmes cryptographiques



## RÉFÉRENCES

CESTI organisme de certification des cartes à puce et de tout système RFID (exemple Bagages enregistrement). Certification ANSSI (Agence Nationale pour la Sécurité des Systèmes d'Information).

Certification NXP-MIFARE pour la technologie MIFARE (une des technologies de carte à puce sans contact les plus répandues dans le monde). SAMSUNG, ATMEL, STMicroelectronics, GEMALTO, SAGEM SECURITE, OCS.

## LES MOYENS DISPONIBLES

- Expertise Sécurité
- Simulation attaques physiques
- Certification sécurité
- Laboratoire d'évaluation de la sécurité : analyse de cyber vulnérabilité :
  - Des composants hardware (attaques physiques)
  - Des logiciels middleware (failles de sécurité)



## PERSPECTIVES DE COLLABORATIONS

- Certification
- Prestations R&D
- Caractérisation / Test
- Prototypage / Innovation

## CONTACT PLATEFORME

philippe.liatard@cea.fr



Pour en savoir plus  
consultez en ligne  
la fiche Cybersécurité

# Design circuits intégrés miniaturisés



Concevoir, réaliser et tester des systèmes miniaturisés et économes en énergie

## DESCRIPTION

Les activités de la plateforme couvrent les thématiques de la conception et du test de circuits intégrés, du développement de logiciels bas niveau associés, pour répondre à l'enjeu de disposer sur une puce de toutes les fonctions d'un système complet embarqué (exécution d'applications complexes dans des objets miniaturisés).

La plateforme se caractérise par :

- La maîtrise de toute la chaîne de conception de la définition à la réalisation
- L'expertise dans tous les domaines de la conception : analogique, RF, numérique
- Un accès aux technologies les plus avancées permettant de concevoir des systèmes, de l'architecture au prototype silicium

Elle s'appuie sur un environnement de prototypage virtuel CAO de haut niveau, permettant l'exploration et l'évaluation rapide de solutions innovantes complexes (algorithmes, processeurs, architectures, logiciels embarqués...), avant leur réalisation et tests (puces dans leur version préindustrielle).

## COMPÉTENCES ET EXPERTISES

- Systèmes intégrés embarqués
- Circuits intégrés
- Logiciels embarqués
- Electronique numérique, analogique
- Radiofréquence

## LES MOYENS DISPONIBLES

- 2 installations d'émulation
- 1 équipement de test de niveau industriel
- Nombreux logiciels de CAO (Cadence, Mentor, Agilent, Synopsys, Intel)

## RÉFÉRENCES

Le LETI est certifié ISO 9001 V 2008.

NOKIA, STMicroelectronics, SOFRADIR, MicroOLED, TRIXELL  
AIRBUS Cassidian, Soitec, KALRAY, DELPHI, RENAULT, SCHNEIDER  
ELECTRIC, MAGILLEM.



### PERSPECTIVES DE COLLABORATIONS

- Expertise, conseil, prestations R&D
- Prototypage
- Caractérisation

### CONTACT PLATEFORME

[philippe.liatard@cea.fr](mailto:philippe.liatard@cea.fr)



**Pour en savoir plus**  
consultez en ligne  
la fiche Design circuits intégrés  
miniaturisés

# Micro nano technologies



Fabriquer et valider des composants électroniques

## DESCRIPTION

La Plateforme propose des moyens pour la fabrication de composants électroniques (micro et nano-technologies) selon les technologies MOS et MEMS.

Les travaux concernent typiquement :

- La réalisation des traitements de wafers 200 et 300 mm qui peuvent être appliqués aux dispositifs semiconducteurs ainsi qu'aux microsystèmes.
- Le développement des générations CMOS 45-32-22-14 (plateforme 300 mm).
- La validation de nouvelles architectures et développement technologique de microsystèmes et nanosystèmes (plateforme 200 mm).

## COMPÉTENCES ET EXPERTISES

- Fabrication de composants électroniques
- Ingénierie de surface appliquée à l'électronique (couches minces)

## LES MOYENS DISPONIBLES

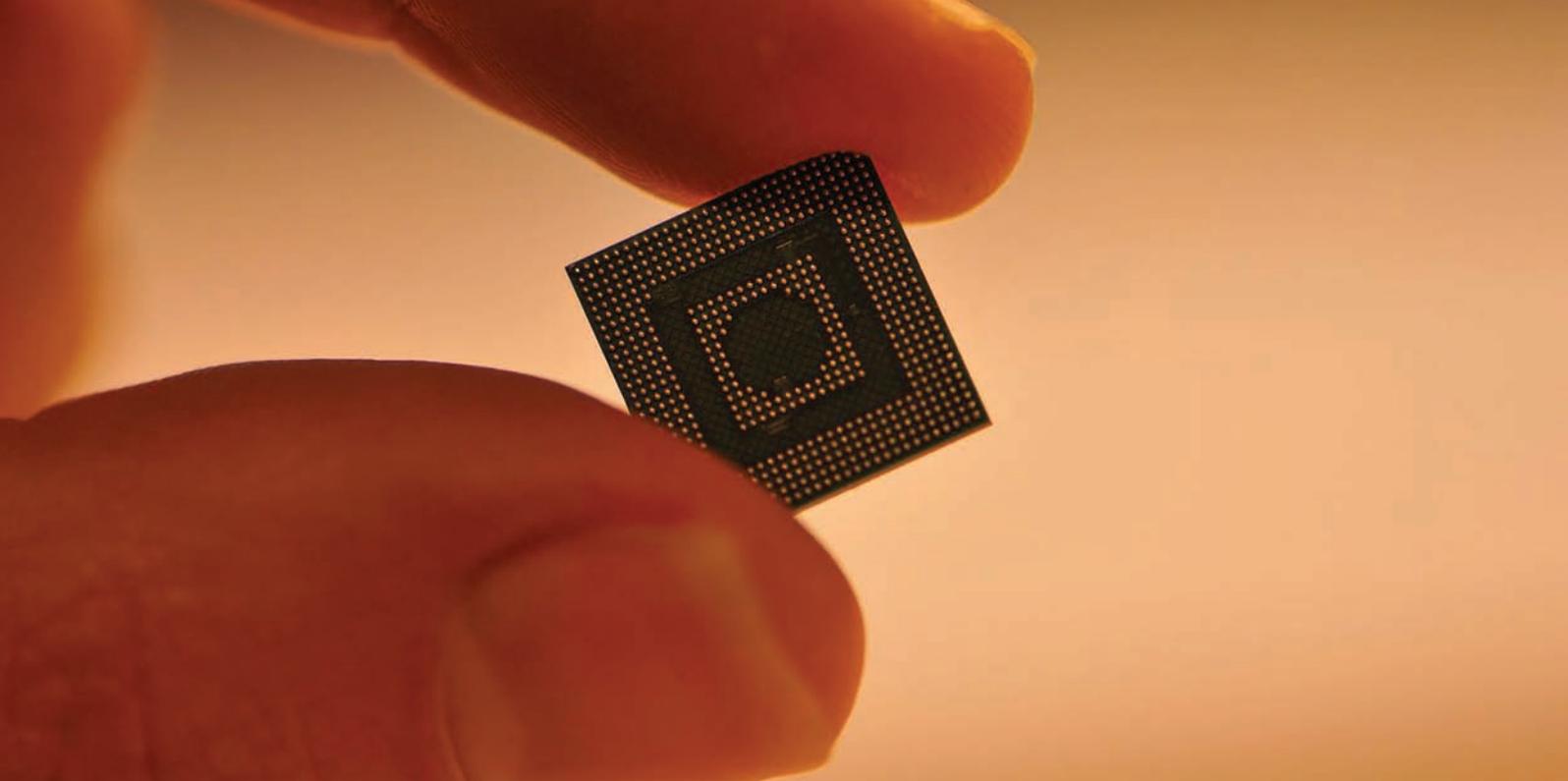
- Ligne de prototypage de circuits sur wafer 200 et 300mm
- Ligne de prototypage MEMS 200mm
- 500 équipements de traitement au sein d'une salle blanche de 8 000 m<sup>2</sup>
- La Plateforme MOS et la plateforme MEMS sont reliées par un système innovant de salle blanche mobile, ce qui permet une plus grande flexibilité et un traitement plus rapide des lots

## RÉFÉRENCES

Le LETI est certifié ISO 9001

2015 - Première mondiale pour la fabrication d'accéléromètres de type MEMS (Micro-electro-mechanical-system) produits sur des tranches de silicium de 300 mm de diamètre.

Start-up TRONICS, acteur mondial des MEMS, Start-up WAVELENS.



