



Centre Français  
de Fiabilité

Édition 2023

# Regroupement d'experts de la fiabilité des systèmes et des composants électroniques

Organisé par



Financé par



## Les soutiens



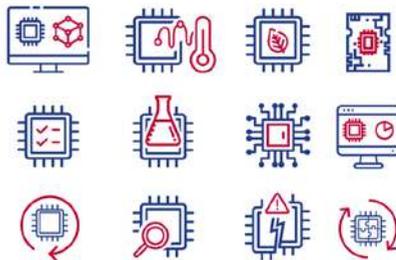
# SOMMAIRE

<b>1_ LE CENTRE FRANÇAIS DE FIABILITÉ</b>	<b>p.3</b>
<b>2_ LA FEUILLE DE ROUTE</b>	<b>p.5</b>
<b>3_ LES COMPÉTENCES NATIONALES</b>	<b>p.7</b>
<b>4_ LES RÉALISATIONS</b>	<b>p.24</b>
4.1 Les projets	p.25
4.2 Les thèses	p.33
4.3 Les livres	p.41
<b>5_ LES FORMATIONS LIÉES À LA FIABILITÉ</b>	<b>p.46</b>
<b>6_ LES PARTENAIRES</b>	<b>p.59</b>



## Regroupement d'experts de la fiabilité des systèmes et des composants électroniques

Le Centre Français de Fiabilité (CFF) regroupe à l'échelle nationale, des entités académiques et industriels, des laboratoires et des unités de recherche, de grands groupes et des PME/ETI. La vocation du CFF est de mettre en relation les acteurs compétents pour la résolution de problèmes techniques et/ou technologiques liés à la « Fiabilité », de créer des synergies entre les compétences, les moyens et les utilisateurs.



- Tous les secteurs sont concernés par la fiabilité : **l'automobile, l'aérospatiale, la défense, le ferroviaire, ...**
- La fiabilité est **intégrée** dans la sûreté de fonctionnement
- Maîtrise de la fiabilité sur **tout le cycle de vie du produit**
- Quantification méthodique de la fiabilité des systèmes par des **essais ou des simulations**
- **Analyse des défaillances** – Approche statistique et physique de la défaillance

## Activités du CFF



### TEMPS FORT

Favoriser les temps et lieux d'échanges de la communauté « Fiabilité »



### RÉSEAU « FIABILITÉ » ET EXPERTISE TECHNIQUE

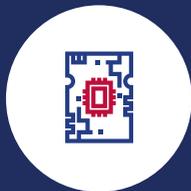
- Animer et coordonner un réseau national « Fiabilité »
- Mise à disposition d'experts pour la résolution de problèmes techniques / technologiques



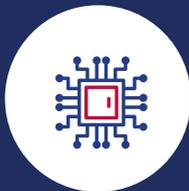
### RESSOURCES DOCUMENTAIRES

Projets, publications, formations, retrouvez toutes les informations sur la « Fiabilité » (accès restreint aux membres)

# Les thématiques prioritaires du CFF



**Fiabilité des composants électroniques** (puissance, RF, ...) et leur **packaging**.



**Fiabilité des technologies liées à la connectique et à l'assemblage** (connectiques, PCB, Busbars...)



**Fiabilité des systèmes mécatroniques**

## Favoriser les temps et lieux d'échanges de la communauté « Fiabilité »

### NRTW

National **Reliability** Technology Workshop

#### SYMPOSIUM NRTW

Le NRTW (National Reliability Technology Workshop) se veut un espace d'échanges et de rencontres des acteurs de la fiabilité.

Il a lieu une fois par an.  
Accès payant, ouvert à tous.

LES RENDEZ-VOUS FIABILITE DU CFF



#### LES RENDEZ-VOUS FIABILITÉ DU CFF

Les Rendez-Vous Fiabilité du CFF sont un événement mensuel, organisé en visioconférence au cours duquel nous vous présentons une compétence et un projet collaboratif dans l'une des thématiques du CFF.  
Accès gratuit en visioconférence, ouvert à tous.



#### LES SÉMINAIRES CFF

Le but de ce rendez-vous est de partager les compétences au sein de la communauté CFF :

**3 rdv annuels :**

**février – juin – octobre**

Accès gratuit en visioconférence et réservé aux membres.

Acteur de la fiabilité, nous vous invitons à nous contacter pour offrir de nouvelles prestations, de nouveaux services, de nouveaux points de rencontre.

Pour toute demande de renseignements complémentaires,  
vous êtes invités à prendre contact : [cff@nae.fr](mailto:cff@nae.fr)





### ■ ENJEUX ET PROBLÉMATIQUES

**Depuis plusieurs années, nombreux sont les articles de presse relatant les déboires des entreprises de tous secteurs confondus mais aussi des institutions confrontées à des problèmes de fiabilité de leurs produits ou services.**

Tous les secteurs sont concernés par des problèmes de fiabilité très sérieux : automobile, aéronautique, défense, ferroviaire, ... Mais également dans le domaine des services comme la sécurité, les réseaux téléphoniques ou informatiques, le secteur de la logistique.

La compression du « Time To Market », et la compétition à l'échelle mondiale pour mettre sur le marché un produit ou un service, en adéquation avec la demande, et en avance par rapport à ses concurrents amènent les industriels à modifier leurs stratégies de développement et ceci parfois au détriment de la fiabilité

La mise sur le marché de composants électroniques très intégrés et l'accroissement de la complexité des systèmes électroniques embarqués ont contribué à l'avènement d'une nouvelle spécialité « la mécatronique », qui permet d'accroître les performances du produit, de gagner en compacité, en consommation d'énergie et in fine en compétitivité sur le marché. Mais cette démarche apporte aussi son lot de risques, notamment en termes de fiabilité.

L'apport de cette approche mécatronique a permis d'intégrer des fonctions électroniques complexes dans des milieux sévères (température, vibrations, chocs, environnement électromagnétique, ...).

Ces objets mécatroniques doivent pouvoir assurer leurs services pendant une très longue période sans faire apparaître de défaillance. On parle ici de la Fiabilité des Composants et des Systèmes Electroniques Embarqués.

De plus, leur conception devra prendre en compte toutes ces contraintes tant au niveau du choix des composants électroniques (puissance, RF, ...) et leur packaging, que des règles d'implantation des composants sur les circuits imprimés, du choix de la connectique, des technologies de report et d'assemblage, du type de refroidissement et du blindage électromagnétique.

La vocation du Centre Français de Fiabilité [CFF] est de réunir des experts des Composants et des Systèmes Electroniques Embarqués pour comprendre les modes de défaillance, contribuer au développement de méthodologie d'essais, collecter le retour d'expérience, maintenir une méthodologie de fiabilité prévisionnelle FIDES et permettre d'améliorer la fiabilité de leurs produits ou services

Sous l'impulsion des filières de compétitivité et des Institut de Recherche Technologique (IRT), le CFF est destinée à créer une synergie entre les universitaires, les laboratoires, les PME/PMI et les industries, dans le domaine de la sûreté et de la sécurité des systèmes.

# DÉCLINAISON DE LA FEUILLE DE ROUTE FIABILITÉ DES COMPOSANTS ET DES SYSTÈMES ELECTRONIQUES EMBARQUÉS

## Thématiques



**Fiabilité des composants électroniques** (puissance, RF, ...) et leur packaging.



**Fiabilité des technologies liées à la connectique et à l'assemblage**  
(connectiques, PCB, Busbars...)



**Fiabilité des systèmes mécatroniques**

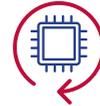
## Domaines



**Modélisation et simulation**  
(numérique, analytiques, ...)



**Expérimental**  
(caractérisation et testing)



**Cycle de vie**  
(R&D / Utilisation)

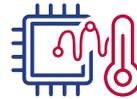
## Expertises



**Connaissances et moyens d'investigations sur les matériaux "électriques" et les composants**



**Ingénierie de l'environnement**  
(mécanique, climatique et compatibilité électromagnétique {CEM} )



**Management thermique**



**DataScience, Statistique et IA**



**Analyse de construction**

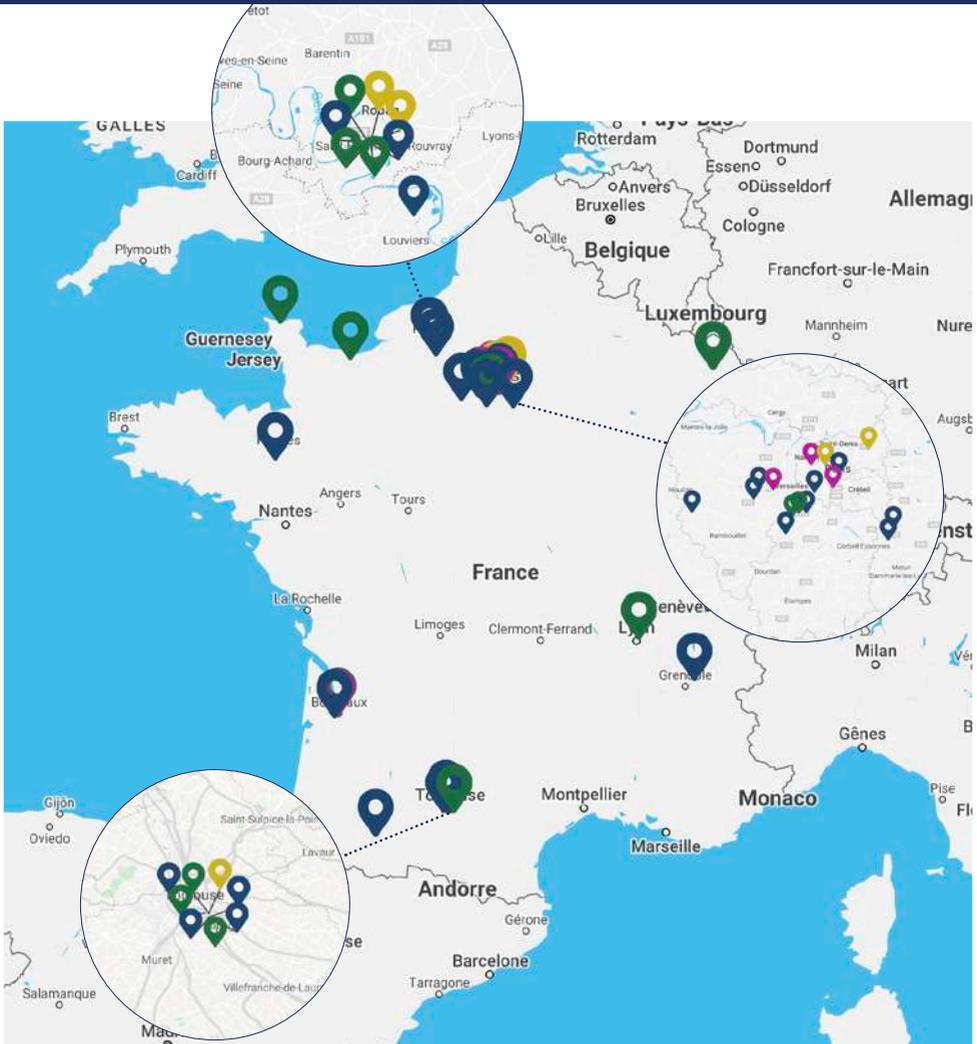


**Analyse de défaillance**

Cette feuille de route a pour vocation d'être évolutive afin de s'adapter au besoin industriel, dans un souci de convergence des objectifs et orientations des industriels et des laboratoires.



## Les acteurs du CFF



### Légende :

- Académiques
- Industriels
- Clusters
- Sociétés savantes et Communautés

Accédez au site du CFF



Les acteurs  
ci-dessous sont  
classés par ordre  
alphabétique

	Thématiques			Domaines		
	Fiabilité des composants électroniques (puissance, RF, ...) et leur packaging 	Fiabilité des technologies liées à la connectique et à l'assemblage (connectiques, PCB, Busbar's...) 	Fiabilité des systèmes mécatroniques 	Modélisation et simulation (numérique, analytique, ...) 	Expérimental (caractérisation et testing) 	Cycle de vie (R&D/Utilisation) 
AIRBUS	•	•		•	•	•
ALSTOM	•	•	•	•	•	•
ALTER TECHNOLOGY	•				•	•
AMPERE CNRS			•	•	•	•
ANALYSES ET SURFACE	•	•	•	•	•	•
AREELIS Technologies			•	•	•	•
BLE	•	•	•	•		
CEA Occitanie	•			•	•	
CEVAA		•	•	•	•	•
CRISMAT CNRS	•				•	
DGA MI	•	•	•	•	•	•
ELEMCA	•	•	•	•	•	•
F&CO			•			•
GEEPS CNRS	•	•				•
GPM CNRS	•					
GREYC CNRS	•			•	•	•
H2P Solutions	•	•	•		•	•
IMdR	•		•	•		
IMS CNRS	•	•		•	•	•
IRSEEM ESIGELEC	•		•		•	
IRT SAINT EXUPÉRY	•	•		•	•	
LAAS-CNRS	•			•	•	
LCOMS			•	•		
LEM3, Université de Lorraine		•		•	•	
LMN	•		•	•		
MBDA	•	•	•			•
RME		•			•	
SAS Institute	•			•	•	•
SATIE CNRS	•	•			•	
S CONSULTANTS SAS			•			•
SERMA TECHNOLOGIES	•	•	•	•	•	•
SOITEC	•				•	•
STMicroelectronics	•				•	•
THALES ALENIA SPACE	•				•	•
THALES LAS	•	•	•	•	•	•
THALES Research & Technology	•	•			•	
VALEO			•		•	•
VITESCO Technologies	•	•				•

Les acteurs  
ci-dessous sont  
classés par ordre  
alphabétique

	Expertises					
	Connaissances et moyens d'investigations sur les matériaux « électriques » et les composants	Ingénierie de l'environnement (Mécanique - Climatique - Compatibilité électromagnétique [CEM])	Management thermique	DataScience, Statistique et IA	DataScience, Statistique et IA	DataScience, Statistique et IA
AIRBUS	•	•	•	•	•	•
ALSTOM		•	•	•		•
ALTER TECHNOLOGY	•	•		•	•	
AMPERE CNRS	•			•		•
ANALYSES ET SURFACE	•	•	•			•
AREELIS Technologies			•			
BLE	•	•	•	•		
CEA Occitanie	•		•	•		•
CEVAA	•	•	•			•
CRISMAT CNRS	•		•		•	•
DGA MI		•	•		•	•
ELEMCA	•	•			•	•
F&CO				•	•	•
GEEPS CNRS	•	•				
GPM CNRS	•					
GREYC CNRS	•		•	•		
H2P Solutions		•	•			
IMdR	•	•	•	•		•
IMS CNRS	•	•	•		•	•
IRSEEM ESIGELEC	•	•				
IRT SAINT EXUPÉRY	•	•		•		
LAAS-CNRS	•			•		•
LCOMS						•
LEM3, Université de Lorraine	•	•				
LMN		•	•	•	•	•
MBDA	•	•	•	•	•	•
RME	•				•	•
SAS Institute				•		•
SATIE CNRS	•	•				•
S CONSULTANTS SAS	•			•		•
SERMA TECHNOLOGIES	•		•	•	•	•
SOITEC	•					
STMicroelectronics	•					•
THALES ALENIA SPACE	•	•		•	•	•
THALES LAS	•	•	•	•	•	•
THALES Research & Technology	•				•	•
VALEO		•		•		
VITESCO Technologies		•	•			

# AIRBUS

www.airbus.com

## Thématiques



## Domaines



## Expertises



AIRBUS est un leader mondial dans le secteur aéronautique et spatial. AIRBUS conçoit, fabrique, et livre des avions commerciaux, des hélicoptères, des transports militaires, des satellites et des lanceurs spatiaux. La fiabilité est donc, pour l'ensemble des produits AIRBUS, une priorité absolue.

Olivier CREPEL

Expert en Semiconducteurs

Olivier.Crepel@Airbus.com

# ALSTOM

50, rue du Dr. Guinier-BP4  
65601 Séméac Cédex  
www.alstom.fr

## Thématiques



## Domaines



## Expertises



Alstom Tarbes développe des chaînes de traction électriques pour tout type de matériel roulant ferroviaire. Dans ce cadre, le département Engineering mène des activités dans le domaine des calculs de fiabilité prévisionnelle des systèmes électriques et du suivi de leur fiabilité opérationnelle. Alstom Tarbes a développé une expertise dans le domaine des modules semi-conducteurs de forte puissance, composants critiques de la chaîne de traction électrique

Michel PITON

Master Expert Electro. de puissance

michel.piton@alstomgroup.com

# ALTER

TECHNOLOGY  
FRANCE

Parc Technologique du Canal,  
2 rue des Satellites  
31520 Ramonville Saint Agne  
www.altertechnology-group.  
com/en/company/alter-  
technology-france/

## Thématiques



## Domaines



## Expertises



Alter Technology France connu dans le passé sous le nom d'Hirex Engineering fait partie du Groupe Alter Technology BU Aerospace de TÜV Nord . Alter Technology France est reconnu pour fournir les meilleurs services d'ingénierie, services de test, analyses technologiques et expertises en radiation sur les composants électroniques, modules et équipements pour des applications spatiales, aéronautiques, automobiles et industrielles de haute fiabilité. Les prestations couvrent les domaines de la qualification de composants discrets, passifs et circuits intégrés, l'analyse de défaillance et l'analyses de construction avec des outils et méthodes au niveau de l'état de l'art.

Olivier PERROTIN

o.perrotin@altertechnology.fr



43 Avenue du 11 novembre  
69622 Villeurbanne Cedex  
[www.ampere-lab.fr](http://www.ampere-lab.fr)

### Thématiques



### Domaines



### Expertises



Notre objectif : Améliorer la sûreté de fonctionnement (fiabilité, maintenabilité, disponibilité, sécurité) des composants et systèmes

Notre expertise : Analyse du vieillissement et estimation de la durée de vie des composants et systèmes. Caractérisations, modélisation et analyse multiphysique des composants durant leur durée de vie. Analyse des signatures pour la surveillance de l'état de santé des composants à risque.

Composants considérés = composants actifs et passifs, batteries, supercondensateurs, entraînements électriques  
CNRS UMR 5005

Pascal VENET

Professeur

[pascal.venet@univ-lyon1.fr](mailto:pascal.venet@univ-lyon1.fr)

04 72 65 53 38



Pharmaparc II,  
2 Voie de l'Innovation  
27100 Val-de-Reuil  
[www.analyses-surface.com](http://www.analyses-surface.com)

### Thématiques



### Domaines



### Expertises



La mission principale de notre laboratoire :

- Support aux industriels pour identifier la nature et l'origine des défauts rencontrés sur leurs process/matériaux

Les observations et les caractérisations réalisables nous permettront :

De localiser plus précisément le défaut (même à l'intérieur d'un composant électronique) en déterminant sa forme et ses dimensions ;

D'analyser le défaut en surface ou en coupe, en microscopie optique et électronique, afin de réaliser une analyse élémentaire permettant d'identifier l'origine de la défaillance.

Réalisation de test de fiabilité en vieillissement accéléré :

- Sous contrainte environnementale (Brouillard salin, Température, Humidité, Choc thermique,...)
- En cycle vibratoire et thermique (Pot Vibrant, Banc multi-axes, Vibrométrie laser,...)

Sébastien BOILEAU

Pilote d'activité - Expert matériau

[s.boileau@groupe-6napse.com](mailto:s.boileau@groupe-6napse.com)

02 32 25 04 00



675 Avenue Isaac Newton  
76800 Saint-Étienne-du-Rouvray  
[www.areelis.com](http://www.areelis.com)

### Thématiques



### Domaines



### Expertises



Notre spécialisation: AREELIS Technologies développe et réalise intégralement (du bureau d'études aux essais de validation/qualification) des systèmes de refroidissement sur mesure, innovants et adaptés aux applications électriques et électroniques (batteries, modules et cartes électroniques, moteurs électriques).

Notre mission : Accompagner nos clients pour l'innovation dans le transport

Eric ROULAND

General Manager

[eric.rouland@areelis.com](mailto:eric.rouland@areelis.com)

# BLE

2 rue des Gravières,  
33600, Pessac

[www.brunolevrier-expertises.fr](http://www.brunolevrier-expertises.fr)

## Thématiques



## Domaines



## Expertises



BRUNO LEVRIER EXPERTISES est une société de conseil en fiabilité des systèmes et des composants électroniques - optoélectroniques - micromécaniques.

La société apporte, depuis 2016, à l'industrie une expertise en calculs scientifiques pour modéliser le comportement mécanique et thermique des systèmes embarqués en environnements sévères, dans le but de comprendre les phénomènes de défaillance (usure, fatigue) et d'améliorer la robustesse des équipements.

Bruno LEVRIER

Levrier, Bruno, [brunolevrier@yahoo.fr](mailto:brunolevrier@yahoo.fr)



51 rue de l'Innovation  
31670 Labège

[www.cea.fr](http://www.cea.fr)

## Thématiques



## Domaines



## Expertises



Tests/caractérisations électriques de composants (expertise Grand Gap) à haut niveau de performance (DC + AC). Composants discrets/unitaires, modules de puissance. Génération de statistiques représentatives Tests applicatifs, fiabilisation via méthodologies spécifiques GaN type DHTOL

Développement packaging pour les interrupteurs grand gap : gestion des phénomènes oscillatoires et des inductances parasites afin d'optimiser les formes d'ondes. Etude et analyses de transitoires ultra-rapides (~ 1 ns)

Etudes de défaillances (composants, brasures, bonding, matériaux...) par simulation électro-thermo-mécaniques Simulation/modélisation électrique et physique pour la compréhension des mécanismes de défaillance

Mathieu GAVELLE

Chef Plateforme Puissance

[mathieu.gavelle@cea.fr](mailto:mathieu.gavelle@cea.fr)

06 32 19 91 35



2, rue Joseph Fourier  
Technopôle du madrillet  
76800 Saint-Étienne-du-Rouvray

[www.cevaa.com](http://www.cevaa.com)

## Thématiques



## Domaines



## Expertises



La fiabilité occupe une place cruciale dans la compétitivité au niveau des marchés et les systèmes électroniques doivent être fiables en fonction des conditions variables d'utilisations. Le CEVAA apporte des réponses sur toute la chaîne de valeur, des études fondamentales aux applications en combinant des moyens technologiques performants et des méthodologies multiphysiques dans le domaine de la fiabilité des composants et des systèmes électroniques :

Faciliter la maintenance préventive ;

Apporter une meilleure connaissance sur le comportement des différentes technologies selon les sollicitations et les conditions d'utilisations.

Aider à la compréhension et à la maîtrise des évolutions et potentiellement des dégradations des performances de la technologie utilisée ;

Les accompagner à la fiabilisation de leurs systèmes...

Mohamed NDIAYE

Chargé d'étude - Expert Fiabilité

[m.ndiaye@groupe-6napse.com](mailto:m.ndiaye@groupe-6napse.com)

02 32 91 73 50



6 Boulevard Maréchal Juin  
14000 Caen, France  
<https://crismat.cnrs.fr/>

### Thématiques



### Domaines



### Expertises



Le Laboratoire CRISMAT (Laboratoire de Cristallographie et Sciences des Matériaux) à Caen est une Unité Mixte de Recherche (CNRS UMR 6508) sous la tutelle du CNRS, de l'école d'ingénieur ENSICAEN et de l'Université de Caen Normandie (UNICAEN).

Expertises pour le CFF :

- Analyses de défaillances : du boîtier électronique à la puce semi-conducteur
- Expertises des propriétés microstructurales, nano-mécaniques et nano-électriques, à l'échelle du matériau

Rosine COQ GERMANICUS

[rosine.germanicus@unicaen.fr](mailto:rosine.germanicus@unicaen.fr)



136 La Roche Marguerite,  
35170 Bruz  
[www.dga.fr](http://www.dga.fr)

### Thématiques



### Domaines



### Expertises



DGA Maîtrise de l'information (MI)

Division Composants et Sous-systèmes Electroniques (CSE) :

Maîtriser les risques liés aux technologies et composants électroniques pour les besoins Défense :

- Contribuer à la politique « composants électroniques » du Ministère des Armées
- S'assurer de la disponibilité des composants et des technologies avec les performances visées, au moment voulu et à coût maîtrisé
- Gestion des risques liés à l'utilisation de composants et sous-systèmes électroniques dans les programmes militaires (de la spécification jusqu'au démantèlement)

Expert senior en gestion des risques  
des composants et équipements  
électroniques

Franck DAVENEL

[franck.davenel@intra.def.gouv.fr](mailto:franck.davenel@intra.def.gouv.fr)



13 avenue de l'Europe,  
31520 Ramonville-Saint-Agne  
[www.elemca.com](http://www.elemca.com)

### Thématiques



### Domaines



### Expertises



ELEMCA est un laboratoire d'expertise privé.

Nos métiers principaux sont les suivants : analyses physico-chimiques et microstructurales (sur les brasures notamment), localisation de défauts, analyses thermiques et thermo-mécaniques, caractérisation électrique de composants, essais de vieillissement accéléré.

Notre mission est d'améliorer la qualité et la fiabilité des pièces fabriquées par nos clients, en leur apportant un support dans leurs phases de développement de nouveaux produits (contrôle qualité, vérification de conformité à une norme donnée), ou d'analyse de défaillance.

Nous intervenons sur trois types d'objets : cartes électroniques assemblées, composants électroniques (hors actifs), et assemblages ou pièces mécaniques (fabrication additive en particulier).

Jérémie DHENNIN

DG

[jeremie.dhennin@elemca.com](mailto:jeremie.dhennin@elemca.com)





Lieu-dit Micassou  
09420 Rimont

### Thématiques



### Domaines



### Expertises



Cabinet de conseil de Frédérique Vallée (plus de 40 ans d'expérience)  
Expert en sûreté de fonctionnement des systèmes complexes  
Spécialisation en ingénierie de la SdF, MBSA (Model Based Safety Analysis), Fiabilité du logiciel, Processus de mesure et de test  
Très bonne connaissance des normes de safety des domaines Défense, Automobile, Ferroviaire.

Frédérique VALLEE

frederique.vallee@sarl-fandco.fr



11 rue Joliot Curie,  
91192 Gif-Sur-Yvettes  
[www.geeps.centralesupelec.fr](http://www.geeps.centralesupelec.fr)

### Thématiques



### Domaines



### Expertises



Le laboratoire de Génie électrique et électronique de Paris (GeePs) est réparti en 3 pôles (Energie, Electronique et Matériaux Physique et composants). Il regroupe plus de 130 permanents et 80 doctorants sur des thèmes allant de la modélisation électromagnétique jusqu'à la conversion d'énergie. Le laboratoire possède de nombreux appareils dédiés à l'analyse de fiabilité des semi-conducteurs et des contacts électriques. Plusieurs domaines sont étudiés tels que l'intégration des composants grands gaps à travers diverses topologies de convertisseur, leur fiabilité, leur commande et leur problématique CEM, et sur le design de composants passifs. CNRS UMR 85007

Tanguy PHULPIN  
Maître de Conférence  
à CentraleSupélec et  
au Laboratoire GeePs

tanguy.phulpin@centralesupelec.fr 01 69 85 12 05



Avenue de l'université BP12  
76800 Saint-Étienne-du-Rouvray  
<http://gpm.labos.univ-rouen.fr>

### Thématiques



### Domaines



### Expertises



Le laboratoire de recherche « Groupe de Physique des Matériaux (GPM) » est une Unité Mixte de Recherche (UMR 6634) entre le CNRS, l'Université de Rouen et l'INSA. Il possède des compétences en sciences et mécanique des matériaux, particulièrement en métallurgie physique, en instrumentation scientifique et en l'utilisation de techniques d'observation et de caractérisation chimiques à l'échelle atomique ainsi qu'en modélisation/simulation aux échelles similaires. Il a été moteur dans les différents projets concernant l'étude du vieillissement des composants électroniques comme AUDACE, First-MFP ou le PEA PISTIS. CNRS UMR 6634

Olivier LATRY  
Professeur des universités

olivier.latry@univ-rouen.fr 02 32 95 51 22





Campus 2, Bâtiment F,  
6 Boulevard Maréchal Juin,  
14000 Caen  
[www.greyc.fr/](http://www.greyc.fr/)

### Thématiques



### Domaines



### Expertises



Le laboratoire de recherche « Groupe de Recherche en Informatique, Image & Instrumentation de Caen » (GREYC) est une Unité Mixte de Recherche (CNRS UMR 6072) entre le CNRS, l'Université de Caen et l'ENSICAEN. C'est le plus grand laboratoire de recherche Normand, orienté vers les sciences du numérique et couvrant plusieurs aspects en informatique mais aussi en électronique. Les études de fiabilité qui y sont menées, relatives au GaN, concernent les effets de stress électriques et de rayonnements ionisants. Depuis quelques années, le groupe s'est orienté vers des mesures localisées de température de composants en fonctionnement par spectroscopie Raman.

Bertrand BOUDART

Professeur des Universités

[bertrand.boudart@unicaen.fr](mailto:bertrand.boudart@unicaen.fr)



ZA Actipolis II - 4, rue Nully de  
Harcourt 33610 CANEJAN  
[www.h2p-solutions.com](http://www.h2p-solutions.com)

### Thématiques



### Domaines



### Expertises



H2P Solutions est une société d'accompagnement, de services et d'expertises en fiabilité, sûreté de fonctionnement et industrialisation cartes et systèmes électroniques et mécatroniques.

Frederic MANOU

Management fiabilité systèmes  
électroniques.

[frederic.manou@h2p-solutions.com](mailto:frederic.manou@h2p-solutions.com)



28 avenue du Président Wilson  
94230 Cachan  
[www.imdr.eu](http://www.imdr.eu)

### Thématiques



### Domaines



### Expertises



- 19 groupes de travail et de réflexion sur la SdF, la maîtrise des risques et les FOH
- Propose régulièrement des journées à thème et des formations innovantes.
- Propose aux industriels qui le souhaitent de mutualiser leurs ressources humaines et financières au sein de projets de recherche
- Dispose d'un centre d'Orientation, de Documentation et d'Informations Techniques (CODIT) + académie IMDR (documents en lignes)
- Organise un congrès de maîtrise des risques tous les 2 ans (4j 500 participants)
- Organise un congrès sur les cindyniques tous les 2 ans (2J)

Michel GIRAudeau

[mgiraudeau.nb6@free.fr](mailto:mgiraudeau.nb6@free.fr)





351 Cours de la Libération  
33405 Talence  
[www.ims-bordeaux.fr/](http://www.ims-bordeaux.fr/)

### Thématiques



### Domaines



### Expertises



Le laboratoire de l'Intégration du Matériau au Système (IMS, CNRS UMR5218) a été créé le 1<sup>er</sup> janvier 2007, par la fusion de trois unités de recherche bordelaises, avec une stratégie scientifique commune de développement principalement centrée dans le domaine des Sciences et de l'Ingénierie des Systèmes, à la convergence des Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication (STIC), et des Sciences pour l'Ingénieur (SPI). Les études de fiabilité qui y sont menées, sont centrés sur le développement de nouvelles approches de la fiabilité des composants et systèmes électroniques destinés à un environnement embarqué.

Loïc THEOLIER

Maître de conférence

[loic.theolier@u-bordeaux.fr](mailto:loic.theolier@u-bordeaux.fr)

05 40 00 28 13



Avenue Galilée  
76800 Saint Étienne du Rouvray  
[www.esigelec.fr/fr/IRSEEM](http://www.esigelec.fr/fr/IRSEEM)

### Thématiques



### Domaines



### Expertises



L'IRSEEM (Institut de Recherche en Systèmes Electroniques Embarqués) est le laboratoire de recherche de l'ESIGELEC, école d'ingénieur située à Saint Etienne du Rouvray dans le sud de Rouen. Au sein de son pôle électronique et systèmes, il développe une forte expertise dans les domaines de la CEM et la fiabilité des composants et systèmes électroniques. L'IRSEEM a participé à de nombreux projets structurants en région et au niveau national (FUI) autour de la thématique de la fiabilité des systèmes mécatroniques de puissance.

Moncef KADI

Responsable du pôle Electronique et Systèmes

[moncef.kadi@esigelec.fr](mailto:moncef.kadi@esigelec.fr)

02 32 91 58 49



3 rue Tarfaya  
31405 Toulouse  
[www.irt-saintexupery.com](http://www.irt-saintexupery.com)

### Thématiques



### Domaines



### Expertises



Au sein du Domaine « Axe greener technology », le pôle « Fiabilité & Modélisation des Composants » s'intéresse à la sûreté de fonctionnement liée à l'insertion de composants innovants (densification de la puissance électrique, électronique numérique, stockage d'énergie,...) dans la chaîne d'électrification de moyens de transport (aéronautique, automobile, espace,...).