### PERSPECTIVES DE COLLABORATIONS

- Prototypage
- Prestations R&D
- Caractérisation / Test

### CONTACT PLATEFORME

[philippe.liatard@cea.fr](mailto:philippe.liatard@cea.fr)



**Pour en savoir plus**  
consultez en ligne  
la fiche Micro nano technologies

# Capteurs et micro technologie



Concevoir, réaliser, caractériser des capteurs

## DESCRIPTION

Les compétences et savoir-faire de la plateforme concernent deux familles de capteurs :

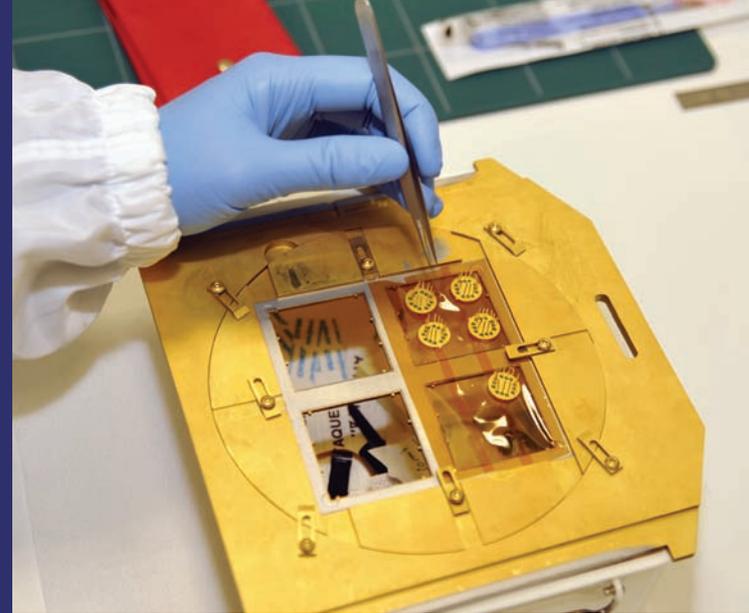
- Les capteurs inertiels miniatures : accéléromètres, sismomètres, gyromètres, magnétomètres, résonateurs photo acoustiques. Un domaine d'utilisation étendu, une miniaturisation et des faibles coûts de réalisation sont recherchés
- Les capteurs en couches minces pour les mesures sur bancs d'essais de turbomachines et de chambres de combustion. Ces capteurs miniatures avec grande bande passante fréquentielle sont peu intrusifs, exploitables en environnement sévère, à haute température :
  - Jauges de déformation
  - Capteurs thermiques (thermocouples, fluxmètres, mesure du coefficient d'échange gaz-paroi)
  - Capteurs de pression instationnaire à base de nitrure d'aluminium piézoélectrique

## LES COMPÉTENCES – EXPERTISES

- Matériaux
- Micro technologies
- Mécanique des milieux continus
- Electronique
- Traitement du signal
- Modélisation multiphysique
- Réseau de capteurs pour la surveillance de zone par mesures sismiques : capteurs, électronique et traitement du signal
- Capteurs MEMS/NEMS (Micro/Nano Systèmes) : concept de l'élément sensible, moyens de réalisation par micro/nanotechnologie, électronique et traitement du signal, caractérisation et tests (accéléromètres, gyromètres, magnétomètres, résonateurs pour temps/fréquence)
- Capteurs couches minces pour environnement sévère (jauges, thermomètres, fluxmètres, capteurs de pression instationnaire Nitrure d'Aluminium (AlN))
- Synthèse par CVD (Chemical Vapor Deposition) des cristaux 2D graphène et nitrure de bore et capteurs associés : capteur de gaz, magnétomètre, électrode conductrice pour matériaux piézoélectriques
- Moyens de caractérisation : tables tournantes, enceintes climatiques, pots vibrants, hexapode

## LES MOYENS DISPONIBLES

- Salle blanche de micro-nanotechnologie dédiée matériaux diélectriques et piézoélectriques comprenant :
  - Des bâtis de dépôts de couches minces par évaporation sous vide et pulvérisation cathodique
  - Un bâti de gravure ionique réactive pour diélectrique (DRIE : Deep Reactive ion Etching)
  - Un laboratoire de chimie et de gravure chimique de wafers
  - Des moyens de photolithographie optique avec machine d'alignement de masque double face
  - Une machine de synthèse de matériaux par CVD (Chemical Vapor Deposition)
  - Des moyens de caractérisation optique et par microscopie RAMAN
- Moyen de simulation multiphysique
- Moyens de caractérisation et de test pour la validation des concepts mis en œuvre



## RÉFÉRENCES

SAFRAN (Capteurs couches minces, jauges de déformation, fluxmètres), iXBlue, THALES, SAFRAN Electronic et Defense (accéléromètre vibrant en Quartz).

## PERSPECTIVES DE COLLABORATIONS

- Prestations R&D
- Prototypage/Innovation
- Caractérisation
- Partenariat

## CONTACT PLATEFORME

[jacques.oubrier@onera.fr](mailto:jacques.oubrier@onera.fr)



Pour en savoir plus consultez en ligne la fiche Capteurs et micro technologie

# Vol libre



Evaluer les performances aérodynamiques des drones en aérologie perturbée

## DESCRIPTION

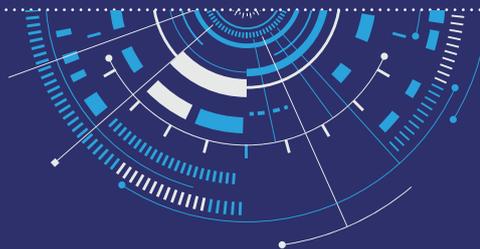
La Plateforme inclut un laboratoire d'essais de vol libre en espace clos avec générateur de rafales, des souffleries avec montage dynamique, et des moyens de modélisation et de simulation numérique. Ces moyens complémentaires permettent d'évaluer les comportements aérodynamiques des drones ainsi que leur stabilité en vol et leur sécurité de navigation.

## RÉFÉRENCES

Membre de CONTRAERO (plateforme régionale Hauts-de-France) et faisant partie intégrante du Laboratoire de Mécanique des Fluides de Lille – Kampé de Fériet (Univ. Lille, CNRS, ONERA, Arts et Métiers Paris Tech, Centrale Lille), cette Plateforme travaille pour les industriels du secteur aéronautique: Airbus, Thales Alenia Space (Stratobus), Flying Whales.

## LES COMPÉTENCES – EXPERTISES

Capacité multidisciplinaire entrant dans la conception, la validation et la réalisation de tout type d'aéronef (voilures fixes, plus légers que l'air, drones multi rotors, nouvelles configurations...).



## PERSPECTIVES DE COLLABORATIONS

- Prestations de R&D (expertises et technologiques)
- Prototypage et innovation
- Caractérisation aérodynamique et modélisation aéromécanique de véhicules aériens et sous-marins, Evaluation des qualités de vol
- Prédiction des comportements aux limites du domaine de vol
- Maîtrise du vol en aérologie perturbée

## LES MOYENS DISPONIBLES

Moyens uniques en France pour la conception / test des drones à voilures fixes et tournantes en espace clos, générateur de rafales, système de trajectographie optique temps réel, moyens de visualisation des tourbillons et de mesure, chaîne de modélisation propre, souffleries basses vitesses, verticales, montages dynamiques

- Laboratoire d'essais en vol B20: volume 50m x 20m x 15m
  - Générateur de rafale (5 m/s) : soufflerie aérodynamique de 5m de large et de haut, divisée entre trois couloirs, où l'on peut imposer à chaque fois un profil de vent
  - Vol de drones en espace clos avec possibilité de perturbations aérologique
  - Souffleries basse vitesse
  - Soufflerie verticale SV4 (40m/s, diam. 4m) permettant l'évaluation des coefficients aérodynamiques en rotation. Contient un dispositif

d'essai robotisé SACSO de vol libre sous tension (suspension par 9 câbles à 6 degrés de liberté; domaine des basses vitesses < 35m/s) permettant le mouvement forcé de maquettes

- Souffleries horizontales L1 (70m/s, diam. 2,5m) permettant l'étude des dérivées dynamiques de l'aéronef ; soufflerie L2 (19m/s, 2,4m x 6m x 13m) pour tous types d'essais
- Nombreux moyens expérimentaux et un savoir-faire pluridisciplinaire de haut niveau scientifique, fondé sur le couplage simulation numérique / expérimentation

### Logiciels :

Nombreux moyens et un savoir-faire pluridisciplinaire de haut niveau scientifique, fondé sur le couplage simulation numérique / expérimentation



### CONTACT PLATEFORME

dominique.gardella@onera.fr



Pour en savoir plus  
consultez en ligne  
la fiche Vol libre

# Vibrations et aéroélasticité



Maîtriser les comportements aéroélastiques et vibratoires des aéronefs

## DESCRIPTION

La Plateforme permet de créer, adapter, évaluer et appliquer les méthodes théoriques, numériques et expérimentales destinées à modéliser, prévoir, optimiser et identifier le comportement statique et dynamique des structures dans leur environnement (systèmes couplés structure / fluide). Les travaux visent à améliorer les performances, prévoir et augmenter la sécurité et solutionner les problèmes de confort et d'environnement.

## RÉFÉRENCES

Essais de flottement en soufflerie de nouvelles configurations d'empennage dans le cadre du projet CleanSky  
Essais de vibrations au sol des Airbus A380, A350 XWB, A320 NEO et Beluga XL  
Essais de vibrations au sol d'une maquette du démonstrateur de lanceur aéroporté Eole et détermination des limites du domaine de vol au flottement  
Identification en laboratoire des coefficients d'amortissement de petites structures aéronautiques (aubes de fan, de turbine).

## LES COMPÉTENCES – EXPERTISES

Capacité multidisciplinaire et expertise autour des thématiques : aéroélasticité des avions, hélicoptères, turbomachines, éoliennes...



## LES MOYENS DISPONIBLES

### Moyens techniques dédiés mobiles sur site client ou bancs de tests en laboratoire :

- Moyens expérimentaux de grandes capacités pour les essais de vibrations d'aéronefs au sol (chaînes d'acquisition et d'excitation)
- Banc tournant pour l'étude vibratoire de structures en rotation
- Méthodologie pour la réalisation d'essais de flottement de maquettes en soufflerie
- Moyens expérimentaux pour la dynamique des structures : table vibrante 20 kN, Vibromètres laser

- Moyens expérimentaux pour l'aéroélasticité des voilures : instrumentation spécifique, système de pilotage de servo-commandes electro-hydrauliques
- Moyens expérimentaux pour le contrôle actif des vibrations des structures : système temps-réel

### Logiciels :

Logiciels de modélisation et outils de simulation, compatibilité Nastran.