Michael DARQUES Responsable Centre de Compétence Haute Tension

[michael.darques@irt-saintexupery.com](mailto:michael.darques@irt-saintexupery.com)

Fabio COCCETTI Responsable Centre de Compétence Énergie haute densité et fiabilité

[fabio.cocchetti@irtsaintexupery.com](mailto:fabio.cocchetti@irtsaintexupery.com)





7, avenue du Colonel Roche  
BP 54200  
31031 Toulouse cedex 4  
[www.laas.fr](http://www.laas.fr)

### Thématiques



### Domaines



### Expertises



Expert en robustesse aux décharges électrostatique des composants microélectronique : mécanismes de dégradations, tests et caractérisations (en particulier forts courants jusqu'à plusieurs dizaines d'ampères, fortes tensions jusqu'à plusieurs dizaines de kilovolts, phénomènes rapides temps de montée inférieurs à la picoseconde et durée de l'ordre de la nanoseconde à quelques centaines de nanoseconde), physique du semi-conducteur soumis à des régimes extrêmes. Applications au composants grand-gap (Résistance dynamique, instabilité de la tension de seuil...) CNRS UMR 6508

David TRÉMOUILLES

Chargé de Recherche CNRS

[david.tremouilles@laas.fr](mailto:david.tremouilles@laas.fr)

05 61 33 68 87



3 rue Augustin Fresnel - BP 45112  
57073 METZ  
[www.lcoms.univ-lorraine.fr](http://www.lcoms.univ-lorraine.fr)

### Thématiques



### Domaines



### Expertises



Le LCOMS [Laboratoire de Conception, Optimisation et Modélisation des Systèmes] est un laboratoire multidisciplinaire de l'Université de Lorraine. Il couvre des compétences en Informatique, Automatique, Électronique et Neurosciences.

Ses chercheurs développent des recherches pluridisciplinaires et interdisciplinaires et travaillent sur des problèmes originaux couvrant l'optimisation des systèmes complexes, l'aide à la personne et à la communication, la conception des systèmes électroniques embarqués, les interfaces et les systèmes de santé. Plus de 70 membres / EA équipe d'accueil.

MOUSSA BOUKHNIFER

[moussa.boukhnifer@univ-lorraine.fr](mailto:moussa.boukhnifer@univ-lorraine.fr)



7 rue Félix Savart  
57073 Metz  
[www.lem3.univ-lorraine.fr](http://www.lem3.univ-lorraine.fr)

### Thématiques



### Domaines



### Expertises



Le LEM3 est un laboratoire multi-tutelles UMR CNRS 7239, tutelle principale Université de Lorraine,, dont les recherches sont centrées sur la mécanique des matériaux. Une partie des activités du LEM3 consiste à identifier et modéliser le comportement mécanique des matériaux utilisés dans les PCB. Cela conduit le LEM3 à s'intéresser au comportement thermo-élastique orthotrope des stratifiés, au comportement élasto-plastique du cuivre (ED, HTE, RA) et à la tenue des interfaces notamment cuivre / substrat. Le LEM3 met en place une démarche conjointe expérimentale et de modélisation. La finalité est de proposer des simulations numériques de configurations critiques des PCB pour estimer les contraintes et d'en déduire la tenue en fatigue, notamment sous chargement thermique.

Sebastien MERCIER

[sebastien.mercier@univ-lorraine.fr](mailto:sebastien.mercier@univ-lorraine.fr)

Gautier GIRARD

[gautier.girard@univ-lorraine.fr](mailto:gautier.girard@univ-lorraine.fr)





685 Avenue de l'Université,  
76800 Saint-Étienne-du-Rouvray  
[www.insa-rouen.fr](http://www.insa-rouen.fr)

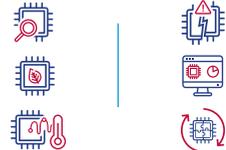
### Thématiques



### Domaines



### Expertises



Les activités sont axées sur des recherches couplant les approches analytico-numériques et les approches expérimentales des axes suivants:

- Fiabilité et l'optimisation des systèmes multi-physiques
- Fiabilité Numérique et expérimentale en mécanique des structures
- Fiabilité et optimisation des systèmes couplés

Abdelkhalak EL HAMI

Professeur des universités

[abdelkhalak.elhami@insa-rouen.fr](mailto:abdelkhalak.elhami@insa-rouen.fr)



1, avenue Réaumur  
92350 Le plessis Robinson  
[www.mbda-systems.com](http://www.mbda-systems.com)

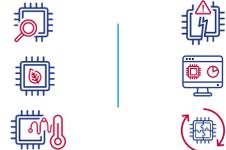
### Thématiques



### Domaines



### Expertises



MBDA est une société industrielle du secteur aéronautique et spatial et de l'industrie de l'armement, leader européen dans la conception de missiles et de systèmes de missiles dans les trois secteurs : air, mer et terre.

MBDA est un groupe multinationale qui emploie environ 12 000 personnes réparties entre la France, le Royaume-Uni, l'Italie, l'Allemagne, l'Espagne et les États-Unis.

MBDA est une filiale commune d'Airbus (37,5 %), de BAE Systems (37,5 %) et de Leonardo (25 %).

Arnaud THERY

Ingénieur Composants

[arnaud.thery@mbda-systems.com](mailto:arnaud.thery@mbda-systems.com)



42 Rue Jean Mermoz  
31830 Plaisance du Touch  
<http://satie.ens-paris-saclay.fr>

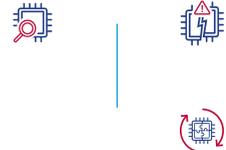
### Thématiques



### Domaines



### Expertises



R.M.E. est une microstructure d'expertise réactive récente, créée en 2021.

Elle est composée d'un seul expert: Robert Martos

Les prestations intellectuelles proposées s'adressent principalement aux acteurs de l'industrie électronique ou métallurgique.

Pour l'instant R.M.E a fourni quelques prestations d'expertises à une société Allemande dans le domaine de défaillance de systèmes électroniques embarquées dans les véhicules électriques (BMS).

Robert MARTOS

Ingénieur INSA

[rme.expertise@gmail.com](mailto:rme.expertise@gmail.com)



Domaine de Grégy -  
77166 Évry-Grégy-surYerre  
[www.jmp.com/](http://www.jmp.com/)

### Thématiques



### Domaines



### Expertises



Le logiciel JMP® de SAS se distingue des autres logiciels d'analyse de fiabilité par l'intégration de solides analyses statistiques avec des outils de visualisation dynamique des données. Ses méthodes d'analyse de fiabilité permettent d'identifier instantanément les tendances et les valeurs aberrantes, les défauts des matériaux ou des procédés et les vulnérabilités dès le stade de la conception, puis de trouver des solutions. Parmi les outils d'analyse de fiabilité de JMP®:

- Prévisions précises concernant la fiabilité des produits et composants
- Analyse des causes concurrentes en cas de modèles de défaillance indépendants multiples
- Analyse de dégradation
- Croissance et prévisions de fiabilité

Paolo CHIAPPA

[paolo.chiappa@jmp.com](mailto:paolo.chiappa@jmp.com)



61 Avenue du Président Wilson  
94235 Cachan Cedex  
<http://satie.ens-paris-saclay.fr>

### Thématiques



### Domaines



### Expertises



SATIE est un laboratoire de génie électrique reconnu pour son expertise en électronique de puissance (intégration, CEM, fiabilité) ainsi qu'en modélisation électromagnétique. En fiabilité SATIE est expert en estimation de durée de vie des composants électronique de puissance : mécanismes de dégradations, tests et caractérisations (vieillesse accélérée en DC et PWM), physique du semi-conducteur soumis à des régimes extrêmes. Applications au composants Si et grand-gap. CNRS UMR 8029

Mounira BERKANI

Maître de conférences

[mounira.berkani@satie.ens-cachan.fr](mailto:mounira.berkani@satie.ens-cachan.fr)

01 81 87 55 14



5, rue des Genêts  
78113 ADAINVILLE

### Thématiques



### Domaines



### Expertises



Expertise centrée sur les méthodes Inductives au stade de la conception (AMDEC, HAZOP), déductive par l'utilisation exclusive de la méthode de Diagnostic, d'Analyse et de Fiabilisation MAXER avec son application informatique DIAGDEF permettant d'identifier les Causes premières de manière efficace sous forme digitalisée (REX)

Jean-Paul SOURIS

[Jean-Paul.jps@sigmaxer.fr](mailto:Jean-Paul.jps@sigmaxer.fr)



14 Rue Galilée  
33600 Pessac

[www.serma-technologies.com](http://www.serma-technologies.com)

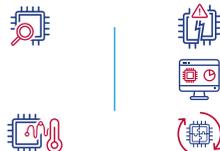
### Thématiques



### Domaines



### Expertises



SERMA Technologies, filiale 100% de SERMA Group, propose des prestations d'expertise technologique, des analyses, du contrôle, du test, du conseil et de la formation, sur les semi-conducteurs, les matériaux, les composants actifs ou passifs, les systèmes, les batteries, les piles à combustible/électrolyseur, les panneaux solaires et l'électronique (Analog, Num, FR et puissance). SERMA Technologies supporte ses clients en leur apportant des conseils en R&D, Ingénierie, Fabrication et maintien en conditions opérationnelles.

Francis DUPOUY

[f.dupouy@serma.com](mailto:f.dupouy@serma.com)



Parc Technologique des Fontaines,  
38190 Bernin  
[www.soitec.com](http://www.soitec.com)

### Thématiques



### Domaines



### Expertises



SOITEC conçoit, développe et produit des matériaux avancés servant les marchés de l'électronique digitale, RF et de la puissance.

Ses produits sont utilisés pour la fabrication des puces qui équipent les smartphones, les tablettes, les ordinateurs, les serveurs informatiques ou les data centers. On les retrouve aussi dans les composants électroniques présents dans les automobiles, les objets connectés, les équipements industriels et médicaux.

Eric GUIOT

Compound Semiconductor Product  
Design Manager

[regis.meuret@safrangroup.com](mailto:regis.meuret@safrangroup.com)



life.augmented

Automotive Discrete Group  
Via Tommaso Marcellini 8-L90129,  
Palermo, Italy  
[www.st.com](http://www.st.com)

### Thématiques



### Domaines



### Expertises



STMicroelectronics – Automotive Discrete Group

Department: R&D Power & Discrete Group - Power Transistor Division

Our experience is linked with designer and reliability aspect:

- Power Bipolar Transistor;
- Power Mosfet ;
- Rad-hard design of Power device for space application ( developing rad-hard technologies and products)
- Radiation expert ( Co60, xray, heavy ion, alpha particles) on power devices in any semiconductor material
- Cosmic ray expert for automotive and avionics application
- Gate oxide defect with impact on reliability stress
- Failure mechanism in Reliability stress in particular HTRB and humidity stress

Francesco PINTACUDA

[francesco.pintacuda@st.com](mailto:francesco.pintacuda@st.com)

Laurent GUILLOT

[laurent.guillot@st.com](mailto:laurent.guillot@st.com)



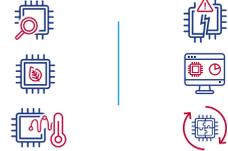
## Thématiques



## Domaines



## Expertises



Thales aide ses clients à assurer la sécurité des citoyens et des forces armées, et à protéger les sites critiques, les frontières, les zones côtières, les océans et l'espace aérien. Thales Land & Air Systems (LAS) est une entreprise française de l'armement, filiale du groupe Thales créée en janvier 2018 par fusion de six entités du groupe : Thales Air Systems SAS, TDA Armements SAS, Thales Air Operations SAS, Thales Angénieux SAS, Thales Cryogénie SAS et Thales Optronique SAS.

Hichame MAANANE

[hichame.maanane@fr.thalesgroup.com](mailto:hichame.maanane@fr.thalesgroup.com)

Patrick CARTON

[patrick.carton@fr.thalesgroup.com](mailto:patrick.carton@fr.thalesgroup.com)

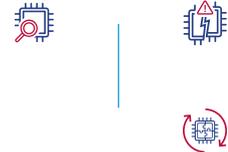
## Thématiques



## Domaines



## Expertises



Combinant plus de quarante ans d'expérience et une diversité unique en termes d'expertise, de talents et de cultures, les architectes de Thales Alenia Space conçoivent et délivrent des solutions innovantes pour les télécommunications, la navigation, l'observation de la Terre et la gestion de l'environnement, l'exploration, les sciences et les infrastructures orbitales. Les institutions, gouvernements et entreprises comptent sur Thales Alenia Space afin de concevoir, réaliser et livrer des systèmes satellitaires : pour géolocaliser et connecter les personnes et les objets partout dans le monde ; observer notre Planète ; optimiser l'utilisation des ressources de la Terre et celles de notre Système solaire. Thales Alenia Space a la conviction que l'espace apporte une nouvelle dimension à l'humanité pour bâtir une vie meilleure et durable sur Terre. Société commune entre Thales (67 %) et Leonardo (33 %), Thales Alenia Space forme également la Space Alliance avec Telespazio pour proposer une offre complète de solutions incluant les services. Thales Alenia Space a réalisé un chiffre d'affaires d'environ 1,850 milliard d'euros en 2020 et emploie environ 7700 personnes dans 10 pays.

Nathalie JAUSSEIN

[nathalie.jaussein@thalesaleniaspace.com](mailto:nathalie.jaussein@thalesaleniaspace.com)

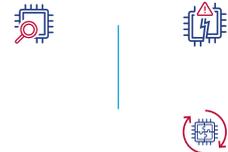
## Thématiques



## Domaines



## Expertises



Aujourd'hui, THALES Research & Technology réalise environ 60% d'analyse de défaillance et 40% d'analyse de construction. Le laboratoire produit environ 700 à 800 rapports par an et nous participe à des études financées par l'Europe ou la France dont la DGA. Par ex. le PEA PISTIS, concernant la fiabilité des composants de dernières générations, qui s'est terminé en 2020. TRT est membre de l'ANADEF (président fondateur de 2001 à 2005).

Jean-Claude CLEMENT

[jean-claude.clement@thalesgroup.com](mailto:jean-claude.clement@thalesgroup.com)



8 rue Louis Lormand  
78321 La Verrière  
[www.valeo.fr](http://www.valeo.fr)

### Thématiques



### Domaines



### Expertises



La Fiabilité chez Valeo est plus qu'une culture, elle est l'ADN de l'ensemble de nos produits électroniques, mécatroniques soumis à de fortes contraintes (économiques, technologiques ou environnementales). En charge des Directions Fiabilité du Group Valeo et Réglementation des systèmes thermiques moteurs - Senior Expert en Fiabilité - Professeur d'Université à Bradford - Expert au Conseil Européen de l'Innovation, David DELAUX a contribué à créer le CFF en 2016. Valeo est donc impliqué dans ce cluster de recherche.

David DELAUX

Head corporate métier Fiabilité

[david.delaux@valeo.com](mailto:david.delaux@valeo.com)

Amélie THIONVILLE

Production Safety Director

[Amelie.thionville@valeo.com](mailto:Amelie.thionville@valeo.com)



BP 13633 44 Avenue du Général De  
Crouette  
31036 Toulouse  
[www.vitesco-technologies.com](http://www.vitesco-technologies.com)

### Thématiques



### Domaines



### Expertises



VITESCO Technologies est anciennement (jusqu'à septembre 2019) la division Powertrain de Continental Automotive. VITESCO Technologies développe des technologies de propulsion innovantes et efficaces pour tous types de véhicules. Notre portefeuille comprend

- Des solutions d'électrification 48 volts.
- Des moteurs électriques et de l'électronique de puissance pour les véhicules hybrides et purement électriques.
- Des systèmes de contrôle électroniques
- Des capteurs et des actionneurs ainsi que des solutions de post-traitement des gaz d'échappement.

Laurence ALLIRAND

Component specialist Active ICs  
& Supply Security

[Laurence.allirand@vitesco.com](mailto:Laurence.allirand@vitesco.com)

### LÉGENDE

#### Thématiques



Fiabilité des composants électroniques (puissance, RF, ...) et leur packaging.



Fiabilité des technologies liées à la connectique et à l'assemblage (connectiques, PCB, Busbars...)



Fiabilité des systèmes mécatroniques

#### Domaines



Modélisation et simulation (numérique, analytiques, ...)



Expérimental (caractérisation et testing)



Cycle de vie (R&D / Utilisation)

#### Expertises



Connaissances et moyens d'investigations sur les matériaux "électriques" et les composants



Ingénierie de l'environnement (mécanique, climatique et Compatibilité électromagnétique (CEM) )



Management thermique



DataScience, Statistique et IA



Analyse de construction



Analyse de défaillance



# PARTIE 4 LES RÉALISATIONS

- Depuis le lancement de l'activité « Fiabilité » en 2009, en Normandie, de nombreux projets structurants ont vu le jour comme AUDACE, First-MFP, PEA-PISTIS... Cela a permis de faire de cette thématique une spécialité pour la Normandie et de permettre cette dynamique nationale.

CELA SE TRADUIT PAR LA CRÉATION DE DIFFÉRENTES PLATEFORMES STRUCTURANTES INITIÉES ENTRE AUTRE PAR :

- **La plateforme compatibilité électromagnétique** (Carnot ESP) qui 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.
- **La plateforme Fiabilité des systèmes** (Carnot ESP) dont l'objectif est de maîtriser les sources de bruits et vibrations et ainsi améliorer la fiabilité des systèmes. Elle 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. Elle est pilotée par le CEVAA.
- **La plateforme de caractérisations électriques** jusqu'aux échelles nanométriques (PLACENANO) dédiée à l'identification des défauts et l'évaluation de leurs effets sur le comportement électrique de composants à base de matériaux semiconducteurs III-V et/ou d'oxydes fonctionnels. Elle est pilotée par les laboratoires GREYC, CIMAP, CRISMAT et GPM.
- **La plateforme de l'IRT Saint Exupéry**  
Au sein du Domaine « Axe greener technology », le pôle « Fiabilité & Modélisation des Composants » de l'IRT Saint Exupéry s'intéresse à la sûreté de fonctionnement liée à l'insertion de composants innovants (densification de la puissance électrique, électronique numérique, stockage d'énergie...) dans la chaîne d'électrification de moyens de transport (aéronautique, automobile, espace...).
- **La plateforme CECOVIM : Centre d'Expertise et de Contrôle du Vieillessement pour la Mécatronique**  
Le CEVAA, le GPM et le LMN ont constitué ce laboratoire à vocation industrielle, destiné aux secteurs de l'aéronautique, du spatial, de la sécurité et de la défense. L'objectif est d'augmenter la compétitivité des produits technologiques en intervenant dès la conception et l'intégration des composants et systèmes électroniques embarqués : accroître leur fiabilité par une analyse de leur vieillissement en opérationnel.

# PARTIE 4.1 LES PROJETS



## Management THERMIque pour ELECTroniques de puissance embarquées

Année **2008**

Durée (mois) **36**

Acronyme  
**Thermelec**

Financement  
**FUI**

THERMELEC développe de nouvelles solutions de transfert et d'évacuation de la chaleur pour les composants électroniques de puissances embarquées.

**Partenaires : Safran Electrical & Power, Dassault, Djp, Madep, Cnrt Matériaux, Laboratoire Liquides Ioniques et Interfaces Chargées (Université Pierre Et Marie Curie Paris 6), Inrets**

## Analyse des caUses de DéfaillAnces des Composants des systèmes mEcatroniques embarqués

Année **2008**

Durée (mois) **48**

Acronyme  
**AUDACE**

Financement  
**FUI**

Analyse des causes de défaillances des composants des systèmes mécatroniques embarqués.

**Partenaires : THALES, VALEO, NXP, GPM, Université de Rouen, PRESTO, LIGERON, NMRTEC, MB ELECTRONIQUE, CEVAA, CETIM, UVSQ**

## Module Electronique Miniature de Puissance Hermétique Innovant pour applications en environnement Sévère

Année **2010**

Durée (mois) **36**

Acronyme  
**Memphis\_Galion**

Financement  
**FUI (Budget : 4,7 M€)**

Analyse des causes de défaillances des composants des systèmes mécatroniques embarqués.

[https://www.pole-astech.org/web/site/index.php?section=recherche\\_et\\_developpement/les\\_projets](https://www.pole-astech.org/web/site/index.php?section=recherche_et_developpement/les_projets)

**Partenaires : THALES, VALEO, NXP, GPM, Université de Rouen, PRESTO, LIGERON, NMRTEC, MB ELECTRONIQUE, CEVAA, CETIM, UVSQ**

## Smart Electromagnetic actuator For Operations in Rough Atmospheres Modélisation électro-magnéto-thermique des machines électriques

Année **2011**

Durée (mois) **36**

Acronyme  
**SESAMES**

Financement  
**FUI**

Objectif principal de repousser les limites de température des « Smart Actuators » au niveau des électroniques et des éléments constituants des chaînes de conversion électro-mécaniques en se focalisant sur les performances d'intégration permettant l'installation de ces équipements dans des volumes réduits (réduction des masses et des câblages) et sur la fiabilité à ces hautes températures.

**Partenaires : Dassault Aviation, Schlumberger, Eurofarad, LGEP, SATIE, IFFSTAR, HISPANO SUIZA**



# Composants de la MEcatronique haute Température

Année **2012**

Durée (mois) **36**

Acronyme  
**COMETE**

Financement  
**Région**

Partenaires : **GPM, IRSEEM**

## SESAMES (Study for Electrical overstress Standardization And Measurement Equipments Set-up)

Année **2011**

Durée (mois) **36**

Acronyme  
**SESAMES**

Financement  
**FUI**

Le projet SESAMES a été bâti, afin de :

- Normaliser le concept de tests des phénomènes de surtensions et sur-courants (EOS),
- Mettre au point le testeur permettant de reproduire les phénomènes,
- Effectuer les séquences d'essais et de validation dès la conception des composants et équipements,
- Valider leur tenue aux perturbations et ainsi garantir leur fiabilité.

Partenaires : **PRESTO, NXP, RENAULT, VALEO, IRSEEM, LAMIPS**

## SESAMES

Année **2012**

Durée (mois) **12**

Acronyme  
**SESAMES**

Financement  
**Carnot ESP**

Viellissement de transistors HEMTs AlGaIn/GaN de puissance.

Partenaires : **CEVAA, GPM**

## GEstion OptiMisée de l'Energie

Année **2012**

Durée (mois) **60**

Acronyme  
**GENOME**

Financement  
**PIA CORAC**

47 partenaires pour un avion plus électrique. Étude de nouveaux modules de puissance assemblés avec un joint en AuSn ou frittage d'argent, sur substrat Si3N4 ou Al2O3. Le but étant de comparer différentes technologies soumises à des contraintes thermomécaniques.

GENOME est un projet regroupant 47 partenaires proposant des ruptures technologiques permettant un gain de performances supplémentaires nécessaire pour être attractif devant des technologies matures en butée d'évolution.

- Au niveau des technologies: Générateur haute densité, Electronique de puissance densifiée, Système en environnement sévère, Décentralisation des cœurs électriques, Actionneurs électriques, Stockage et contrôle haute tension, Refroidissement diphasique, Piles à combustible,....
- Au niveau système: Commande de vol plus ou tout électrique, prise en compte des fournisseurs d'énergie tels que le moteur et l'APU, Association thermique et électrique, Utilisation des technologies avancées

En plus, GENOME propose de pousser les technologies sélectionnées à un niveau TRL6 afin d'identifier les robustesses et les faiblesses potentielles.

Partenaires : **SERMA, LABINAL, Microsemi, AMPERE, LAPLACE, SATIE, IMS**



# Fiabilité et Renforcement des Systèmes Technologiques Mécatroniques de Forte Puissance

Année **2013**

Durée (mois) **36**

Acronyme  
**FIRST MFP**

Financement  
**FUI**

Développer sur des cas concrets de produits innovants une méthodologie permettant au plus tôt dans le développement produits d'identifier les éléments critiques pour la fiabilité et leur niveau de criticité, de lever les risques, de les quantifier et d'anticiper la fiabilité.

**Partenaires : Valeo, NXP, Safran Electrical & Power, Thales Las, Ligeron, Müller Bbm, Analyses et Surface, CEVAA, Arelis Technologies, Irseem**

## Panier Low Cost

Année **2013**

Durée (mois) **12**

Acronyme  
**Panier Low Cost**

Financement  
**PTR**

Essais et caractérisation de panier à cartes low cost.

**Partenaires : Serbe, CEVAA**

## Composants de puissance SiC pour applications Hautes Températures et Hautes Tensions

Année **2013**

Durée (mois) **36**

Acronyme  
**SiCHT2**

Financement  
**FUI**

Ce projet adresse la technologie de conception/réalisation de composants SiC haute température et haute tension.

## Solution d'Interposeur Electrique pour module à STACKER

Année **2013**

Durée (mois) **20**

Acronyme  
**SIEMSTACK**

Financement  
**FEDER**

Solution d'interposeur électrique pour module à stacker afin de répondre aux enjeux des systèmes électroniques miniaturisés dans des environnements sévères.

**Partenaires : Smiths Interconnect, Arelis Normandie, Arelis Technologies, LMN, GPM, CEVAA, Analyses et Surface**

## SiC Rectifier bridge and smart switch Assembly for aeronautics compatible with high Temperature harsh EnvironmentS

Année **2013**

Durée (mois) **40**

Acronyme  
**SICRATES**

Financement  
**Euripides**

Le consortium SICRATES a eu pour objectif de développer des nouveaux procédés inter-compatibles d'assemblage (câblage, die-attach, encapsulation) de composants en carbure de silicium (SiC) afin de proposer des démonstrateurs capables d'être compatibles avec :

- des hautes températures (température de jonction de 300°C, température ambiante de 200°C),
- de larges variations de température (-65°C to 250°C)

**Partenaires : ST Microelectronics, Airbus group, Safran Group, Protavic, Thales Microelectronics (TMI), Ascatron, LPPI, IMS, LMR**



## Fiabilité et Diagnostic des Composants Électroniques de Puissance pour applications Automobiles

Année **2014**

Durée (mois) **36**

Acronyme  
**FIDEA**

Financement  
**ANR**

Comprendre les modes et mécanismes de défaillance des modules de puissance suivant les types d'usage normaux et anormaux dans le VE et VEH.

**Partenaires** : **IFFSTAR, SATIE, IES, IMS, LAAS, CEMES, PSA, ACTIA, Freescale, P'**

## CAPTeurs innovants Intégrés et logiciels au cœur d'un dispositif d'électronique de puissance

Année **2015**

Durée (mois) **36**

Acronyme  
**CAPTIF**

Financement  
**ANR**

Proposition d'une solution avancée de gestion de la durée de vie d'un assemblage d'électronique de puissance, basée sur l'intégration de capteurs et le traitement de leurs mesures.

**Partenaires** : **LGP, aPSI3D, Nanolike, PRIMES, IMS**

## Evolution des MOdèles des Composants de puissance Grand GAP au cours du Vieillessement

Année **2015**

Durée (mois) **48**

Acronyme  
**EMOCAVI**

Financement  
**Région**

L'objectif central du projet est la définition de modèles tenant compte du vieillissement pour des composants électroniques de puissance ; en particulier des transistors utilisant des matériaux semiconducteurs « grand gap ».

**Partenaires** : **GPM, IRSEEM**

## Progression deS Techniques de fiabilité préviSionnelle

Année **2015**

Durée (mois) **48**

Acronyme  
**PISTIS**

Financement  
**DGA**

Amélioration des modèles prédictifs de fiabilité des composants de puissance, DSM et RF pour la mise à jour du guide FIDES.

**Partenaires** : **Thales, Safran, GPM, IMS, CEVAA**

## CRIOS

Année **2016**

Durée (mois) **36**

Acronyme  
**CRIOS**

Financement  
**FEDER**

Matériaux à changement de phase pour la dissipation thermique de systèmes mécatroniques embarqués.

**Partenaires** : **AREELIS Technologies, CEVAA, Analyses et Surface, Projection, LMN, GPM**



# Méthodologies de personnalisation d'essais à partir de profils de missions

Année **2016**

Durée (mois) **12**

Acronyme  
**Perso**

Financement  
**Carnot ESP**

Méthodologie de personnalisation d'essais à partir de profils de missions.

Partenaires : **CEVAA**

## Robustesse électronique

Année **2017**

Durée (mois) **36**

Acronyme  
**Perso**

Financement  
**IRT Saint-Exupéry**

Impact du vieillissement des composants sur la CEM.

Partenaires : **AIRBUS, Continental, LAAS**

## APSITHERM

Année **2017**

Durée (mois) **36**

Acronyme  
**APSITHERM**

Financement  
**IRT Saint-Exupéry**

Dimensionnement et fiabilité de packagings compacts pour puces SiC.

Partenaires : **APSI3D, ICAM, LAAS, PRIMES**

## Radiation effects at system level

Année **2017**

Durée (mois) **48**

Acronyme  
**RADSAGA**

Financement  
**ITN - H2020**

RADIation and Reliability Challenges for Electronics used in Space, Aviation, Ground and Accelerators.

## Fiabilité Electronique Intégrée (LOT2)

Année **2018**

Durée (mois) **36**

Acronyme  
**FELINE**

Financement  
**PIA/Privé**

Immunité aux radiations naturelles sur technologie GaN de puissance.

Partenaires : **AIRBUS, SAFRAN, THALES, TRAD, IES**

## Safe Operating Area

Année **2018**

Durée (mois) **18**

Acronyme  
**SOA**

Financement  
**SAFRAN Tech**

Évolution de la « Safe Operating Area » de composants SiC sous fortes contraintes électrothermiques.

Partenaires : **SATIE, SAFRAN Tech**

## Fail-to-Open mode du Mosfet SiC

Année **2020**

Durée (mois) **18**

Acronyme  
**CAPTIF**

Fail-to-Open mode du Mosfet SiC.

Partenaires : **Laplace, SAFRAN Tech**

## Collaboration EXAGAN

Année **2020**

Durée (mois) **36**

Acronyme  
**EXAGAN**

Financement  
**EXAGAN**

Robustesse Fiabilité des composants HEMT.

Partenaires : **EXAGAN, LAAS**

## Silicon Carbide Reliability Evaluation for Transport

Année **2020**

Durée (mois) **36**

Acronyme  
**SiCRET**

Financement  
**IRT Saint-Exupéry**

Protocoles de qualifications de la robustesse en court-circuits répétés pour Mosfet SiC sur applications transport, ferroviaire et aéronautique.

Partenaires : **SAFRAN, ALSTOM, VITESCO, LIEBHERR, STM, Nucléotide, DGA, Supergrid Institute, LAPLACE/AMPERE/IES/LAA**

## Étude la la robustesse et de la fiabilité des composants de puissance SiC et des module de puissance

Année **2014-2018**

Durée (mois) **48**

Acronyme  
**GENOME-PREMICE**

Financement  
**IA**

Thèse de Oriol Avino sur la robustesse et la fiabilité des MOSFET SiC 1.2kV. 2 postdoc sur la fiabilité des assemblages de puissance et sur les performances des composants SiC.

Partenaires : **SAFRAN, SATIE, AMPERE**

# Integrated Intelligent Modular Power Electronics Converter

Année **2015-2018**

Durée (mois) **40**

Acronyme  
**I2MPECT**

Financement  
**Projet Européen H2020**

I2MPECT aims to develop and demonstrate an innovative, ultra-compact, highly reliable and efficient power electronic converter with extended functionalities primarily for aerospace applications. This will be achieved by exploring innovative 3D packaging and cooling concepts, by integration of full SiC power electronics (switches and diodes) with ultra-compact passives and intelligent gate drive circuits. Additionally new developed control algorithms and health monitoring techniques with intelligent external communication will support the outstanding performance of the system.

**Partenaires :** [Safran Electrical and Power](#), [Airbus](#), [Siemens](#), [Dynex](#), [ETHZ](#), [CETHIL](#), [Université de Sheffield](#), [AMPERE](#)

## PHC Toubkal

Année **2017-2019**

Durée (mois) **36**

Acronyme  
**Toubkal**

L'objectif est d'étudier l'impact des dégradations des composants de puissance grand gap sur les performances des systèmes de conversion. Le but est de définir un modèle de dégradation des performances du composant dans le temps, puis de valider ce modèle par la comparaison avec les résultats des tests expérimentaux. Les travaux se situent dans le cadre des activités actuelles du laboratoire GPM UMR 6634 CNRS de l'Université de Rouen.