## PERSPECTIVES DE COLLABORATIONS

Prestations de R&D (expertises et technologiques), Prototypage et innovation  
Caractérisation aéroélastique de nouveaux concepts, par exemple :

- Essais de vibration à la demande ; modélisation et simulation des vibrations
- Prédiction des limites de flottement d'un aéronef
- Essais aéroélastiques en soufflerie
- Optimisation sous contraintes aéroélastiques de structures mettant en œuvre des matériaux composites hautes performances

## CONTACT PLATEFORME

[dominique.gardella@onera.fr](mailto:dominique.gardella@onera.fr)



Pour en savoir plus consultez en ligne la fiche Vibrations et aéroélasticité

# Imagerie acoustique



Identifier, mesurer et caractériser les sources de bruit

## DESCRIPTION

Cette plateforme met en œuvre des techniques métrologiques pour identifier et mesurer le bruit de la source jusqu'à la gêne ressentie par les riverains :

- Moyens de mesures adaptés aux conditions d'essais, leur caractérisation acoustique si nécessaire, et la maîtrise des outils d'acquisition permettant leur mise en œuvre au sein de la plateforme ou chez le client, ainsi qu'en milieu extérieur.
- Le développement de méthodes avancées pour localiser et quantifier les sources acoustiques et de techniques de traitement du signal pour améliorer l'exploitation des signaux mesurés en environnement complexe (déréverbération, débruitage, ...).

## LES COMPÉTENCES – EXPERTISES

- Métrologie et acquisition des signaux pour la mesure des niveaux acoustiques dans des environnements très variés
- Méthodes de traitement du signal pour l'identification et la caractérisation des sources acoustiques



## RÉFÉRENCES

ISO 9001.

Campagne d'essais pour caractériser les sources acoustiques de nouvelles géométries de tuyères pour les avions nouvelle génération.

Expertise auprès de l'ESA pour la caractérisation acoustique du lanceur VEGA.

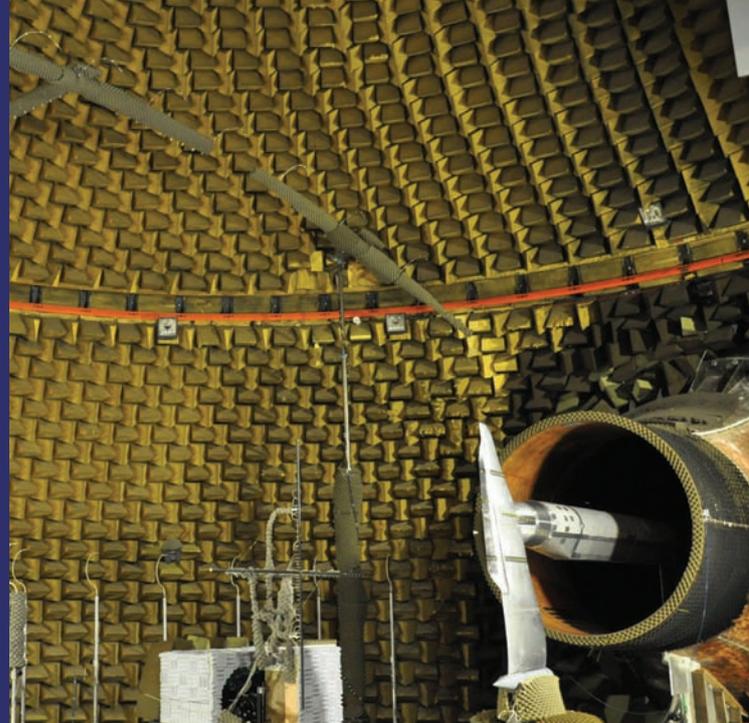
Traitement de mesures Airbus d'un turboréacteur échelle 1 sur banc statique afin d'isoler la contribution du bruit de jet dans le niveau global.

## LES MOYENS DISPONIBLES

### Moyens expérimentaux de grandes capacités pour les essais en acoustique :

- Plus de 500 capteurs acoustiques
- Plus de 300 voies d'acquisition permettant de déployer un ou plusieurs réseaux de microphones en fonction des sujets étudiés
- Grand nombre de voies d'acquisition simultanées, à des fréquences d'échantillonnage élevées

### Réalisation d'essais sur des maquettes en souffleries aéroacoustiques pour leur caractérisation acoustique



### PERSPECTIVES DE COLLABORATIONS

- Prestations R&D
- Prototypage / Innovation
- Caractérisation

### CONTACT PLATEFORME

[dominique.gardella@onera.fr](mailto:dominique.gardella@onera.fr)



Pour en savoir plus  
consultez en ligne  
la fiche Imagerie acoustique

# Caractérisation électromagnétique des matériaux



Caractériser les propriétés électromagnétiques des matériaux

## DESCRIPTION

La plateforme possède une expertise fine dans le domaine de la caractérisation des propriétés électromagnétiques des matériaux, qui s'expriment à travers les grandeurs caractéristiques comme la permittivité diélectrique, la perméabilité magnétique ou l'impédance de surface.

Elle adresse aussi bien les matériaux radioélectriquement transparents comme des mousses ou des composites, que les matériaux partiellement ou très conducteurs.

## COMPÉTENCES ET EXPERTISES

### Matériaux diélectriques

- Caractérisation en réflexion et transmission
- Caractérisation en permittivité diélectrique
- Caractérisation de peintures
- Caractérisation de roches
- Caractérisation de liquides

### Matériaux conducteurs

- Caractérisation en réflexion
- Caractérisation en impédance de surface ou en conductivité



## LES MOYENS DISPONIBLES

- Banc CAREM : caractérisation en réflexion et transmission, de 2.4 GHz à 8 GHz
- Bancs BACCARAT : caractérisation en réflexion et transmission, de 8 GHz à 60 GHz
- ROCAMAT : Résonateur ouvert pour caractérisation de la permittivité, de 8 à 35 GHz
- Bancs de caractérisation en guide d'ondes rectangulaires de 2 à 12 GHz, ou coaxiaux de quelques Hz à 7 GHz
- Banc de mesure de l'impédance de surface (entre quelques  $m\Omega$  et quelques  $\Omega$ )



## RÉFÉRENCES

Mesures de matériaux pour Total, ArianeGroup, Airbus, Thales, Lacroix, Naval Group, Dassault, CNES, DGA, Polycontact, ...  
Procédure de caractérisation de peinture labellisée AITM Airbus.

## PERSPECTIVES DE COLLABORATIONS

- Caractérisation de constituants élémentaires (composites, mousses) utilisés dans les radômes
- Caractérisation de l'efficacité de tissus métallisés pour réflecteurs déployables
- Caractérisation de l'efficacité de blindages électromagnétiques

## CONTACT PLATEFORME

natacha.le\_morvan@onera.fr



**Pour en savoir plus**  
consultez en ligne  
la fiche Caractérisation  
électromagnétique  
des matériaux

# Matériaux - procédés



Proposer une expertise et des moyens sur toute la chaîne de la valeur pour les nouveaux matériaux & procédés

## DESCRIPTION

La plateforme regroupe le savoir-faire de 11 laboratoires de recherche publics d'excellence (IMP, MATEIS, LAMCOS, LTDS, LAGEP, LMI, C2P2, LGEF, CETHIL, LabECAM, CETHIL) et d'un centre technique (CTIPC). Elle couvre les besoins d'innovations technologiques très amonts jusqu'à des préséries (pour les plastiques et composites) dans tous les champs de l'ingénierie des matériaux :

- Conception et élaboration des métaux, polymères et céramiques
- Elaboration et mise en forme de matériaux composites, de mousses et matériaux architecturés
- Elaboration et caractérisation de matériaux biocompatibles
- Synthèse de tout type de polymères, métaux et céramiques
- Caractérisation mécanique, thermomécanique, électrique et chimique

## LES COMPÉTENCES – EXPERTISES

- 800 chercheurs, ingénieurs et techniciens dont les domaines d'expertise couvrent les procédés et caractérisation de toutes les familles de matériaux
- Polymères: physico-chimie, rhéologie, mise en œuvre en ingénierie macromoléculaire, procédés de polymérisation, physico-chimie des hydrogels, propriétés électriques et diélectriques, surfaces, mousses, fabrication additive
- Métaux: relations entre microstructures et propriétés thermomécaniques, simulations multi-échelles
- Céramiques, biomatériaux, composites : développement et fonctionnalisation de céramiques nanostructurés, caractérisation de l'endommagement et prédiction de la durée de vie des CMC, céramiques à vocation biomédicales, matériaux minéraux pour la construction
- Calcul, simulation et modélisation numérique

## RÉFÉRENCES

Arkema, Bluestar Silicones, Hutchinson, Nexans, Solvay, Toray, EDF, AREVA, SAFRAN, Total.