**Partenaires :** [Université Abdelmalek Essaadi - ENSAT Tanger Maroc](#), [GPM](#)

## Plateforme de Caractérisations Electriques jusqu'aux échelles nanométriques

Année **2018-2021**

Durée (mois) **36**

Acronyme  
**PLACENANO**

Financement  
**Région**

Le projet PLACENANO a pour objectif la caractérisation et l'identification des défauts ainsi que l'évaluation de leurs effets sur le comportement électrique de composants à base de matériaux semiconducteurs III-V et/ou d'oxydes fonctionnels. Le champ d'application concerne l'électronique de puissance et haute fréquence, les capteurs magnétiques et de rayonnement. C'est la complémentarité des différentes techniques de caractérisation jusqu'aux échelles nanométriques développées dans quatre laboratoires normands : GREYC, CIMAP, CRISMAT et GPM, qui fait la force et l'originalité du projet. Les méthodes complémentaires d'expérimentation spectroscopique, optique, de mesure de bruit, de champ proche et de microstructure vont permettre de mettre en valeur la relation entre la présence du défaut et son impact sur les propriétés électriques.

**Partenaires :** [GPM](#), [CRISMAT](#), [CIMAPS](#), [GREYC](#)

# Qualification des nouvelles architectures de boîtiers (PACKages) pour les applications de communications pour le futur réseau 5G en vue de leur modélisation

Année **2019-2020**

Durée (mois) **18**

Acronyme  
**PACK5G**

Financement  
**Carnot ESP**

Le déploiement de la technologie d'identification, de communication et de capteurs pour les futurs réseaux mobiles 5G prévoit un développement exponentiel des systèmes embarqués et connectés dans de nombreux domaines : l'automobile, la santé, la sécurité, mais aussi l'environnement et la domotique. Les systèmes électroniques embarqués doivent être miniaturisés, intelligents, sans fil et fortement intégrés avec de multiples fonctions. Dans ce contexte, le développement doit reposer non seulement sur l'intégration des différents éléments des systèmes mais aussi sur des boîtiers et supports de circuits ayant de très hautes performances tout en minimisant les pertes d'énergie. Dans le cadre du projet Carnot ESP Pack5G, des investigations, permettant d'estimer l'impact du boîtier pour les applications 5G, dont la fréquence en France est fixée aux alentours de 28 GHz, ont été menées et sont comparées par simulation et expérimentalement.

**Partenaires : IRSEEM, CRISMAT**

## Fiabilité des TrAnsistors GaN de moyenne puissance pour applications automobiles

Année **2020-2021**

Durée (mois) **18**

Acronyme  
**FITAGaN**

Financement  
**Carnot ESP**

Le projet FITAGAN vise à étudier la fiabilité de transistor GaN, moyenne tension. Les technologies étudiées servent à la mise en œuvre de convertisseurs de puissance DC/DC 48V/12V servant dans des véhicules mild-hybride 48V. Ces véhicules à hybridation légère apporteront des économies de consommations et resteront compatibles avec les technologies thermiques actuelles. Plusieurs constructeurs automobiles se lancent dans l'intégration de ces technologies pour certains modèles existants (Suzuki, Audi, Mercedes, Mazda, ...). FITAGAN porte sur une étude complète des mécanismes de défaillance d'un transistor GaN de gamme 100V. Les dégradations de ses caractéristiques électriques seront étudiées grâce à un système de Health Monitoring placé in-situ dans le PCB du convertisseur pour surveiller les principales grandeurs caractéristiques de ces transistors (Rdson, courants de fuites, capacités...).

**Partenaires : IRSEEM Esigelec, GPM**

## Projet d'étude sur la fiabilité de technologies GaN sous faibles contraintes en marge du PEA PISTIS

Année **2020-2021**

Durée (mois) **15**

Acronyme  
**PEFGS**

Projet d'étude sur la fiabilité de technologies GaN sous faibles contraintes en marge du PEA PISTIS.

**Partenaires : GPM, CEVAA, DGA**

## Smart Ema For Operations in Rough Atmospheres

Année **2007**

Durée (mois) **36**

Acronyme  
**SEFORA**

Financement  
**FUI (Budget : 4,9 M€)**

Le projet SEFORA a eu pour objectif de développer un système générique permettant d'une part de repousser les limites de l'électronique pour pouvoir fonctionner sur une large plage de température allant jusqu'à 200°C (nouvelles technologies, telle la technologie SiC pour les composants de puissance, ou la technologie des films haute température pour les condensateurs), et d'autre part, de développer des moteurs électriques permettant de fonctionner sur la même gamme de température.

<https://www.pole-astech.org/web/site/download.php?doi=63e3ae500f285c50a7681f454d966b5e>

**Partenaires : SAFRAN (ex-LABINAL-POWER-SYSTEMS / Porteur de projet), DASSAULT, SCHLUMBERGER, ID MOS, EUROFARAD, SERMA, SICED, AMPERE, INRETS, SATIE, GREEN, SUPELEC, Université de Cergy Pontoise**



# PARTIE 4.2 LES THÈSES



## Dégradations et défaillances de composants Si-SiGe sous contraintes électromagnétiques

Soutenance **2011**

Structure **GPM**

Docteur  
**Ali ALAEDDINE**

**Directrice de thèse** : K. DAOUD (GPM, participation 50%)

**Co-encadrant** : M. KADI (participation 50%)

## Contribution à l'étude de la fiabilité des technologies GaN utilisées dans la mécatronique

Soutenance **2013**

Structure **INSA**

Docteur  
**Samh KHEMIRI**

**Directeur de thèse** : M. KADI (participation 90%)

## Dégradations et défaillances de composants Si-SiGe sous contraintes électromagnétiques

Soutenance **2013**

Structure **GPM**

Docteur  
**Patrick DENIS**

**Directeur de thèse** : Olivier LATRY (GPM, participation 20%)

**Co-encadrant** : M. KADI (participation 20%), P. DHERBECOURT (GPM, participation 60%)

## Contribution à l'étude des assemblages et connexions nécessaires à la réalisation d'un module de puissance haute température à base de JFET en carbure de silicium (SiC)

Soutenance **2013**

Structure **IMS**

Docteur  
**Wissam SABBAH**

**Encadrement** : Éric WOIRGARD (40%), Cyril BUTTAY (30%), Stéphane AZZOPARDI (30%)



# Impact de la modélisation physique bidimensionnelle multicellulaire du composant semi-conducteur de puissance sur l'évaluation de la fiabilité des assemblages appliqués au véhicule propre

Soutenance **2013**

Structure **IMS**

Doctorant  
**Kamal EL BOUBKARI**

**Encadrement :** Éric WOIRGARD (50%), Stéphane AZZOPARDI (50%)

**Contribution à l'étude, la mise en oeuvre et à l'évaluation d'une solution de report de puce de puissance par procédé de frittage de pâte d'argent à haute pression et basse température**

Soutenance **2014**

Structure **IMS**

Doctorant  
**François LE HENAFF**

**Encadrement :** Éric WOIRGARD (70%), Stéphane AZZOPARDI (30%)

**Partenaires :** **MicroSemi Power Module Products (Bruges)**

## Modélisation, vieillissement et surveillance de l'état de santé des condensateurs films utilisés dans des applications avioniques

Soutenance **2014**

Structure **AMPERE**

Doctorant  
**Maawad Makdessi**

**Directeur de thèse :** Pascal VENET

**Co-encadrant :** Ali Sari

**Partenaires :** **AIRBUS**

## Évaluation des mécanismes de défaillance et de la fiabilité d'une nouvelle terminaison haute tension : approche expérimentale et modélisation associée

Soutenance **2015**

Structure **IMS**

Doctorant  
**Fedia BACCAR**

**Encadrement :** Éric WOIRGARD (50%), Loïc THÉOLIER (50%)

**Partenaires :** **LAAS**

# Évaluation de la robustesse de MOSFET SiC pour application aéronautique

Soutenance **2015**

Structure **SATIE**

Doctorant **D. Othman**

Partenaires : **SATIE, IFFSTAR, THALES**

## ROBUSTESSE - Evaluation de la robustesse des composants GaN de puissance face à des contraintes de température et de tension

Soutenance **2015**

Structure **IMS**

Doctorant  
**Omar CHIHAN**

**Directeur de thèse** : Éric WOIRGARD (IMS, participation 30%)

**Co-encadrant** : Loïc THÉOLIER (IMS 70%)

Partenaires : **HIREX, IRT Saint-Exupéry**

## Étude de la fiabilité des composants soumis à des stress électriques conduits

Soutenance **2015**

Structure **INSA**

Doctorant  
**Feiji ZHU**

**Directeur de thèse** : M. KADI (IMS, participation 20%)

**Co-encadrants** : F. FOUQUET (IRSEEM, participation 40%), B. RAVELO (IRSEEM, participation 40%)

## Caractérisation et étude des modes de défaillance de convertisseurs de puissance à base de transistors GaN

Soutenance **2016**

Structure **SATIE**

Doctorant **N. Zaki**

**Encadrement** : Z. Khatir, A. Ibrahim

## Modélisation multiphysique d'un assemblage de puissance haute température destiné à l'environnement aéronautique

Soutenance **2016**

Structure **IMS**

Doctorant  
**Toni YOUSSEF**

**Encadrement** : Éric WOIRGARD (100%)

Partenaires : **ST Microelectronics, Airbus group, Safran Group, Protavic, Thales Microelectronics (TMI), Ascatron, LPPI, LMR**



## Assemblages de puissance innovants haute température - haute tension pour composants Si dédiés aux applications embarquées aéronautiques, automobiles et ferroviaires

Soutenance 2017

Structure IMS

Docteur  
Maxime BARRIÈRE

**Encadrement :** Éric WOIRGARD (50%), Alexandrine GRACIA (50%)

**Partenaires :** [MicroSemi Power Module Products \(Bruges\)](#)

## Protection court-circuit ultra-rapide intégrée sur gate-driver pour composants grand-gap

Soutenance 2017

Structure LAPLACE

Docteur  
Yazan BARAZI

**Partenaires :** [Laplace \(Nicolas Rouger, FR\)](#)

## Amélioration de la fiabilité des composants de puissance : vieillissement ciblé et caractérisation microstructurale des points critiques (métallisation supérieur de puce Si)

Soutenance 2017

Structure SATIE

Docteur R. Ruffilli

**Encadrement :** M. Berkani, M. Legros

**Partenaires :** [SATIE](#), [CEMES](#), [NXP](#)

## Modèles de durée de vie des fils d'interconnexion des modules de puissance basés sur les déformations et sur les dégradations

Soutenance 2017

Structure SATIE

Docteur N. Dornic

**Encadrement :** Z. Khatir, A. Ibrahim

**Partenaires :** [SATIE](#), [MERCE](#)

## GENOME - GEstion OptiMisée de l'Energie Étude du vieillissement thermique des matériaux magnétiques nanocristallins FeCuNbSiB et polycristallins FeCoV

Soutenance 2017

Structure AMPERE

Docteur  
Atef LEKDIM

**Partenaires :** [APERAM](#)



# GENOME - Gestion Optimisée de l'Energie

## Étude de vieillissement et caractérisation d'assemblage de module de puissance 40kW pour l'aéronautique

Soutenance **2017**

Structure **IMS**

Doctorant  
**Faical ARABI**

**Directeur de thèse** : Éric WOIRGARD (IMS, participation 50%)

**Co-encadrants** : Loïc THÉOLIER (IMS 50%)

## Fiabilité et analyse de défaillance des composants électroniques sous contraintes thermiques pour des applications en mécatronique

Soutenance **2017**

Structure **GPM**

Doctorant  
**Safa MBAREK**

**Directeur de thèse** : O. LATRY (GPM)

**Co-directeur de thèse** : P. DHERBECOURT (GPM)

**Encadrant** : F. FOUQUET (IRSEEM)

## Etude de l'influence de stress électriques et d'irradiations neutroniques sur des HEMTs de la filière GaN

Soutenance **2017**

Structure **GREYC**

Doctorant  
**Sébastien PETITDIDIER**

**Directeur de thèse** : O. LATRY (GPM)

**Co encadrant** : Yannick Guhel (50%)

## Fusible intégré sur puce transistor de puissance pour cellule de commutation sécurisée avec back-up

Soutenance **2018**

Structure **LAPLACE**

Doctorant  
**Amirouche OUMAZIZ**

**Partenaires** : Laplace (FR, Emmanuel Sarraute, Vincent Bley), LAAS (Abdelhakim Bourennane)

## Étude de la robustesse des MOSFET-SiC haute tension (1.7 et 3.3 kV)

Soutenance **2018**

Structure **LAPLACE**

Doctorant  
**Quentin MOLIN**

**Partenaires** : [Supergrid Institute](#)



# Modélisations et méthodes numériques pour l'intégration d'une solution de suivi de vieillissement d'un assemblage de puissance

Soutenance **2018**

Structure **IMS**

Doctorant  
**Antoine RENAUD**

**Encadrement** : Éric WOIRGARD (100%)

**Partenaires** : **LGP, aPSI3D, Nanolike, PRIMES**

## I2MPECT - Suivi de l'état de santé des modules de puissances à base de MOSFET en carbure de silicium

Soutenance **2018**

Structure **AMPERE**

Doctorant  
**Malorie HOLOGNE**

**Partenaires** : **Safran Electrical and Power, Airbus, Siemens, Dynex, ETHZ, CETHIL, Université de Sheffield**

## Fiabilité et Robustesse des Cartes d'Alimentation des Nouvelles Générations des Modules du RADAR

Soutenance **2018**

Structure **ESIGELEC IRSEEM /**  
Université de Rouen

Doctorant  
**Chadia LACHKAR**

**Directeur de thèse** : M. KADI (participation 50%)

**Co-encadrant** : J-P. KOUADIO (IRSEEM, participation 50%)

## Mise en œuvre de moyens de vieillissement accéléré et d'analyses dédiés aux composants de puissance grand gap

Soutenance **2018**

Structure **ESIGELEC IRSEEM /**  
Université de Rouen GPM

Doctorant  
**Jian-Zhi FU**

**Directeur de thèse** : M. KADI (participation 30%)

**Co-directeur de thèse** : P. DHERBECOURT (GPM, participation 30%)

**Co-encadrant** : F. FOUQUET (IRSEEM, participation 40%)

# Comparaison de méthodes de caractérisation thermique de transistors de puissance hyperfréquence de la filière nitrure de gallium

Soutenance **2018**

Structure **GREYC**

Doctorant  
**Guillaume BROCCERO**

**Directeur de thèse** : Bertrand Boudart (50%)

**Co-encadrant** : Yannick Guhel (50%)

## Effet du vieillissement par fatigue électrothermique sur la compatibilité électromagnétique des composants de puissance à base de SiC

Soutenance **2019**

Structure **ENISO**

Doctorant  
**Shawki DOUZI**

**Directeur de thèse** : J. BEN HADJ SLAMA (ENISO, participation 50%)

**Co-directeur de thèse** : M. KADI (participation 50%)

## Analyse de vieillissement, estimation de la durée de vie et méthode de surveillance de l'état de santé des condensateurs électrolytiques

Soutenance **2020**

Structure **AMPERE**

Doctorant  
**Antoine EL HAYEK**

**Directeur de thèse** : Pascal VENET

**Co-directeur de thèse** : Guy CLERC

**Co-encadrant** : Ali Sari

**Partenaire** : [Schneider Electric](#)

## Coupled radiation and aging effects on wide bandgap power devices

Soutenance **2020**

Structure **CRISMAT**

Doctorant  
**Kimmo NISKANEN**

**Directeur de thèse** : Antoine TOUBOUL (IES)

**Co-directrice de thèse** : Rosine Coq Germanicus (CRISMAT)

**Partenaires** : [IES](#), [CRISMAT](#). **Financement** : [H2020 RadSaga](#)

# Surveillance de l'état de santé et estimation de la durée de vie restante en ligne de modules IGBT

Soutenance **2020**

Structure **SATIE**

Docteurant  
**M. Nazar**

**Encadrement** : Z. Khatir, A. Ibrahim

## Estimation de la fiabilité des convertisseurs de puissances intégrés au cœur du PCB

Soutenance **2022**

Structure **SATIE**

Docteurant  
**Said BENSEBAA**

**Encadrement** : M. Berkani, M. Petit

## Fiabilité des circuits imprimés avec composants enterrés actifs

Soutenance **2024**

Structure **LEM3**

Docteurant  
**Paul PERIN**

**Encadrement** : Sébastien Mercier, Marion Martiny, Gautier Girard (LEM3, Université de Lorraine)

**Partenaires** : **CIMULEC + Région Grand Est**

## Caractérisation du comportement mécanique des interfaces dans les circuits imprimés

Soutenance **2025**

Structure **LEM3 / Université de Lorraine**

Docteurant  
**Charaf-Eddine ZIOUANI**

**Encadrement** : Gautier Girard - Sébastien Mercier (LEM3/Université de Lorraine)

**Financement** : ANR Projet JCJC EMICI

## Fiabilité d'un convertisseur de puissance enterré dans un PCB

Soutenance **2025**

Structure **LEM3 - SATIE**

Docteurante  
**Flora DAILLAND**

**Encadrement** : Mounira BOUARROUDJ (SATIE), Marion MARTINY, Sébastien Mercier (LEM3)

**Financement** : ANR Projet PRCE MODUFEET **Partenaires** : **GEEPS, PIMM, CIMULEC, SAFRANTECH**



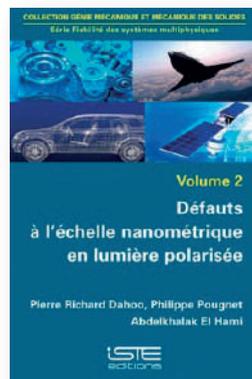
# PARTIE 4.3 LES LIVRES



## ■ DÉFAUTS À L'ÉCHELLE NANOMÉTRIQUE EN LUMIÈRE POLARISÉE

Auteurs : *Pierre Richard DAHOO, Université de Versailles Saint-Quentin - Philippe POUUNET, Valeo - Abdelkhalak EL HAMI, INSA Rouen*

La série Fiabilité des systèmes multiphysiques s'intéresse aux avancées de la recherche et de l'industrie appliquées aux domaines de l'optimisation, de la fiabilité et de la prise en compte des incertitudes des systèmes. Ce couplage est à la base de la compétitivité des entreprises dans les secteurs de l'automobile, de l'aéronautique, du génie civil ou de la défense.

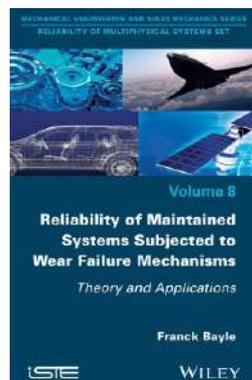


Date de parution : juillet 2016

## ■ FIABILITÉ DES SYSTÈMES ENTRETENUS SOUMIS À DES MÉCANISMES DE DÉFAILLANCE D'USURE - THÉORIE ET APPLICATIONS - VOLUME 8

Auteurs : *Abdelkhalak EL HAMI, INSA-Rouen, Franck BAYLE, Thales Avionique*

Aujourd'hui, la fiabilité des systèmes est devenue un enjeu majeur dans la plupart des applications industrielles. L'approche théorique pour estimer la fiabilité a été largement développée dans les années 1960 pour les systèmes sans entretien, et plus récemment, à la fin des années 1990, elle a été développée pour les systèmes basés sur l'entretien. Les attentes des clients en matière de fiabilité (mais aussi de maintenance, de sécurité, etc.) sont de plus en plus exigeantes au fil des générations de systèmes. Cependant, les méthodes théoriques utilisées pour manipuler les systèmes ne sont pas adaptées lorsque des mécanismes de vieillissement sont présents. Ce livre propose une approche théorique pour estimer correctement toutes ces quantités. En plus de l'aspect théorique, il détaille un certain nombre de problèmes que tout système industriel rencontrera tôt ou tard, que ce soit dus à des défauts de conception, au lot de composants, à des problèmes de fabrication ou aux nouvelles technologies qui se traduisent par le vieillissement des mécanismes lors de leur utilisation opérationnelle.



Date de parution : avril 2019

## ■ LES SYSTÈMES MÉCATRONIQUES EMBARQUÉS 1

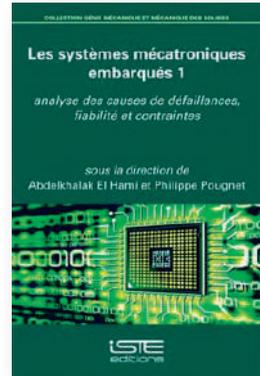
Analyse des causes de défaillances, fiabilité et contraintes

Auteurs : *sous la direction de Abdelkhalak EL HAMI, INSA Rouen - Philippe POUGNET, Valeo*

La mécatronique associe l'informatique, la mécanique et l'électronique. Elle améliore les performances des systèmes électroniques embarqués en réduisant leurs poids, leurs volumes, leurs consommations d'énergie et leurs coûts.

Les équipements mécatroniques doivent fonctionner sans défaillance pendant des durées de service de plus en plus longues. Les conditions d'emploi particulièrement sévères de la mécatronique embarquée font apparaître des mécanismes de défaillance qui sont sources de pannes. Jusqu'à maintenant ces phénomènes de défaillance n'ont pas été abordés suffisamment en profondeur pour être maîtrisés.

Cet ouvrage présente deux méthodologies : l'approche statistique d'optimisation de la conception par la fiabilité et l'approche expérimentale pour la caractérisation de l'évolution des systèmes mécatroniques en mode de fonctionnement. Il analyse également les nouveaux outils d'analyse des effets des contraintes d'origine thermique, vibratoire, humide, électrique et électromagnétique.



Date de parution : juillet 2015

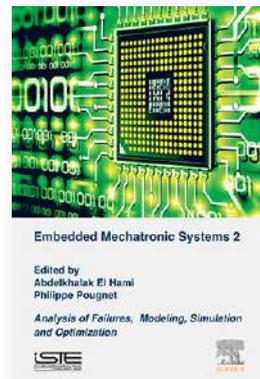
## ■ LES SYSTÈMES MÉCATRONIQUES EMBARQUÉS 2

Analyse des pannes, modélisation, simulation et optimisation

Auteurs : *Abdelkhalak El Hami, INSA-Rouen, Philippe POUGNET, Valeo*

La mécatronique réunit l'informatique, la mécanique et l'électronique. Il nous permet d'améliorer les performances des systèmes électroniques embarqués en réduisant leur poids, leur volume, leur consommation d'énergie et leur coût. Ces équipements doivent fonctionner sans défaillance pendant des durées de vie toujours plus longues.

Embedded Mechatronic Systems 2 présente les avancées de la recherche et de l'industrie appliquée dans le domaine des systèmes mécatroniques, qui intègrent la fiabilité dans le processus de conception. Fournissant de nombreux exemples détaillés, ce livre développe une méthodologie de caractérisation des défauts dans les systèmes mécatroniques. Il analyse la modélisation multi-physique des défauts, révélant des faiblesses dans la conception et les mécanismes de défaillance. Le développement de méta-modèles, permettant de simuler les effets sur la fiabilité des conditions d'utilisation et de fabrication, est également détaillé.



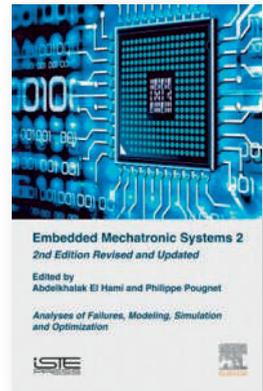
Date de parution : juillet 2015

## EMBEDDED MECHATRONIC SYSTEMS 2 – SECOND EDITION REVISED AND UPDATED

Analyses of Failures, Modeling, Simulation and Optimization

Auteurs : *Abdelkhalak EL HAMI, INSA-Rouen - Philippe POUUNET, Université Scientifique et Médicale de Grenoble, France*

Combining computer science, mechanics and electronics improves the performance of embedded electronic systems by reducing their weight, volume, energy consumption and manufacturing cost. Mechatronic equipment is increasingly required to extend zero-fault lifetime service. Embedded Mechatronic Systems 2 presents recent advances made by research laboratories and associated manufacturers in the field of mechatronic systems. This approach makes reliability an integral part of the design process. Providing many detailed examples, this book develops a characterization methodology for flaws in mechatronic systems. Using multi-physical modeling of failures, it analyzes design weaknesses and failure mechanisms. The development of metamodels is also discussed, since this is key to simulating the effects on reliability of conditions of use and manufacture. This second edition contains a revision of Chapter 6 on metamodel development and two new chapters: one on the probabilistic study and optimization of a solder interconnect, and one on a reliability analysis based on metamodels of chip-scale packages.

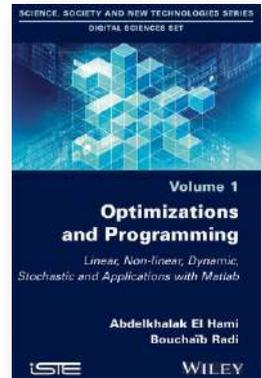


## OPTIMISATIONS ET PROGRAMMATION LINÉAIRE, NON-LINÉAIRE, DYNAMIQUE, STOCHASTIQUE ET APPLICATIONS AVEC MATLAB - VOLUME 1

Auteurs : *Bouchaïb RADI, Université Hassan Premier, Maroc - Abdelkhalak EL HAMI, INSA-Rouen*

L'optimisation est un domaine en pleine croissance, du fait de la demande de répondre aux besoins croissants des secteurs économiques et industriels (maximiser les performances, minimiser les coûts), mais aussi grâce à l'augmentation considérable de la puissance de calcul. L'utilisation de logiciels de simulation offre aux entreprises un avantage stratégique important en leur permettant de réduire leurs coûts (production, achats et logistique) et d'assurer un développement plus efficace de leurs solutions. Ce livre se concentre sur différentes méthodes, à la fois basiques et avancées, pour résoudre des problèmes d'optimisation linéaires et non linéaires et comprend deux parties. La première présente des outils de recherche opérationnelle tels que la programmation linéaire, entière, dynamique et stochastique. La deuxième partie traite de l'optimisation combinatoire, avec et sans contrainte. Chaque chapitre met en évidence les points principaux des différentes méthodes et présente plusieurs applications dans le domaine de l'ingénierie, ainsi que des applications dans Matlab.

Optimisations et programmation s'adresse aux élèves-ingénieurs et constitue une ressource précieuse pour les ingénieurs en activité et les enseignants-chercheurs. Il comprend des exemples détaillés et présente les outils d'optimisation numérique les plus performants.



Date de parution : mars 2021

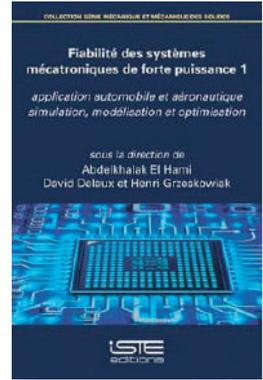
## ■ FIABILITÉ DES SYSTÈMES MÉCATRONIQUES DE FORTE PUISSANCE 1

Application automobile et aéronautique  
Simulation, modélisation et optimisation

Auteurs : *sous la direction de Abdelkhalak EL HAMI, INSA Rouen - David DELAUX, Valeo - Henri GRZESKOWIAK, Matra Bae*

Ce premier ouvrage dédié à la fiabilité des systèmes mécatroniques de forte puissance traite de la mécatronique embarquée, technologie qui combine la mécanique, l'électronique, le logiciel et le contrôle commande, et élément clé de la compétitivité des entreprises.

Dans un contexte de recherche perpétuelle d'amélioration de la compétitivité industrielle, Fiabilité des systèmes mécatroniques de forte puissance 1 présente de nouvelles méthodes permettant de concevoir plus vite et à moindre coût les futurs dispositifs mécatroniques de rupture pour les secteurs de l'automobile et de l'aéronautique, tout en leur garantissant une fiabilité accrue. Cette fiabilité est de plus validée numériquement par des modèles multiphysiques et probabilistes inédits qui pourraient à terme aboutir à de nouveaux standards de conception et de fiabilité prévisionnelle.



Date de parution : septembre 2017

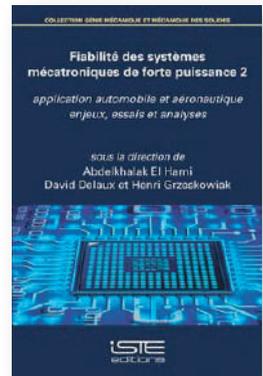
## ■ FIABILITÉ DES SYSTÈMES MÉCATRONIQUES DE FORTE PUISSANCE 2

Application automobile et aéronautique  
Enjeux, essais et analyses

Auteurs : *sous la direction de Abdelkhalak EL HAMI, INSA Rouen - David DELAUX, Valeo - Henri GRZESKOWIAK, Matra Bae*

Ce deuxième volume analyse les avancées de la recherche et de l'industrie appliquées aux domaines des processus de conception par la fiabilité et l'approche expérimentale. À l'aide d'exemples détaillés, il présente une méthodologie de caractérisation des défauts des systèmes mécatroniques.

D'autre part, il traite de la compilation des essais aggravés et accélérés réalisés sur différents types de composants et sous-systèmes de forte puissance et offre des informations indispensables pour la sécurisation des futurs équipements qui viendront s'intégrer dans les automobiles, les avions et les hélicoptères de demain.



Date de parution : octobre 2017

## DU PRONOSTIC ET DE LA GESTION DES SYSTÈMES DE SANTÉ À LA MAINTENANCE PRÉDICTIVE 1 - SURVEILLANCE ET PRONOSTICS

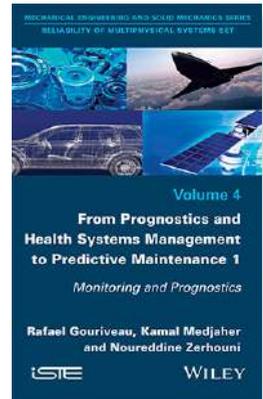
Auteurs : *Rafael GOURIVEAU, Institut National de Mécanique et Microtechniques, Besançon - Kamal MEDJAHER, École Nationale d'Ingénieurs de Tarbes - Noureddine ZERHOUNI, Institut National de Mécanique et Microtechniques, Besançon*

Cet ouvrage aborde les étapes nécessaires pour gérer l'état de santé des systèmes et anticiper leurs défaillances : choix et localisation des capteurs, acquisition et traitement des données, évaluation de l'état de santé et prédiction de la durée de vie utile restante. La révolution numérique et la mécatronique ont préfiguré l'avènement de l'industrie 4.0 où les équipements ont la capacité de communiquer. L'ubiquité des capteurs (300 000 capteurs dans la nouvelle génération d'avions) produit un flot de données, ce qui nous oblige à donner du sens à l'information et conduit à la nécessité d'un traitement efficace et d'une interprétation pertinente. Le processus de traçabilité et de capitalisation des données est un élément clé dans l'évolution de la maintenance vers des stratégies prédictives. Ainsi, nous disposons d'informations pertinentes et de connaissances appropriées pour prendre des décisions éclairées préalables à la mise en place d'une politique stratégique de maintenance prédictive.

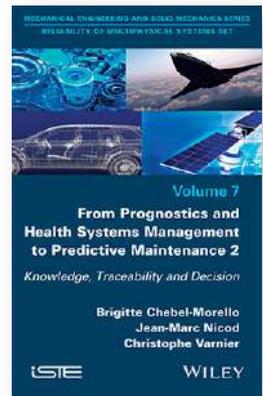
## DU PRONOSTIC ET DE LA GESTION DES SYSTÈMES DE SANTÉ À LA MAINTENANCE PRÉDICTIVE 2 - CONNAISSANCE, TRAÇABILITÉ ET DÉCISION

Auteurs : *Brigitte Chebel-Morello, Université de Franche-Comté - Jean-Marc Nicod, ENSMM - Christophe Varnier, ENSMM*

Cet ouvrage est le deuxième tome d'une série d'ouvrages traitant de l'évolution des approches technologiques, informatiques et organisationnelles et de ce que cela signifie pour les équipements industriels. Les auteurs abordent cette complexité croissante en deux parties, en se concentrant spécifiquement sur le domaine du pronostic et de la gestion de la santé (PHM). Ayant abordé le cycle du MPS dans le premier volume, l'objectif de cet ouvrage est d'aborder les autres phases du MPS, notamment la traçabilité des données, des informations et des connaissances, et la capacité à prendre des décisions en conséquence. Le livre se termine par une analyse synthétique et des perspectives concernant ce domaine émergent, car sans traçabilité, connaissance et décision, aucune prédiction de l'état de santé d'un système ne peut être exploitée.