## LES MOYENS DISPONIBLES

- Polymères: extrudeuse double vis, co-extrusion, réacteurs de polymérisation, plateforme de l'Institut de chimie de Lyon (IMP-C2P2), spectromètre IR et UV, machines de caractérisation des propriétés mécaniques ou diélectriques des polymères
- Métaux: Micro-tomographes RX, machines d'essais mécaniques et thermomécaniques (Gleeble 3500), essais de fatigue, nano-indenteurs, mesures du pouvoir thermoélectrique
- Céramiques et composites: frittage (SPS), traitements thermiques, essais mécaniques et thermomécaniques
- Moyens numériques : nombreux logiciels développés pour déterminer les lois de comportement et pour la simulation numérique, comme PLASFIB pour la modélisation des composites tissés



## PERSPECTIVES DE COLLABORATIONS

- Prestation R&D
- Caractérisation
- Formation

## CONTACT PLATEFORME

[lilian.martinez@ingenierie-at-lyon.org](mailto:lilian.martinez@ingenierie-at-lyon.org)



Pour en savoir plus  
consultez en ligne  
la fiche Matériaux -  
procédés

**Mots clés :** Polymères – Métaux – Céramiques – Matériaux composites ou architecturés, matériaux fonctionnels – Tissus, mousses, sandwichs, matériaux piézoélectriques, électro-actifs...Fabrication additive, cold spray, impression 3D, injection, emboutissage, procédés hybrides, mise en forme de polymères avec inclusions, prototypage, Métrologie, rhéologie, CND, spectrométrie, DSC, microscopie, calorimétrie, DMA, tomographie

# Vibration acoustique



Analyser, caractériser le traitement des problèmes vibratoires et acoustiques

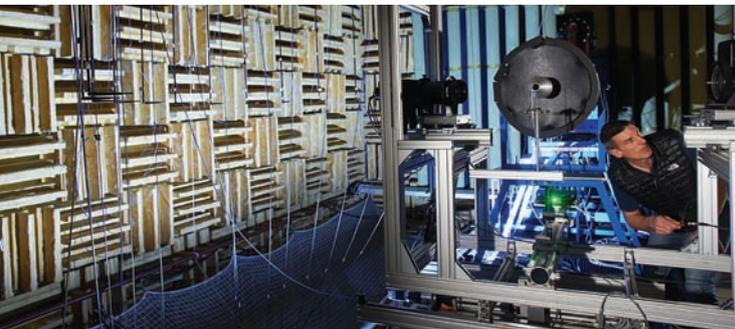
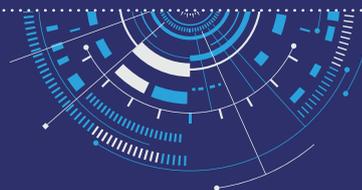
## DESCRIPTION

La plateforme “Vibration – Acoustique” d’Ingénierie@Lyon regroupe les moyens d’expertise, les savoir-faire et équipements de 7 laboratoires de recherche publics d’excellence dans l’analyse, la caractérisation et le traitement des problèmes vibratoires et acoustiques : les laboratoires LMFA, LVA, LAMCOS, LTDS, LGEF, AMPERE et MATEIS.

## LES COMPÉTENCES – EXPERTISES

**500 chercheurs, ingénieurs et techniciens dont les domaines d’expertise couvrent :**

- La caractérisation de comportements vibratoires et acoustiques de systèmes complexes couplés
- La conception et l’optimisation de traitements acoustiques et vibratoire (absorbant, isolant, systèmes de suspension et de stabilisation...)
- La dynamique des moteurs (thermiques et électriques), des engrenages et des rotors
- Les systèmes frottant et dynamiques non-linéaires
- L’expertise et la caractérisation de matériaux acoustiques et aéroacoustiques
- La psycho-acoustique et l’étude sensorielle



## RÉFÉRENCES

Références avec des industriels clés (ex : OpenLab avec PSA pour travaux et projets sur problèmes d’instabilité et contrôle de vibrations).

## LES MOYENS DISPONIBLES

### Quelques équipements différenciants :

- Tubes de Kundt de grandes dimensions (6 m de long) loués aux industriels avec échantillons de grandes tailles avec détection de grosses particules
- Salle réverbérante
- Salles semi-anéchoïques et anéchoïques
- Chambre audiométrique
- Bancs moteurs, dont un en milieu semi-anéchoïque
- Banc de caractérisation de sources hydrauliques
- Bancs de caractérisation de rotors, roues aubagées, systèmes rotatifs
- Banc de vélocimétrie laser - mesures champs
- Accéléromètres, capteurs de force, de déplacement
- Systèmes d'excitation hydraulique, électrodynamique et piézoélectrique
- Logiciels de simulation : Abaqus, MSC Nastran, Ansys, Comsol, Samcef, LS Dyna LMS Modal analysis ...
- Dalles sismiques
- Banc d'essais :
  - Vibratoires et de fretting-fatigue multi-chargeement
  - Bancs de simulation de défauts sur des systèmes à engrenages
  - Bancs moto-propulseurs
- Générateur de choc 1MV/50kj-spectromètre d'impédance
- Chambre audiométrique et mannequin acoustique
- Excitateur 6 axes

## PERSPECTIVES DE COLLABORATIONS

- Prestations R&D
- Caractérisation
- Formation

## CONTACT PLATEFORME

[lilian.martinez@ingenierie-at-lyon.org](mailto:lilian.martinez@ingenierie-at-lyon.org)



Pour en savoir plus consultez en ligne la fiche Vibration acoustique

# Fiabilité des systèmes



Maîtriser les sources de bruits et vibrations et améliorer la fiabilité des systèmes

## DESCRIPTION

La Plateforme propose des moyens d'essais dans les domaines du choc, des vibrations, de la fiabilité et de l'acoustique, pour aider les industriels à faire progresser la performance du confort acoustique et vibratoire, et accroître la sûreté de fonctionnement des systèmes embarqués.

Un pronostic des modes de défaillance peut être réalisé.

Dans le domaine de l'électronique, des techniques de diagnostic basées sur l'analyse de données vibratoires visent à améliorer la fiabilité d'éléments embarqués.

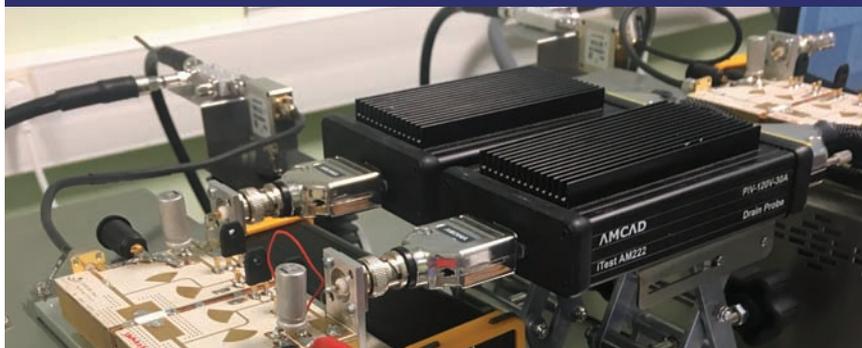
Elle se décline en aide à la conception, maîtrise de la défaillance ou expertise technique.

## RÉFÉRENCES

Safran Nacelles, THALES.

## LES COMPÉTENCES – EXPERTISES

- Analyse dynamique des systèmes
- Fiabilité des matériaux grand GAP (SiC et GaN) jusqu'aux échelles ultimes des composants électroniques
- Maîtrise de la chaîne d'analyse de défaillance, depuis la conception jusqu'à l'analyse physique
- Modélisation multiphysique
- Mesure optique de déplacement (interférométrie speckle) sur composants ou petits systèmes
- Corrélation mesure-simulation
- Analyse des risques de défaillance
- Fiabilité des matériaux grand GAP (SiC et GaN) jusqu'aux échelles ultimes des composants électroniques et la maîtrise de la chaîne d'analyse de défaillance, depuis la conception jusqu'à l'analyse physique
- Modélisation multi-physique
- Structural Health Monitoring (SHM)



## LES MOYENS DISPONIBLES

### Stress et analyse électrique :

- Banc de vieillissement RF accéléré : contraintes en tension, température, jusqu'à 1kW en mode pulsé, bandes L et S (possibilité d'extension)
- Stress OVS et ESD : Step-stress, Tirs ESD selon HBM
- Système de mesure I(V) pulsée jusqu'à 240V et 30A, impulsions inférieures à la  $\mu$ s et faible courant : jusqu'à 200V et 1.5A, résolution 6 ½ chiffres, précision 1fA
- Analyse dynamique petit signal [S]

### Stress et analyse vibratoire :

- Pot vibrant de forte puissance : 36 kN, 3 kHz, 100Geff (excitations sinus, bruit, choc...) et Pot vibrant de moyenne puissance : 630 N, 6.3 kHz, 100Geff
- Excitateurs magnétiques et piézoélectriques, vibromètre à balayage LASER 3D, capteurs accélérométriques 1D et 3D, digitizer 3D

### Plateforme LMS TestLab

- Vibrométrie à balayage laser 3D

- Pots vibrants
- Banc aéro-acoustique actif avec écoulement d'air jusqu'à 100m/s
- Banc aéro-acoustique passif avec une large gamme de débit (0-800 kg/h) et de pression (0-1000 Pa)
- Chambre semi-anéchoïque ISO 3745 (bruit de fond <13dBA)
- Equipements pour essais en vol
- Banc 6-axes

### Moyens de vieillissement :

- Enceinte climatique
- Choc thermique
- Brouillard salin
- Photo-vieillessement
- Moyens de caractérisation en lien avec la plateforme d'Analyse des matériaux : MET, Diffraction des rayons X, sondes atomiques tomographiques, machines d'essais mécaniques