Date de parution : novembre 2016



Date de parution : juillet 2017

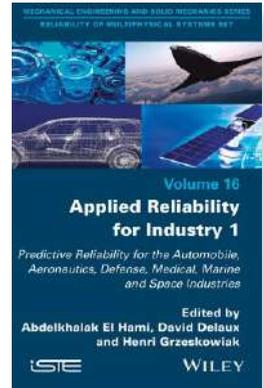
## ■ APPLIED RELIABILITY FOR INDUSTRY 1: PREDICTIVE RELIABILITY FOR THE AUTOMOBILE, AERONAUTICS, DEFENSE, MEDICAL, MARINE AND SPACE INDUSTRIES

Auteurs : *Abdelkhalak El Hami, INSA-Rouen-Normandie*  
- *David Delaux, Bradford University* - *Henri Grzeskowiak, COFRAC*

Applied Reliability for Industry 1 illustrates the multidisciplinary state-of-the-art science of predictive reliability. Many experts are now convinced that reliability is not limited to statistical sciences. In fact, many different disciplines interact in order to bring a product to its highest possible level of reliability, made available through today's technologies, developments and production methods.

These three books, of which this is the first, propose new methods for analyzing the lifecycle of a system, enabling us to record the development phases according to development time and levels of complexity for its integration.

Predictive reliability, as particularly focused on in Applied Reliability for Industry 1, examines all the engineering activities used to estimate or predict the reliability performance of the final mechatronic system.



Date de parution : mars 2023

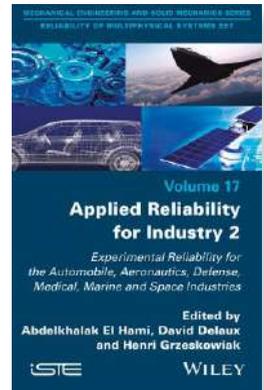
## ■ APPLIED RELIABILITY FOR INDUSTRY 2 EXPERIMENTAL RELIABILITY FOR THE AUTOMOBILE, AERONAUTICS, DEFENSE, MEDICAL, MARINE AND SPACE INDUSTRIES

Auteurs : *Abdelkhalak El Hami, INSA-Rouen-Normandie*  
- *David Delaux, Bradford University* - *Henri Grzeskowiak, COFRAC*

Applied Reliability for Industry 2 illustrates the multidisciplinary state-of-the-art science of experimental reliability. Many experts are now convinced that reliability is not limited to statistical sciences. In fact, many different disciplines interact in order to bring a product to its highest possible level of reliability, made available through today's technologies, developments and production methods.

These three books, of which this is the second, propose new methods for analyzing the lifecycle of a system, enabling us to record the development phases according to development time and levels of complexity for its integration.

Experimental reliability, as advanced in Applied Reliability for Industry 2, examines all the tools and testing methods used to demonstrate the reliability of the final mechatronic system.



Date de parution : mars 2023



Afin de se doter des moyens d'atteindre l'excellence sur la feuille de route de la fiabilité des composants et des systèmes, le CFF a identifié des formations au niveau national qui peuvent être proposées suivant les besoins des entreprises confrontées à cette problématique. L'objectif de ce recensement, non exhaustif, est de pouvoir améliorer les compétences d'analyse et de savoir-faire de ces entreprises qui sollicitent le CFF.

# MRTC \*

## MICROWAVE - RADAR TRAINING CENTER

CENTRE DE FORMATION SPECIFIQUE-  
HYPERFREQUENCES – OPTIQUE - RADAR

Le Radar Microwave Training Center est un centre de formation continue situé dans les locaux de l'Université de Rouen (Campus de Mont-Saint-Aignan, IUT GEII). Ce centre est équipé de moyens dédiés:

- Banc de mesures Hyperfréquences
- Bancs de mesures Optiques
- Démonstrateurs Radar

Les cours sont donnés en langue Française ou Anglaise par des professeurs de l'Université et des experts Hyperfréquences, Optique et Radar.

### • Objectif :

L'objectif de ce centre est de fournir les compétences de base théoriques dans le domaine des hyperfréquences, de l'optique et du radar à des techniciens et ingénieurs qui ont ou qui auront à travailler dans ces domaines.

### • La formation peut porter sur :

- Formation mixte Hyperfréquences - Optique et Radar (1 à 8 semaines)
- Formation Hyperfréquences - Optique (1 à 4 semaines)
- Formation Radar (1 à 4 semaines)

### • Certificat :

A la fin de la formation une évaluation est réalisée et un certificat est délivré aux stagiaires ayant réussi les tests avec succès.

### • Durée :

La particularité des formations est de s'adapter aux profils des stagiaires. Le contenu des formations est modulable et adaptable en fonction du niveau de compétences des stagiaires et du niveau de compétence recherché.



## Fiabilité automobile\*

Quantification des risques

## La fiabilité de l'allocation à la démonstration\*

- **Objectif** : Être capable :
  - d'identifier les outils adaptés à la quantification de la fiabilité
  - de définir et justifier un objectif de fiabilité
  - d'identifier les faiblesses d'un plan de validation et de proposer des améliorations
  - de choisir le type de test et de le dimensionner pour estimer la fiabilité d'un système
  - d'identifier les moyens pour accélérer les essais et leurs limites
  - d'interpréter les résultats de test pour valider un objectif de fiabilité
  - d'interpréter les modèles de fiabilité issus des tests ou des retours clients pour identifier le mode de défaillance
  - d'interpréter les indicateurs de fiabilité
- **Thème** : Fiabilité opérationnelle, expérimentale prévisionnelle
- **Durée** : 3 jours

- **Objectif** : Acquérir les principes généraux pour construire et démontrer la fiabilité des systèmes, à partir de données diversifiées
- **Thème** : Bases statistiques de la fiabilité, identification qualitative des risques, fiabilité expérimentale et prévisionnelle.
- **Durée** : 3 jours



 [www.sia.fr](http://www.sia.fr)

**Marie-Claude BURAUX**  
**01 41 44 93 72**  
[marie-claude.buraux@sia.fr](mailto:marie-claude.buraux@sia.fr)



Centre Français de Fiabilité



 [www.eurosae.com](http://www.eurosae.com)

## La fiabilité en électronique\*

- **Objectif** : Comprendre les concepts de fiabilité et l'implication de ces concepts dans l'évaluation de la disponibilité et de la sécurité
  - Intégrer ces concepts de fiabilité pour définir les essais de fiabilité et exploiter leurs résultats correspondants
  - Savoir réaliser un dossier de fiabilité, dans un contexte contractuel
- **Thème** : Identification qualitative des risques fiabilité en développement
- **Durée** : 2 jours

## L'utilisation de la méthode FIDES\*

- **Objectif** : évaluation réaliste de la fiabilité des équipements électroniques, y compris dans les systèmes qui rencontrent des environnements sévères (système de défense, aéronautique, transports, électronique industrielle, etc.)
- **Thème** : Fiabilité prévisionnelle en électronique
- **Durée** : 1 jour

sector



[www.sector-group.net/](http://www.sector-group.net/)

sector



[www.sector-group.net/](http://www.sector-group.net/)



## La Sûreté de Fonctionnement\*

- **Objectif** : Acquérir :
  - Une connaissance, des réflexes et des attitudes pour la prise en compte des activités de SdF au niveau adéquat pour un projet industriel,
  - Les moyens de spécifier au juste niveau et avec la précision requise les exigences des résultats et de démonstration de SdF à respecter sur les projets,
  - La capacité d'analyser, d'évaluer, de critiquer et de valider des fournitures industrielles en ce qui concerne la SdF.
- **Thème** : Identification qualitative des risques fiabilité en développement
- **Durée** : 3 jours

## L'Analyse Préliminaire des Risques\*

- **Objectif** : Acquérir :
  - Une connaissance générale des paramètres de FMDST (Fiabilité, Maintenabilité, Disponibilité, Sécurité et Testabilité)
  - Les principes de la méthode d'APR et ses limites
  - La capacité de mettre en œuvre une APR et de piloter son déroulement.
- **Thème** : Identification qualitative des risques fiabilité en développement
- **Durée** : 1 jour

sector



[www.sector-group.net/](http://www.sector-group.net/)

sector



[www.sector-group.net/](http://www.sector-group.net/)



## L' AMDEC\*

- **Objectif :** Acquérir :
  - Une connaissance générale des paramètres de FMDST (Fiabilité, Maintenabilité, Disponibilité, Sécurité et Testabilité)
  - Les principes de la méthode d'AMDEC et ses limites
  - La capacité de mettre en oeuvre une étude d'AMDEC fonctionnelle, organique, process ou processus et de piloter son déroulement.
- **Thème :** Identification qualitative des risques fiabilité en développement
- **Durée :** 1 jour

## L'arbre des causes\*

- **Objectif :** Permettre une mise en oeuvre pragmatique de la méthode d'arbre des causes et de :
  - Rappeler les objectifs et le contexte de la création de la méthode.
  - Décrire les principales étapes de la démarche de mise en oeuvre et des conditions à réunir pour le succès
  - Mettre en pratique, en tant que participant à une analyse par arbre des causes et en tant que pilote
- **Thème :** Identification qualitative des risques fiabilité en développement
- **Durée :** 1 jour

sector

 [www.sector-group.net/](http://www.sector-group.net/)

sector

 [www.sector-group.net/](http://www.sector-group.net/)



## Fiabilité en service / FRACAS\*

## Méthodologie FIDES\*

- **Objectif :**

- Fiabilité en-service : Place et rôle des études de fiabilité en-service
- Principe de retour d'expérience Les standards applicables
- Collection de Données : Principes et méthodes
- Analyse des Données : Analyse qualitative et quantitative Systèmes d'alerte
- Rapport de Fiabilité : Objectif, structure et contenu
- Impacts : Le lien fiabilité - maintenance - Techniques d'optimisation

- **Thème :** Fiabilité opérationnelle

- **Durée :** 1 jour

- **Objectif :**

- Méthodologie d'évaluation de la fiabilité prévisionnelle en électronique
- Méthodologie FIDES (UTE-C-80-811) avec approfondissement des paramètres
- Outils FIDES
- Application sur un cas concret de l'outil FIDES MIL2004 - Composants

- **Thème :** Fiabilité prévisionnelle électronique

- **Durée :** 1 jour



<http://star-engineering.fr/>

**Sandrine RENAUD**

**05 61 13 81 36**

**renaud@ais-europe.com**



<http://star-engineering.fr/>

**Sandrine RENAUD**

**05 61 13 81 36**

**renaud@ais-europe.com**



## Sûreté de fonctionnement - FMDS\* Quantification des risques

## FMD et sûreté de fonctionnement des systèmes (ZG12)\*

- **Objectif :**

- Ingénierie des systèmes
- Analyse qualitative et quantitative
- Concept et influence des pannes dormantes/évidentes
- Évaluation de la testabilité - Influence de la Maintenabilité sur les composantes maintenances du coût d'exploitation et concept de maintenance
- Évaluation de la disponibilité intrinsèque des systèmes
- Introduction et place des graphes de Markov et des réseaux de Pétri - Influence du retour d'expérience et de la capitalisation de l'expérience dans la fiabilité
- Opérationnelle/en service

- **Thème :** Identification qualitative des risques

- **Durée :** 3 jours

- **Objectif :**

- Appliquer les techniques de calcul et de contrôle de FMD lors de la conception d'un système

- **Thème :** Identification qualitative des risques

- **Durée :** 5 jours



<http://star-engineering.fr/>

**Sandrine RENAUD**

**05 61 13 81 36**

**renaud@ais-europe.com**



Centre Français de Fiabilité



CentraleSupélec



[www.exed.centralesupelec.fr/fr](http://www.exed.centralesupelec.fr/fr)

**Liliane LOPES**

**01 69 85 13 42**

**liliane.lopes@centralesupelec.fr**

## Les composants électroniques et leur fiabilité (EGo2)\*

- **Objectif :**

- Connaître les facteurs influençant la fiabilité des composants
- Déterminer les choix de composants et les approches de démonstration de fiabilité

- **Thème :** Fiabilité prévisionnelle électronique

- **Durée :** 5 jours

## Fiabilisation d'un ensemble électronique\*

- **Objectif :**

- Définitions, Qualification, Fiabilité d'un ensemble électronique, Fonction taux de défaillance  $I(t)$ , MTBF, MTTF, Évolution du taux de défaillance dans le temps (courbe en baignoire)
- Théorie résistance/contrainte Les lois statistiques : Exponentielle, Weibull,
- Évaluation de la fiabilité prévisionnelle, Méthode théorique (MIL-HDBK-217, IEC 62380, FIDES), Utilisation du REX, Par essais
- Qualification, validation des technologies, Qualification des composants (AEC-Q-XXX, PPAP, aéronautique, spatial), Essais de qualification des technologies (sans plomb, PCB)
- Essais de durabilité : Revue de différents essais de fiabilité, Lois d'accélération (Arrhenius, Norris Landzberg, Peck Bel), Utilisation des lois statistiques et leur limitation, Construction d'un plan d'essais,
- Positionnement du déverminage : Définition du déverminage, Le HASS, HASA, ESS, POS et SOS

- **Thème :** Fiabilité expérimentale, Mode et Mécanisme physique de défaillance

- **Durée :** 3 jours



CentraleSupélec



[www.exed.centralesupelec.fr/fr](http://www.exed.centralesupelec.fr/fr)

Liliane LOPES

01 69 85 13 42

[liliane.lobes@centralesupelec.fr](mailto:liliane.lobes@centralesupelec.fr)



[www.serma-technologies.com](http://www.serma-technologies.com)

Gwenola BOIREAU

05 57 26 29 92



Centre Français de Fiabilité

# Sensibilisation à la sûreté de fonctionnement des systèmes électroniques\* (CEI 61508)

## • Objectif :

- Sensibilisation à la Sûreté de Fonctionnement : Définitions et concepts de base de la SdF, Tour d'horizon des activités et outils de la SdF, Présentation succincte de normes, guides et recueils de SdF
- Sensibilisation à la sécurité fonctionnelle : Présentation de l'IEC61508, Contraintes d'organisation, d'architecture, d'analyse..., Présentation succincte des outils

• **Thème** : Identification qualitative des risques

• **Durée** : 1 jour

# Sûreté de fonctionnement des systèmes électroniques\* (Hardware)

## • Objectif :

- Définitions et concepts de base de la SdF, Tour d'horizon des activités et outils de la SdF, Présentation succincte de normes, guides et recueils de SdF
- Présentation de l'IEC61508, Contraintes d'organisation, d'architecture, d'analyse..., Focus sur les parties 2 et 6 de l'IEC61508, Autres normes : ISO26262 (Automobile), EN50129 (Ferroviaire).
- Outils et techniques d'analyses appliquées aux électroniques : Intérêt, méthode, grille d'analyse, exercice et/ou présentation, d'études de cas..., Analyse préliminaire de risques, Bases de données de fiabilité, Analyse par blocs fonctionnels, AMDEC (introduction), AMDEC des blocs fonctionnels, AMDEC composant, Analyse de la couverture de diagnostic, Diagramme de fiabilité des architectures types, Analyse de défaillances de cause commune, Arbres de défaillances, Graphes de Markov,
- Croissance de fiabilité en conception: Analyses de risques, Essais de robustesse et de vieillissement, Présentation d'études de cas

• **Thème** : Identification qualitative des risques

• **Durée** : 3 jours



[www.serma-technologies.com](http://www.serma-technologies.com)

**Gwenola BOIREAU**  
05 57 26 29 92



[www.serma-technologies.com](http://www.serma-technologies.com)

**Gwenola BOIREAU**  
05 57 26 29 92



## Fiabilité et Essais\*

Conception et validation  
de la fiabilité -

Dimensionnement des essais pour la  
validation de la conception des produits

## Fiabilité et Essais\*

Fiabilité, déverminage, essais  
(accélérés, aggravés)

- **Objectif :**

- Acquérir des compétences pour l'évaluation de la fiabilité des équipements et pour la conception des essais (nombre et sévérité) en tenant compte des incertitudes intrinsèques et statistiques.