## PERSPECTIVES DE COLLABORATIONS

- Prestation R&D
- Prototypage/Innovation
- Certification

## CONTACT PLATEFORME

youns.ait-aouaj@carnot-esp.fr



**Pour en savoir plus**  
consultez en ligne  
la fiche Fiabilité des systèmes

**Mots clés :** Fiabilité – Mécatronique – Vieillessement – Analyse de défaillance – Aide à la conception – Modélisation multiphysique – Banc de vieillissement – Pots vibrants – Acoustique et mécanique vibratoire – Modélisation – Simulation et essais – Vibro acoustique – Véhicules – Sous-systèmes – diagnostic – Analyse données vibratoires – Fiabilisation – Systèmes embarqués – Acoustique sur bruits de sirènement (NVH : Noise- Vibration - Harschness)

# Energie et composants



Maîtriser l'intégration de composants  
pour un avion plus électrique

## DESCRIPTION

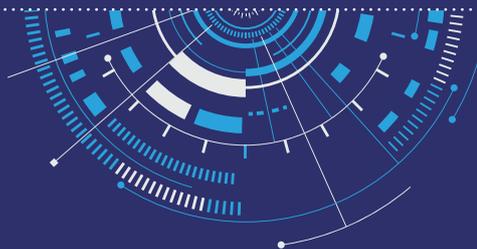
La plateforme "Energie et Composants" d'Ingénierie@Lyon regroupe les expertises, savoir-faire et équipements de 8 laboratoires de recherche publics d'excellence (CETHIL, LMFA, AMPERE, LTDS, LAMCOS, LGEF, LAGEP et LVA), d'un centre technique (CTIPC) et du laboratoire commun IPES (Safran / AMPERE) afin de couvrir de manière exhaustive toutes les questions soulevées par l'électrification croissante des aéronefs et l'intégration de différents capteurs et composants toujours plus nombreux.

La plateforme traite notamment de production et de gestion d'énergie électrique à bord, de récupération d'énergie afin d'autonomiser les capteurs et de limiter le câblage, d'électronique de puissance en environnement sévère, d'intégration, de CEM, de vieillissement.

## LES COMPÉTENCES – EXPERTISES

**650 chercheurs, ingénieurs et techniciens dont les domaines d'expertise couvrent les disciplines suivantes :**

- Thermique
- Production et gestion de l'énergie électrique à bord
- Compatibilité électromagnétique (CEM) des systèmes
- Récupération d'énergie et transfert par rayonnement RF
- Électronique de puissance

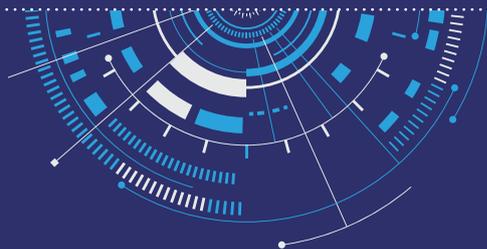


## RÉFÉRENCES

SAFRAN, SKF Aerospace, Airbus Helicopterl.

## LES MOYENS DISPONIBLES

De nombreux bancs de caractérisation et centres d'essais afin de couvrir l'ensemble des thématiques : CEM, haute tension, centre de caractérisation de système de stockage, essais fluid-power, caractérisation de composants de puissance, diagnostic 45 kW, banc de mesure couplage électromécanique, magnéto-électrique, bancs de caractérisation de systèmes mécatroniques pour la récupération d'énergie.



### PERSPECTIVES DE COLLABORATIONS

- Prestations R&D
- Caractérisation
- Formation

### CONTACT PLATEFORME

[lilian.martinez@ingenierie-at-lyon.org](mailto:lilian.martinez@ingenierie-at-lyon.org)



**Pour en savoir plus**  
consultez en ligne  
la fiche Energie  
et composants

**Mots clés :** Electrification des avions – Compatibilité EM – Intégration – Microgénérateurs – Capteurs – Capteurs autonomes – Capteurs auto-alimentés – Robotique autonome – Moissonnage de l'énergie environnante – Composants de puissance – Électronique de puissance – Environnement sévère – Électrotechnique – Haute tension – Gestion de l'énergie à bord – Plastronique – Modélisation – Simulation et ingénierie numérique – Modélisation du comportement – Vieillessement – Foudroiement – Vibration

# Aeromines



Fournir un accès rapide au calcul intensif (HPC) en ligne et la mécanique des fluides numérique (CFD) en mode « cloud » et en temps réel

## DESCRIPTION

Plateforme Cloud Computing qui développe et héberge des applications scientifiques sur-mesure performantes et accessibles à distance pour des clients industriels.

Elle repose sur l'expertise avancée de MINES ParisTech en calcul intensif (HPC) et en mécanique des fluides numérique (CFD). Ses points différenciants sont

- Souplesse du système de création d'applications et mise à disposition d'un répertoire d'algorithmes de pointe
- Modèle de service évitant la gestion d'un cluster de calculateurs
- Facilité d'utilisation

En s'inscrivant sur la plateforme, l'utilisateur trouvera sur son espace personnel une sélection d'applications gratuites présentant des cas classiques de mécanique des fluides ou de thermique. Les ingénieurs d'Aeromines peuvent générer en quelques jours, sur demande, une application de simulation correspondant à un besoin précis d'un utilisateur industriel.

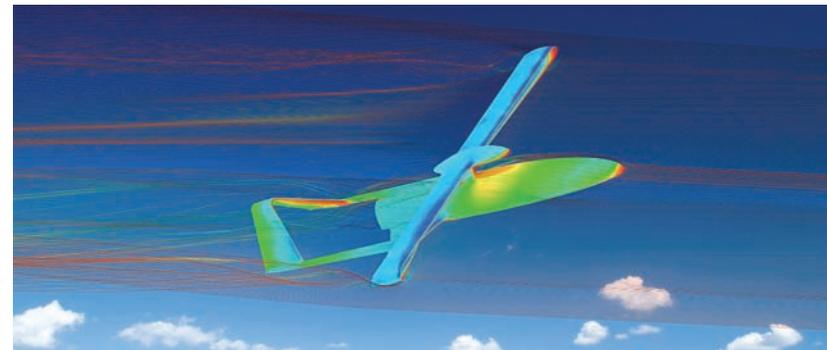
## RÉFÉRENCES

Sommet du Calcul Haute Performance en Europe (PraceDays18)

Forum TERATEC 2017

Prix IBM Faculty Award

Nombreuses publications scientifiques.



## LES COMPÉTENCES – EXPERTISES

**Aeromines tourne sur un cluster de calculateurs haute performance fourni et maintenu par IBM. Ce partenariat avec IBM est une garantie importante de performance et de sécurité, mais aussi de scalabilité. Aeromines repose sur des technologies web: MySQL, Nginx, JS et Python. Les caractéristiques de la plateforme permettent :**

- Une facilité et rapidité de développer une nouvelle application pour un utilisateur/partenaire
- Un tableau de bord d'applications conçues sur mesure pour l'utilisateur
- Un accès très rapide à l'expertise et la recherche avancée en simulation numérique (HPC, CFD)
- Une offre de service et l'architecture full stack de la plateforme web permettant à l'utilisateur de se concentrer sur les résultats scientifiques, il n'y a rien à installer
- Une solution aux problèmes de stockage des données
- Un support et une expertise en calcul intensif et simulation pour divers projets collaboratifs

- Un suivi précis de l'utilisation des ressources HPC utilisées (compute et storage)

## LES MOYENS DISPONIBLES

- Librairie de calcul C++ massivement parallèle
- Capacité de calcul et de stockage élastique
- Plateforme web sécurisée et accessible à distance
- Méthode d'adaptation de maillage anisotrope et contrôle d'erreur
- Analyse des données et méthode d'apprentissage
- Visualisation en ligne et en temps réel
- Mise en place des Apps sur-mesure
- Conseil et expertise scientifique en calcul intensif et maillage adaptatif
- Conseil et expertise scientifique en mécanique des fluides numérique
- Diffusion des connaissances scientifiques vers les industriels (formation, valorisation, ...)

## PERSPECTIVES DE COLLABORATIONS

- Etudes scientifiques et techniques
- Expertise
- Aide à la conception et à la prise de décision

## CONTACT PLATEFORME

natacha.le\_morvan@onera.fr



**Pour en savoir plus**  
consultez en ligne  
la fiche Aeromines

**Mots clés :** Calcul intensif – HPC – Mécanique des fluides numérique – CFD – Maillage adaptatif anisotrope – Calcul massivement parallèle – Librairie de calcul C++ – Maillage à partir de CAO – Aérodynamique – Ecoulement turbulent – Maillage couche limite – Thermique (solide, fluide, gaz) – Changement de phase (ébullition) – Ecoulement multiphasique avec tension de surface – Approche monolithique – Simulation des fluides complexes (non-newtonien, suspension, granulaire, fluide à seuil, fluide magnétique) – Remplissage de réservoirs – Interaction – Fluide-structure – Simulation 3D

# Performances des moteurs d'avions légers



Améliorer les systèmes moteurs pour les aéronefs de demain

## DESCRIPTION

Les activités de la Plateforme concernent les Systèmes Moteurs pour l'aviation légère, d'affaire et les hélicoptères.

L'objectif est de trouver des nouvelles solutions pour améliorer leurs performances par une meilleure compréhension des phénomènes de combustion, d'aérodynamique, de cinématique, dans les moteurs actuels, au sol comme en altitude.

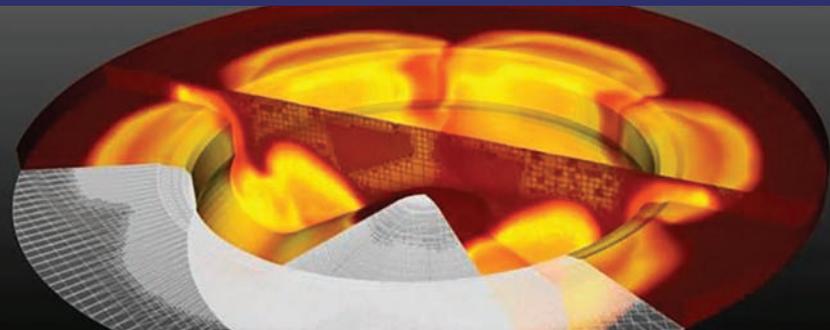
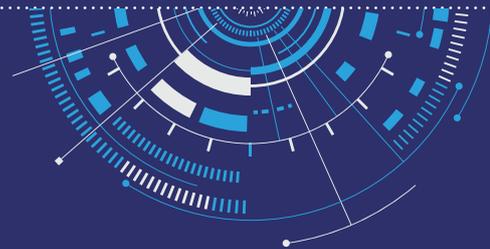
La plateforme dispose d'un bureau d'études permettant la simulation, la conception, la réalisation, la fabrication par son réseau de sous-traitants de hautes technologies de l'ensemble de ses prototypes et démonstrateurs.

## RÉFÉRENCES

Projet ANR : Modélisation Avancée des suies pour les moteurs aéronautiques et à piston.

## LES COMPÉTENCES – EXPERTISES

- Mise au point de la Combustion
- Calibration moteur
- Contrôle moteur
- Réduction des émissions polluantes
- Modélisation des moteurs à pistons et des turbopropulseurs



## LES MOYENS DISPONIBLES

- Plateforme numérique de simulation et de modélisation
- Bancs de tests modulaire de moteurs à pistons (mono à multicylindres, polycarburants, hybride...)
- Système de pilotage et d'acquisition
- Analyse fine des particules
- Gestion de contrôle moteur (interne ou fournisseur)
- Mesure des polluants (réglementés ou non réglementés)



## PERSPECTIVES DE COLLABORATIONS

- Prestation R&D
- Prototypage/innovation
- Caractérisation

## CONTACT PLATEFORME

gregory.dronchat@ifpen.fr



**Pour en savoir plus**  
consultez en ligne  
la fiche Performances des moteurs  
d'avions légers

# Nouveaux carburants



Adapter les moteurs aux nouveaux carburants et réduire les émissions

## DESCRIPTION

Les activités de la Plateforme concernent l'adaptation des moteurs aux carburants conventionnels et aux biocarburants.

Il s'agit de trouver la meilleure adéquation Moteur-Carburant, d'optimiser l'utilisation des carburants et de réduire les émissions.

## LES COMPÉTENCES – EXPERTISES

- Adéquation Moteurs Pistons ou turbines/carburants actuels et carburants alternatifs dans la chambre de combustion
- Analyse d'impact de la formulation sur le comportement en stockage, sur le comportement des systèmes d'alimentation (altitude, grand froid, interaction matériau/carburant), sur l'encrassement des systèmes de combustion (injecteurs)
- Analyse de Cycle de Vie (ACV), bilans économiques et environnementaux des filières de production



## RÉFÉRENCES

Collaborations avec les acteurs du domaine : ONERA, Airbus, Dassault, EADS et SAFRAN ...

Partenaire des programmes : CAER, ALFA-BIRD, CORE-jetfuel, SWAFEA, JetScreen, MOCCASSIN.

## LES MOYENS DISPONIBLES

- Expertise Sécurité
- Laboratoires d'analyse fine et de caractérisation des carburants : nombreuses techniques de laboratoire
- Bancs de mesure des indices de cétane et d'octane (CFR)
- Équipements de caractérisation du couple moteur - carburant : oxydation du carburant, fonctionnement à froid, formation de dépôts
- Outils et méthodologies d'analyses ACV



## PERSPECTIVES DE COLLABORATIONS

- Prestation R&D
- Prototypage/innovation
- Caractérisation

## CONTACT PLATEFORME

gregory.dronchat@ifpen.fr



Pour en savoir plus  
consultez en ligne  
la fiche Nouveaux carburants

# Turbomachines et systèmes énergétiques



Concevoir des systèmes confrontés à des problèmes complexes de mécanique des fluides, de transfert et de conversion d'énergie

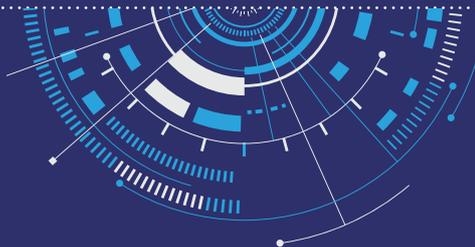
## DESCRIPTION

Cette plateforme met en œuvre une méthodologie parfaitement rodée de la conception initiale du système par estimation des performances d'un grand nombre de configurations prospectives, à sa modélisation, sa simulation, son optimisation, la fabrication de prototypes et l'utilisation de moyens d'essai.



## LES COMPÉTENCES – EXPERTISES

- Conception des machines de conversion d'énergie
- Acoustique des turbomachines
- Rhéologie
- Environ 150 doctorants poursuivent actuellement une thèse à l'ENSAM
- Forte culture technologique



Ceci permet la maîtrise et la caractérisation des phénomènes de cavitation, d'écoulement de fluides mono et diphasiques, d'acoustique, de rhéologie, de transfert et de conversion d'énergie.

## RÉFÉRENCES

Collaboration avec ROWENTA pour la mise au point de l'aspirateur Silence Force.

Références dans le secteur aéronautique, médical, pétrolier, énergétique.

Partenaires industriels : Safran Aircraft Engines, Valéo, Lectra, Elm Leblanc, Aqylon.

## LES MOYENS DISPONIBLES

Les différents moyens de fabrication de l'ENSAM (Ecole Nationale Supérieure des Arts et Métiers) disponibles constituent une "usine à prototype" et offrent la possibilité de concevoir, de confectionner et de tester un PoC (Proof of Concept) sur place

- Soufflerie aérodynamique (section : 1.5m x 1.7m, vitesse : 100km/h)
- Interaction transport solide dans les écoulements, laboratoire de Dynamique des Fluides DynFluid de l'ENSAM
- Bancs d'essais multiphasiques
- Banc d'essais compresseurs et machines hautes vitesses
- Circuit Hydrodynamique modulable
- Métrologie dynamique
- Chambre semi-anéchoïque
- Métrologie des écoulements (PIV, 2LDV, camera rapide, Sondes et capteurs...)
- Bancs d'essais normalisés pour ventilateurs
- Banc d'essais pour les inducteurs et les pompes centrifuges (caractérisation, cavitation)
- Moyens de calculs pour la simulation numérique
- Logiciels de simulation, de conception des turbomachines et d'optimisation (développés par DynFluid)

## PERSPECTIVES DE COLLABORATIONS

- Conception et caractérisation d'un compresseur contrarotatif
- Dimensionnement et caractérisation d'un cycle de Rankine pour l'énergie solaire thermodynamique
- Etude thermodynamique d'un ballon stratosphérique
- Conception et caractérisation d'un compresseur à hydrogène
- Etude numérique et expérimentale du procédé de rotomoulage

## CONTACT PLATEFORME

ca@ic-arts.eu



**Pour en savoir plus**  
consultez en ligne  
la fiche Turbomachines  
et systèmes énergétiques

# Infrastructure d'évaluation de systèmes de transport aérien



Evaluer des technologies et concepts innovants  
de système de transport

## DESCRIPTION

IESTA est une plateforme, unique en Europe, de simulation de trafic aérien intégrant des modèles spécifiques qui s'intéressent au fonctionnement des opérations aériennes et à la physique des phénomènes : trafic aérien, météo, émissions, qualité de l'air, acoustique.

Elle est conçue pour évaluer des technologies et concepts innovants de système de transport aérien au service de différents clients.

C'est un couplage entre une simulation de trafic aérien et des modèles d'évaluation de différentes métriques : capacité, sécurité, efficacité, impact environnemental.

IESTA étant un moyen informatique, plusieurs utilisations simultanées sont possibles.

IESTA est opérationnel depuis début 2011.

## LES COMPÉTENCES – EXPERTISES

- Simulation de trafic aérien
- Nouveaux concepts aéronautiques : gestion du trafic aérien, avions, moteurs
- Évaluation de l'impact sur l'environnement
- Assistance à la conception de nouveaux systèmes

Il existe d'autres simulateurs de trafic aérien, mais aucun n'a comme IESTA pour vocation d'y associer l'évaluation de métriques d'impact environnemental.

L'expertise en gestion du trafic aérien et en impact sur l'environnement fait d'IESTA un moyen adapté aux études dans ce domaine.

## RÉFÉRENCES

Projets européens : Clean Sky Technology Evaluator , UE FP7, SESAR et SESAR 2020.

Projets français : ANR PARASOFT (psychoacoustique) , DGAC NECTAR (prise en compte des performances du système de transport aérien pour la conception d'avions innovants), PIA2 SEFA GEVAUDAN (Évaluation d'algorithmes FMS avec Thales Avionics), DGAC-CORAC MOSIQAA (Modélisation de la qualité de l'air).