- **Thème :** Fiabilité expérimentale

- **Durée :** 4 jours

- **Objectif :**

- Fournir les connaissances nécessaires : à la compréhension des concepts et indicateurs de la fiabilité, à la démarche de fiabilité dans le cycle de vie d'un produit, au traitement des essais tronqués et censurés en électronique, au traitement des résultats d'essais par la loi de Weibull, au principe et à la mise en place d'essais accélérés, au principe et à la mise en place d'épreuves de déverminage, au principe et à la mise en place d'essais aggravés (robustesse).

- **Thème :** Fiabilité expérimentale

- **Durée :** 2 jours



[www.aste.asso.fr/  
comengineering.fr](http://www.aste.asso.fr/comengineering.fr)

**Patrycja PERRIN**  
**01 61 38 96 32**  
**info@aste.asso.fr**



Centre Français de Fiabilité



[www.aste.asso.fr/  
comengineering.fr](http://www.aste.asso.fr/comengineering.fr)

**Patrycja PERRIN**  
**01 61 38 96 32**  
**info@aste.asso.fr**

## Fiabilité et Essais\*

Construire la robustesse  
de vos produits par les méthodes  
HALT & HASS

- **Objectif :**

- Acquérir les connaissances nécessaires à la mise en œuvre d'un projet de déverminage par les méthodes HALT & HASS.

- **Thème :** Fiabilité expérimentale

- **Durée :** 1 jour

## Fiabilité et Essais\*

Fatigue des matériaux métalliques :  
Essais, dimensionnement et calcul  
de durée de vie sous chargement  
complexe

- **Objectif :**

- Connaître le risque de rupture en fatigue des matériaux et les facteurs aggravants.
- Apprendre à réaliser des essais de fatigue.
- Apprendre à dimensionner une structure en Fatigue, quel que soit l'état de chargement (matériaux métalliques).
- Estimer des durées de vie de pièces sous chargement complexe (chargement proportionnel ou non et sous amplitude constante ou variable)

- **Thème :**  
Fiabilité prévisionnelle en mécanique

- **Durée :** 2 jours



[www.aste.asso.fr/  
comengineering.fr](http://www.aste.asso.fr/comengineering.fr)

**Patrycja PERRIN**  
**01 61 38 96 32**  
**info@aste.asso.fr**



Centre Français de Fiabilité



[www.aste.asso.fr/  
comengineering.fr](http://www.aste.asso.fr/comengineering.fr)

**Patrycja PERRIN**  
**01 61 38 96 32**  
**info@aste.asso.fr**

# Étude numérique des circuits imprimés

- **Objectif :**

- Acquérir le socle des connaissances nécessaires pour l'analyse de la déformation d'une structure simple « circuits imprimés », sous sollicitations de cyclage thermique.

- **Durée :** 30 heures



UNIVERSITÉ  
DE LORRAINE

UFR MATHÉMATIQUES INFORMATIQUE  
MÉCANIQUE ET AUTOMATIQUE



[www.mim.univ-lorraine.fr](http://www.mim.univ-lorraine.fr)



Centre Français de Fiabilité



NAE est le réseau des acteurs de l'aéronautique, du spatial, de la défense et de la sécurité en Normandie. L'association NAE est aujourd'hui constituée de 167 membres : des grands groupes industriels, plusieurs aéroports et une base militaire, de nombreuses PME / ETI, des start-up, des laboratoires de recherche et des établissements d'enseignement supérieur. La filière représente globalement plus de 21.500 salariés pour 4 milliards d'Euros de chiffre d'affaires en 2022 en Normandie. NAE est membre du GIFAS, du GICAT et du GICAN.

[www.nae.fr](http://www.nae.fr)



Pôle de compétitivité européen, NextMove rassemble en Normandie et Île-de-France, la « Mobility valley » française, toutes les énergies de l'écosystème Automobile et Mobilités et donne tout son sens au terme de pôle de compétitivité : celui d'un espace où les industriels, les fournisseurs de services, les collectivités, les entrepreneurs, les chercheurs, les académiques et les institutions peuvent tisser des liens nouveaux et innover pour développer ensemble les produits, les services, les procédés ou les technologies, sources de la compétitivité de notre filière.

<https://nextmove.fr/>



ASTech Paris Region est le pôle de compétitivité de l'industrie Aéronautique, Spatiale et Défense (ASD) pour la région Ile-de-France. Près de 35% des effectifs de la filière ASD et plus de 43% du budget de R&D national sont concentrés sur le territoire du pôle ASTech. Les domaines thématiques :

- Energie et Propulsion
- Entreprise Digitalisée
- Emploi Formation et Recherche
- Missions Innovantes, Architectures et Méthodes d'Ingénierie Associées
- Matériaux, Manufacturing et Structures
- Smart systems : Capteurs, Connectivité, Données et Essais

ASTech regroupe à ce jour plus de 300 membres dont : 111 grandes entreprises, 116 PME, 18 établissements de recherche, 30 établissements de formation et 32 autres partenaires.

[www.pole-astech.org](http://www.pole-astech.org)



ACSIEL Alliance Electronique est le Syndicat professionnel français des fabricants de composants électroniques actifs et passifs, des fabricants de PCB, de connectique et de modules et capteurs, ainsi que des fabricants d'équipements et services pour le test et la mesure et l'assemblage en production des cartes électroniques. L'Alliance représente plus de 120 entreprises, laboratoires, pôles et associations du domaine travaillant sur le sol national, générant plus de 100.000 emplois directs et induits pour un CA de 6 Mds €. Elle a pour mission de promouvoir, défendre et renforcer la filière électronique française en France et en Europe, dans ces domaines. ACSIEL

Alliance Electronique est membre de la fédération des Industries Électriques, Électroniques et de Communication (FIEEC).



Aerospace Valley est le premier Pôle de compétitivité mondial de la filière aérospatiale, au service des secteurs stratégiques de l'Aéronautique, du Spatial et des Drones, sur les régions Occitanie-Pyrénées-Méditerranée et Nouvelle-Aquitaine. Avec ses écosystèmes d'excellence Systèmes Embarqués et Communicants ; Structures, Matériaux et Procédés ; Propulsion et Energie embarquée ; Economie des Données et Intelligence Artificielle ; Solutions pour l'Usine du Futur – Aerospace Valley est le moteur d'une communauté solidaire, compétitive et attractive visant à favoriser l'innovation au service de la croissance. Classé dans le trio de tête des pôles de compétitivité mondiaux pour la performance de ses projets coopératifs de R&D (dont +730 ont été financés à ce jour), Aerospace Valley a pour mission d'animer un réseau dynamique de renommée internationale, composé de +850 membres (entreprises, laboratoires de recherche, établissements de formation, universités et Grandes Ecoles, collectivités, structures de développement économique). Depuis septembre 2021, l'association Aerospace Valley est présidée par Bruno DARBOUX, Directeur du Développement de l'Ecosystème Aérospatial au sein de la Direction des Affaires Corporate du groupe Airbus.



[Association pour le développement des Sciences et Techniques de l'Environnement]

L'ASTE est un carrefour d'échanges incontournable pour les experts, les ingénieurs et les techniciens concernés par la simulation et la validation des produits en présence de sollicitations environnementales et/ou fonctionnelles. Nos moyens d'action : information, Développement, Normalisation et Formation. Créée en 1967, l'ASTE propose des formations professionnelles continues, des journées techniques, des colloques et salons professionnels, publie la revue « Essais et Simulations » ainsi qu'une bibliothèque technique en ligne d'ouvrages et de publications L'ASTE organise

des commissions techniques et publie le résultat de ses travaux, par exemple la monographie sur "le rôle des essais dans la maîtrise de la Fiabilité" vendu à plus de 1000 exemplaires... L'ASTE : une contribution forte à l'excellence de l'industrie française par une meilleure maturation et validation des produits.



Le but de la communauté d'experts MCE (Microsystèmes et Composants Electroniques) des COMETs du CNES est d'échanger sur l'évolution des technologies et leurs conséquences pour les utilisateurs, également de couvrir les approches techniques et normatives qui permettent de mieux répondre aux besoins projets, ainsi que de partager les retours d'expériences des membres du réseau. Les animations passées ont porté sur différentes thématiques telles que les solutions de conversion de signaux pour le spatial, le contrôle d'export (ITAR), la contrefaçon, les COTS, les MEMs pour le spatial ... Cette communauté est ouverte à l'ensemble des industriels, des établissements de recherches privé ou public, des PME ou des start-ups. La communauté COMET MCE est partenaire sur l'organisation de l'événement, et à ce titre communique à ses abonnés le programme de l'événement et permet d'obtenir une réduction à l'inscription.

[www.comet-cnes.fr/](http://www.comet-cnes.fr/)



Les missions des experts composant découlent directement des trois missions principales de la DGA : participer à la bonne conduite des programmes d'armement, préparer le futur et soutenir les exportations. Cela couvre ainsi l'évaluation des risques (techniques, réglementaire, calendaire, financier) vis-à-vis des choix des maîtrises d'œuvre industrielles dans le cadre des opérations d'armement depuis la spécification jusqu'à l'utilisation du système dans les forces. Le but est de fournir des éléments de décision objectifs et impartiaux aux managers de la DGA vis-à-vis des risques couvrant les performances, la qualité, la fiabilité et la disponibilité (notamment risque

obsolescence) des composants et sous-ensembles électroniques. En outre, à travers la veille puis le lancement et le suivi d'études amont, les experts de la DGA identifient et suivent le développement de technologies et/ou produits électroniques innovants et nécessaires au bon déroulement des programmes futurs, en s'assurant de leur disponibilité à temps, avec une fiabilité et un coût acceptable.



Le GdR SEEDS est un groupement de recherche CNRS dans le domaine du génie électrique. Il rassemble plus de 400 chercheurs et ingénieurs de laboratoires et d'entreprises.



Créé en 2002 grâce à l'appui de 14 grands groupes industriels\*, l'IMdR est une association loi 1901. Sa vocation consiste à aider les entreprises et les organismes publics à adopter, face aux risques, une démarche préventive pour correctement identifier, évaluer, quantifier, hiérarchiser, maîtriser et gérer les événements redoutés. Cette démarche se veut systémique et globale. Systémique, car la nature des dysfonctionnements peut être technique, documentaire, organisationnelle, humaine, environnementale. Globale, car elle doit embrasser toutes les fonctions de l'entreprise (technique, finance, juridique, ...).



Au sein du Domaine « Axe greener technology », le pôle « Fiabilité & Modélisation des Composants » s'intéresse à la sûreté de fonctionnement liée à l'insertion de composants innovants (densification de la puissance électrique, électronique numérique, stockage d'énergie,...) dans la chaîne d'électrification de moyens de transport (aéronautique, automobile, espace...).

[www.irt-saintexupery.com](http://www.irt-saintexupery.com)



Créée en 2018, l'Association Normandie Maritime a pour mission la promotion, le développement et la coordination de la filière régionale de l'économie maritime et fluviale. L'Association a pour objectif de créer des synergies entre les acteurs du secteur, de renforcer leur compétitivité et d'accroître leur visibilité, particulièrement dans les domaines à fort potentiel non couverts par des filières existantes.



Depuis 1927, la "Société des Ingénieurs de l'Automobile" regroupe tous les spécialistes et les passionnés de l'industrie automobile et de ses technologies. Elle compte plus de 2000 membres, personnes ou entreprises, et s'appuie sur une base de données de plus de 15 000 experts automobiles. Son objectif est de promouvoir le développement et le partage des connaissances des ingénieurs, des cadres et des techniciens dans le domaine de l'automobile. La SIA s'appuie sur ses 13 communautés d'experts couvrant tous les domaines des nouvelles technologies en matière d'ingénierie des produits ainsi que de qualité, d'achat et de production de l'automobile et réfléchit aux vastes enjeux de la deuxième révolution automobile : véhicule autonome, véhicule hyper connecté, révolution vers le zéro émission et l'électrification à un prix abordable, Big Data et cybersécurité ou encore émergence de l'intelligence artificielle. La SIA est reconnue dans le monde de l'ingénierie automobile pour ses conférences, ateliers et congrès de niveau international à travers plus de trente rencontres scientifiques annuelles. La SIA participe activement à l'industrie automobile française en lien avec les principales organisations professionnelles et au niveau international en tant que membre de la FISITA.

[www.sia.fr/](http://www.sia.fr/)



5<sup>ème</sup>  
édition

# NRTW

National **Reliability** Technology Workshop

Jeudi 16 mars 2023

9h - 17h

📍 Avenue de l'Université, 76800 Saint-Étienne-du-Rouvray  
au sein de l'Université de Rouen et du laboratoire GPM

## La température dans la fiabilité des systèmes et des composants électroniques

Le NRTW est un lieu et temps d'échanges des acteurs nationaux de la Fiabilité des systèmes et des composants, une occasion unique de renforcer les synergies et le rayonnement européen de ce réseau.

La température joue un rôle indéniable dans la fiabilité des composants électroniques, et par conséquent du système mécatronique dans lesquels ils sont embarqués.

Plus particulièrement, nous vous proposons de nous intéresser à la mesure et à l'exploitation de la température de jonction des composants.

De quelle température de jonction parlons-nous ? Comment l'évaluer ? Avec quelle méthode ? Quels progrès ont été apportés et quels sont les futurs moyens de mesure ?

Nous apporterons le point de vue des laboratoires experts en la matière !

Et pour quelle finalité (vieillesse, analyse de défaillance, calcul de fiabilité aléatoire, évaluation de la durée de vie, simulation, essai de fiabilité ...) ? Nous partagerons des cas d'étude des industriels, utilisateurs finaux de ces composants !

C'est de tout cela dont nous voulons débattre avec vous au cours de ce symposium !

Organisé par



Centre Français  
de Fiabilité



Tarif préférentiel\* pour  
les membres du CFF  
et les partenaires.

**Inscription obligatoire :**  
**cff@nae.fr**

Pas de visioconférence. Pas de replay.

Financé par



## 9:00 Introduction



**Présentation des techniques et moyens de mesure de la température lors d'essais multiphysiques** (climatique, radiation, vibrations, humidité, ...)

- 9:30
- Vue d'ensemble : Électriques, Cristaux liquides, Infra-rouge, Raman, SThM, Thermo-réflexance, fibre optique par [Jean-Claude CLEMENT \(Thales Research & Technology\)](#)
  - Focus sur la méthode électrique par [Pascal DHERBECOURT \(GPM\)](#)
  - Focus sur la méthode Raman par [Yannick GUEHEL \(GREYC\)](#)

## 10:20 Pause café



**Paramètres thermosensibles (PETS)**

par [Laurent Dupont \(SATIE\)](#) et [Jean-Pierre FRADIN \(ICAM Toulouse\)](#)

- 10:40
- Paramètres électriques thermo sensibles par la résistance de grille sur des IGBT par [Nicolas DEGRENNE \(Mitsubishi Electric R&D Centre Europe\)](#)
  - Paramètres électriques thermo sensibles sur les transistors GaN par [Julio BRANDELERO \(ST Microelectronics\)](#)

## 11:30 Table ronde



## 12:00 Pause déjeuner

## 13:00 BtoB - Rencontres RTI (Recherche, Technologie et Innovation)



**Quelles mesures de T° pour quel type de besoins industriels ? Panel de cas d'étude**

- 14:00
- Focus Module de Puissance par [Régis MEURET \(GIFAS\)](#)
  - Débogage précoce de la fiabilité à l'aide de réseaux de capteurs adressables par [Renaud GILLON \(SYDELITY\)](#)
  - Space : COTS EEE Wearout Test - Temperature and supply long term effects par [Nathalie JAUSSEIN \(THALES ALIENA SPACE\)](#)

## 15:20 Pause café



- L'importance de la fiabilité sur des produits militaires par [Michel STANISLAWIACK](#) et [Jean François GOUPY \(THALES LAS\)](#)
- Contraintes vis-à-vis de la thermique avec l'électrification croissante liées aux nouveaux usages et à l'arrivée des WBG par [Eric SERRE \(RENAULT GROUP\)](#)

## 16:00 Présentation du Centre Français de Fiabilité



- 16:10 **Conclusion** par [Michel GIRAUDEAU \(IMdR\)](#) et [Franck DAVENEL \(DGA MI\)](#)



Centre Français  
de Fiabilité

[www.cff-fiabilite.fr](http://www.cff-fiabilite.fr)