## LES MOYENS DISPONIBLES

- Équipe pluridisciplinaire
- Bâtiment dédié
- Antenne ADS-B
- Matériel informatique (PC et serveurs)
- Logiciels dédiés



## PERSPECTIVES DE COLLABORATIONS

- Simulation de trafic aérien et d'aéroports d'un appareil seul à une flotte complète
- Évaluation de l'intérêt de nouvelles technologies :
  - Organisation du trafic aérien
  - Intégration de nouveaux types d'aéronefs
  - Sécurité du trafic aérien
  - Développement des plates-formes aéroportuaires
  - Impact du trafic aérien sur l'environnement

## CONTACT PLATEFORME

[natacha.le\\_morvan@onera.fr](mailto:natacha.le_morvan@onera.fr)



**Pour en savoir plus**  
consultez en ligne  
la fiche IESTA Infrastructure  
d'évaluation de systèmes de  
transport aérien

# Navigation autonome



Mettre au point et évaluer les performances de navigation

## DESCRIPTION

Cette plateforme est dédiée à l'intégration et au test de nouvelles technologies pour la navigation autonome. Elle permet la mise au point de capteurs, comme les caméras ou lidars et les algorithmes associés, pour permettre au véhicule d'analyser son environnement, se localiser, se guider et éviter les obstacles.



## LES COMPÉTENCES – EXPERTISES

- Salle de localisation et capture de mouvement dédiée de 150m<sup>2</sup> (3D motion capture : 20 caméras fixes VICON, 5 caméras nomades BONITA)
- Scanner laser 3D LEICA C10
- Flotte de robots mobiles (indoor), 1 plateforme mobile SEGWAY RMP440 90kg - 25k/h - 30%
- Logiciels de prototypage rapide pour le test et la mesure embarquée
- Environnement de simulation 3D



## RÉFÉRENCES

VIKINGS (Robotic Vehicle using Intuitive Kinematics and Innovative Natural Guidance Systems).

2nd du Challenge ARGOS de TOTAL.

Projets : NOBA 2 : numérisation de bâtiment et navigation autonome dans cet environnement.

SAVEMORE : navigation autonome en milieu urbain (veh.terrestre).

Rouen Normandie Autonomous Lab : travaux sur flotte de véhicules autonomes terrestres (Renault-Transdev).

## LES MOYENS DISPONIBLES

- Intégration de solutions logicielles ou de dispositifs électroniques embarqués
- Vision embarquée pour la perception de l'environnement et la localisation
- Systèmes multi-agents (coopératifs)
- TIC pour le transport intelligent et la logistique acquisition et fusion de données, utilisation des technologies LIDAR, machine learning, objets connectés (IoT)



## PERSPECTIVES DE COLLABORATIONS

- Prestation R&D
- Prototypage/Innovation
- Caractérisation

## CONTACT PLATEFORME

[youns.ait-aouaj@carnot-esp.fr](mailto:youns.ait-aouaj@carnot-esp.fr)



Pour en savoir plus  
consultez en ligne  
la fiche Navigation autonome

**Mots clés :** Nouvelles technologies embarquées – Réalité augmentée – Capture de mouvement – Évaluation des performances capteurs – Logiciels embarqués, LIDAR – Caméras – Simulation 3D – Prototypage – Mesure de trajectoire – Environnement 3D – Perception – Localisation – Robotique mobile – Véhicule autonome – Drone – Navigation

# Machines tournantes



Concevoir et construire les machines tournantes du futur

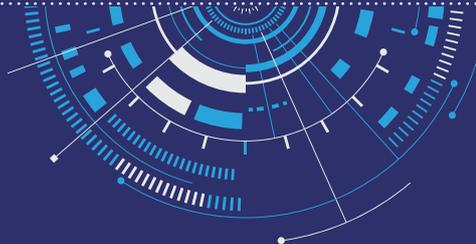
## DESCRIPTION

La plateforme “Machines Tournantes” d’I@L regroupe les expertises, compétences, savoir-faire et équipements à la pointe de la technologie de 6 laboratoires de recherche publics d’excellence (LAMCOS, LTDS, LMFA, AMPERE, LVA, LabECAM). Ces expertises et moyens couvrent la simulation numérique et les essais sur prototypes (jusqu’à échelle 1) de structures complexes comme les engrenages, rotors, et roues aubagées présents dans les compresseurs, turbomachines, éoliennes et les moteurs électriques et thermiques :

- Prédiction, analyse des performances et intégrité des machines tournantes complexes
- Optimisation de systèmes tournants, stabilité, fatigue, bruit émis, vibration induite
- Expérimentation multi-échelle, modélisation multi-physiques et simulations numérique de systèmes tournants

## LES MOYENS DISPONIBLES

- Bancs d’essais dynamiques des transmissions par engrenages et moyens numériques associés
- Bancs d’essais dynamiques pour turbomachines et machines embarquées de l’échelle 1/3 à l’échelle 1
- Moyens de modélisations et simulations numériques pour tout type de machines tournantes du modèle académique au modèle industriel
- Bancs “moteurs thermiques”
- Bancs “moteurs électriques”



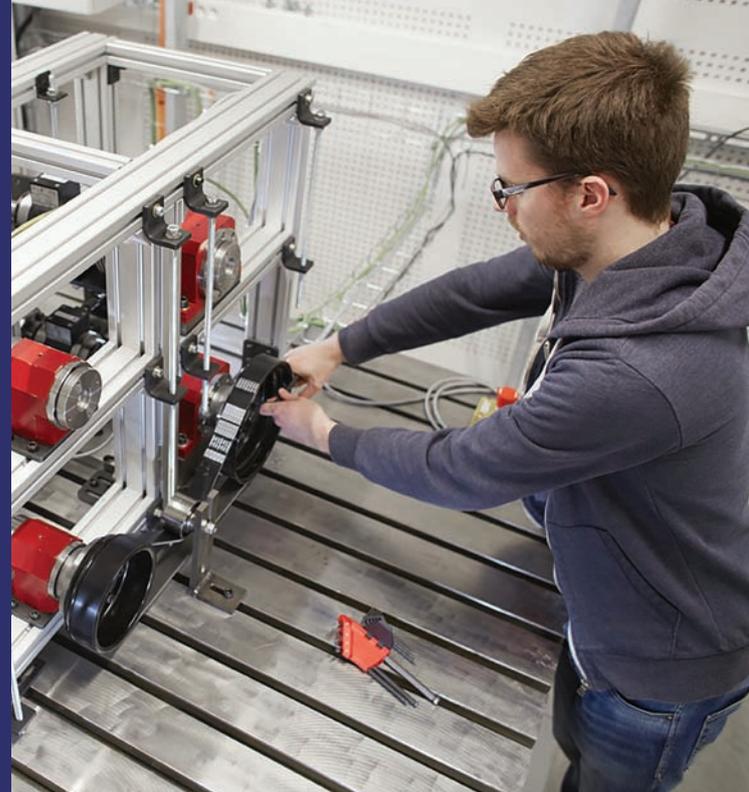
## RÉFÉRENCES

SAFRAN, AIRBUS SAFRAN LAUNCHERS, AIRBUS HELICOPTERS.

## LES COMPÉTENCES – EXPERTISES

460 chercheurs, ingénieurs et techniciens dont les domaines d'expertise couvrent à la fois l'expérimentation et la modélisation / simulation dans le domaine de la dynamique des systèmes tournants :

- Rotors, roues aubagées, interaction rotor stator
- Dynamique des systèmes non linéaires, tournant
- Propulsion hybride
- Moteurs électriques
- Bruits / vibrations induites par les machines tournantes



### PERSPECTIVES DE COLLABORATIONS

- Prestations R&D
- Caractérisation
- Prototypage / Innovation

### CONTACT PLATEFORME

[lilian.martinez@ingenierie-at-lyon.org](mailto:lilian.martinez@ingenierie-at-lyon.org)



Pour en savoir plus  
consultez en ligne  
la fiche Machines tournantes

# Systèmes de capteurs



Développer et caractériser des systèmes de capteurs intelligents, communicants et économes en énergie

## DESCRIPTION

Les activités de la plateforme couvrent les micro et nanotechnologies et leurs applications aux systèmes et composants de communication sans fil, en particulier :

- Réalisation et caractérisation de micro-capteurs en technologies MEMS : capteurs physiques et chimiques
- Réalisation de systèmes de capteurs et réseaux de capteurs pouvant inclure les éléments sensibles, l'électronique et le traitement du signal associés
- Radiofréquences et télécommunications pour les réseaux de capteurs
- Internet des objets

## LES COMPÉTENCES – EXPERTISES

- Micro technologie
- Nano technologie
- Electronique
- Photonique
- Radiofréquence
- Radiocommunication
- Capteurs de lumière, d'images, de présence, de gaz chimiques ou biologiques
- Systèmes et réseaux de capteurs

## RÉFÉRENCES

Le LETI est certifié ISO 9001 V 2008.

TERRAILLON, FREESCALE, NOKIA, Start-ups (ULIS, MOVEA, APIX Technology).

## LES MOYENS DISPONIBLES

- Chambre pour caractérisation magnétique
- Moyens de mesure des défaillances par fusion de donnée de capteurs temps réel
- Banc de caractérisation électromagnétique
- Banc de test des systèmes piézoélectriques et capacitifs (récupération d'énergie)



## PERSPECTIVES DE COLLABORATIONS

- Expertise, conseil
- Prestations R&D
- Prototypage / Innovation
- Caractérisation / Test

## CONTACT PLATEFORME

[philippe.liatard@cea.fr](mailto:philippe.liatard@cea.fr)



**Pour en savoir plus**  
consultez en ligne  
la fiche Systèmes de capteurs

# Ingénierie cognitive SCHEME

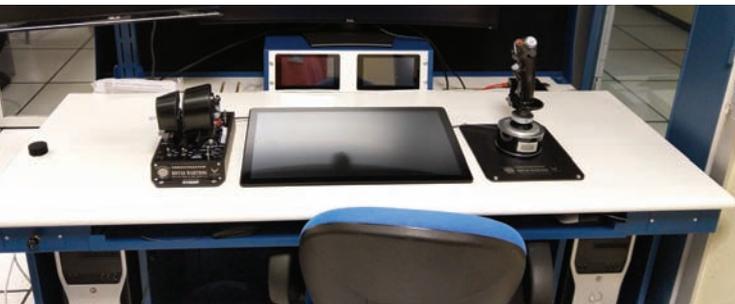


Spécifier et évaluer les nouveaux concepts  
d'assistance au (télé)pilotage

## DESCRIPTION

SCHEME est une plateforme d'étude et de recherche sur les interactions homme système destinée à la spécification et à l'évaluation d'interfaces de pilotage d'engins déportés.

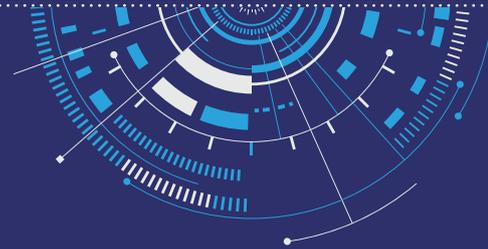
Elle comprend un environnement de simulation de station sol représentatif avec une connexion à des engins robotisés (type rover ou drone). SCHEME permet le développement de modèles, méthodes et outils pour l'analyse de l'activité de l'opérateur et le prototypage d'interfaces de contrôle innovantes pour les opérations robotisées.



## LES COMPÉTENCES – EXPERTISES

**Capacité multidisciplinaire qui conjugue :**

- Les sciences cognitives
- Les mathématiques appliquées
- L'informatique, l'électronique
- Les opérations aéronautiques



## RÉFÉRENCES

Cette Plateforme est utilisée dans de nombreux projets nationaux (projets CORAC, DGA, conventions DGAC...) et européens (FSS HPE, SESAR ER), ainsi qu'avec les industriels du secteur aéronautique (Airbus).

## LES MOYENS DISPONIBLES

- Rover (Robotnik Summit-XL) ou tout type de vecteur (voilure fixe ou voilure tournante)
- Capteurs du commerce (laser scanner, camera visible) ou spécifiques (SLAM 3D, caméra FLIR) :
  - Les capteurs de pilotage du vecteur
  - Les capteurs de la charge utile
- Moyens de prototypage d'interaction :
  - Visuel avec un écran à 180° et deux casques de réalité virtuelle ou augmentée
  - Tactile avec des écrans et des interfaces Leap Motion
  - Retour d'effort avec un bras Haptique à 6 degrés de liberté
- Systèmes d'acquisitions de données biométriques qui permettent de mesurer l'activité de l'opérateur :
  - Biopac MP150 16 voies
  - BrainAmp de 96 électrodes
  - NIRX pour mesurer l'activité métabolique du Système Nerveux Central
  - Optitrack à 8 caméras pour des acquisitions cinématiques (120Hz)
  - Smart Eyes pour l'acquisition et analyse de l'activité oculaire

De nombreux logiciels sont intégrés pour la mise en œuvre de simulation temps-réel avec opérateur dans la boucle (KRONOS-DDS, THETYS, VESA, HEPHAISTOS, COLOSSE...)

## PERSPECTIVES DE COLLABORATIONS

- Prestations de R&D
- Prototypage et innovation
- Modélisation
- Caractérisation
- Spécification et évaluation de nouveaux concepts d'assistance au (télé)pilotage

## CONTACT PLATEFORME

[jacques.oubrier@onera.fr](mailto:jacques.oubrier@onera.fr)



**Pour en savoir plus**  
consultez en ligne  
la fiche Ingénierie cognitive  
SCHEME

# Conception robuste



Proposer un ensemble d'outils méthodologiques de conception au service de l'innovation technologique

## DESCRIPTION

La plateforme regroupe les expertises, compétences et savoir-faire de 7 laboratoires de recherche publics d'excellence (laboratoires LMFA, LVA, LAMCOS, LTDS, LAGEP, AMPERE et MATEIS) et d'un centre technique (CTIPC) pour proposer un ensemble d'outils méthodologiques de conception au service de l'innovation technologique. Elle propose des procédures intégrées couvrant :

- L'optimisation robuste de systèmes multiphysiques intégrant les incertitudes de fabrication et d'usage
- L'évaluation de l'endommagement et de la durée de vie de vos produits
- La confrontation calculs/essais pour améliorer votre base de connaissances
- La modélisation des procédés de mise en forme et des propriétés d'usage des pièces ainsi élaborées, que ce soit en service normal ou sous sollicitations extrêmes

## LES COMPÉTENCES – EXPERTISES

**570 chercheurs, ingénieurs et techniciens dont les domaines d'expertise couvrent :**

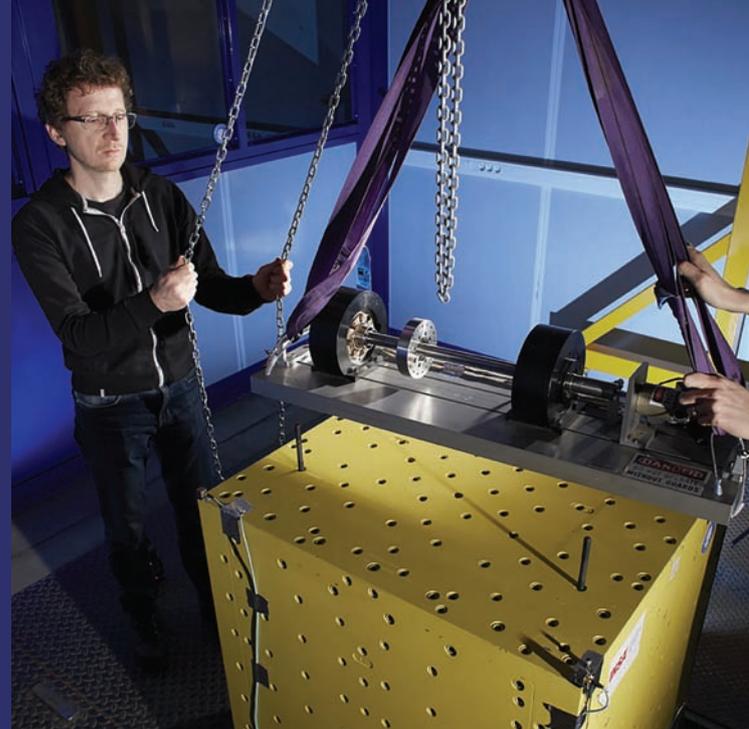
- Les procédés de mise en forme de composites, matériaux fibreux, céramiques, métaux et alliages
- Le comportement et intégrité des structures et des solides sous choc, impact, et conditions extrêmes et / ou accidentelles, évaluation de l'endommagement, de la durée de vie
- Le développement de méthodes numériques et d'algorithmes performants pour l'optimisation et la conception robuste de systèmes complexes intégrant des couplages multiphysiques :
  - Outils numériques d'aide à l'analyse, à la conception, à l'optimisation
  - Méthodes de sensibilité

## RÉFÉRENCES

SAFRAN, AIRBUS SAFRAN LAUNCHERS, AIRBUS HELICOPTERS.

## LES MOYENS DISPONIBLES

- Codes éléments finis commerciaux (Abaqus, MSC Nastran, Ansys, Comsol, LS Dyna, LMS, Samcef)
- Accès à des centres de calculs et cluster pour des calculs de grande taille
- Outils dédiés pour la conception robuste de systèmes complexes
- Modélisation de l'intégrité et de l'endommagement de structures
- Outils spécifiques en mécanique des fluides et vibroacoustique
- Calculs couplés multiphysiques, multi-échelle
- Outils de confrontation calculs (méthodes numériques avancées) / essais intégrant des mesures de champs pour l'identification de lois de comportement, de systèmes dynamiques linéaires et non linéaires ou de lois d'endommagement



## PERSPECTIVES DE COLLABORATIONS

- Prestation R&D
- Caractérisation
- Formation

## CONTACT PLATEFORME

[lilian.martinez@ingenierie-at-lyon.org](mailto:lilian.martinez@ingenierie-at-lyon.org)



Pour en savoir plus  
consultez en ligne  
la fiche Conception robuste

**Mots clés :** Outils de conception robuste – Analyse de la valeur – Cycle en V – Analyse systémique – Conception robuste – Modélisation multiphysique de systèmes dynamiques linéaires et non linéaires, des couplages fluides / structures / thermiques / électromagnétiques, du bruit et nuisances acoustiques, endommagement / fissuration / rupture



## Les plateformes technologiques de la filière aéronautique des Instituts Carnot

**[aircar-carnot.fr](http://aircar-carnot.fr)**

Crédits photos

Stephen Meyer, IC ARTS, Shutterstock, IC LETI, Vincent Jacques, IC CETIM, IC ESP, IC IFPEN TE, IC Ingénierie@Lyon, IREPA LASER, IC MICA, IC MINES, ONERA