



Centre Français
de Fiabilité

Édition 2025

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

Piloté par



Financé par





SOMMAIRE

1 - LA FEUILLE DE ROUTE	p.3
2 - LE CENTRE FRANÇAIS DE FIABILITÉ	p.5
3 - LES COMPÉTENCES NATIONALES	p.7
4 - LES RÉALISATIONS	p.30
4.1 Les projets	p.31
4.2 Les thèses	p.41
4.3 Les livres	p.50
5 - LES FORMATIONS LIÉES À LA FIABILITÉ	p.57
6 - LES PARTENAIRES	p.76



■ 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 ÉLECTRONIQUES 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

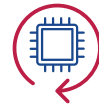
Domaines



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



Expérimental (caractérisation et testing)



Cycle de vie (R&D / Utilisation)

Expertises



Connaissances et moyens d'investigations sur les matériaux « électriques » et les composants



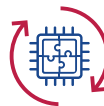
Ingénierie de l'environnement (mécanique, climatique et compatibilité électromagnétique {CEM})



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.

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

Le Centre Français de Fiabilité (CFF) rassemble à l'échelle nationale, industriels et académiques. 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 des systèmes et des composants électroniques », de créer des synergies entre les compétences, les moyens et les utilisateurs.



Activités du CFF

Le CFF s'articule autour de 3 axes pour renforcer la fiabilité des composants et des systèmes électroniques

Axe 1

Coordonner l'écosystème et renforcer les synergies pour favoriser des temps d'échanges et des lieux d'échanges :



TEMPS FORTS

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



RÉSEAU « FIABILITÉ » ET SYNERGIES

- Référencement des acteurs
- Animation du réseau national « Fiabilité »
- Mise à disposition d'experts pour la résolution de problèmes « Fiabilité »



RESSOURCES DOCUMENTAIRES

- Disponible sur cff-fiabilité.fr
- Projets, publications, formations, (accès restreint aux membres)

Axe 2

Renforcer la fiabilité des industriels en offrant des services d'expertise :

- Projet Recherche - Technologie & Innovation (RTI)
- Référencement formations



Axe 3

Structurer et faciliter les activités RTI :

- Groupe de travail
- Études mutualisées
- Expertises



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.

Groupes de travail du CFF

Un Groupe de travail (GT) est un regroupement d'acteurs industriels et académiques, désireux d'échanger autour d'une problématique liée à la fiabilité des systèmes et des composants en cohérence avec la feuille de route du CFF.

Il est animé pour une durée limitée par une ou deux personnes membres du CFF. Proposé pour approbation au comité de pilotage de CFF, il peut être initié à tout moment, sur proposition d'un ou plusieurs membres du CFF.

GT-HUMIDITÉ

Évaluer les effets de l'humidité et de ses effets à l'intérieur des composants électroniques

GT-HUMS

Prédire, pronostiquer les risques techniques (i.e. défaillances) des produits industriels

Montage en cours

GT-ARTES

Optical and Quantum Communication Reliability

Montage en cours

Les GT sont structurés sur des thèmes précis, sur un temps limité, avec des objectifs définis, et selon la charte de mise en œuvre. Les livrables des GT peuvent varier en fonction des besoins : état de l'art, formation, cartographie des acteurs, préparation de projets...

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



PARTIE 3

LES COMPÉTENCES NATIONALES



Les acteurs du CFF









Accédez au site du CFF

Le CFF : Regroupement d'experts de la fiabilité des systèmes et des composants électroniques avec une véritable représentativité nationale









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, Busbars...) 	Fiabilité des systèmes mécatroniques 	Modélisation et simulation (numérique, analytique, ...) 	Expérimental (caractérisation et testing) 	Cycle de vie (R&D/Utilisation) 
3D PLUS	•	•				•
AIRBUS	•	•		•	•	•
ALSTOM	•	•	•	•	•	•
ALTER TECHNOLOGY	•				•	•
AMPERE, CNRS UMR 5005	•		•	•	•	•
AMPERE SA		•	•			•
ANALYSES ET SURFACE - GROUPE 6NAPSE	•	•	•	•	•	•
AREELIS Technologies			•	•	•	•
BLE	•	•	•	•		
CARMAT			•			•
CEA Tech Occitanie	•			•	•	
CEVAA - GROUPE 6NAPSE	•	•	•		•	•
CIVITEK			•			•
CNES	•	•	•	•	•	•
COLLINS AEROSPACE		•	•			•
CRISMAT, CNRS UMR 6508	•				•	
DGA MI	•	•	•	•	•	•
EFI Automotive	•	•	•	•	•	•
ELEMCA	•		•	•	•	•
EUTELSAT	•	•				•
F&CO			•	•	•	•
GANIL	•				•	
GEEPS, CNRS UMR 8507	•	•		•	•	•
GE Healthcare	•	•		•	•	•
GPM, CNRS UMR 6634	•	•	•	•	•	•
GREYC, CNRS UMR 6072	•			•	•	•
Groupe Atlantic	•	•	•		•	•
Hooke Electronics		•		•	•	•
H2P Solutions	•	•	•		•	•
III-V Lab	•	•		•	•	•
IMS, CNRS UMR 5218	•			•	•	•
INFINERGIES - GROUPE 6NAPSE	•	•		•	•	•
IRSEEM ESIGELEC, UR 4353	•		•	•	•	

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 - Climatologie - Compatibilité électromagnétique [CEM])	 Management thermique	 DataScience, Statistique et IA	 Analyse de construction	 Analyse de défaillance
3D PLUS	•					•
AIRBUS	•	•	•	•	•	•
ALSTOM		•	•	•		•
ALTER TECHNOLOGY	•	•		•	•	•
AMPERE, CNRS UMR 5005	•			•		•
AMPERE SA		•			•	•
ANALYSES ET SURFACE - GROUPE 6NAPSE	•	•	•			•
AREELIS Technologies			•			
BLE	•	•	•	•		
CARMAT		•				•
CEA Tech Occitanie	•		•	•		•
CEVAA - GROUPE 6NAPSE	•	•	•			•
CIVITEK		•	•			
CNES	•	•	•		•	•
COLLINS AEROSPACE		•	•		•	•
CRISMAT, CNRS UMR 6508	•		•		•	•
DGA MI	•		•		•	•
EFI Automotive	•	•			•	•
ELEMCA	•	•			•	•
EUTELSAT	•	•	•			
F&CO				•	•	•
GANIL	•	•				
GEEPS, CNRS UMR 8507	•	•				
GE Healthcare	•	•		•		•
GPM, CNRS UMR 6634	•				•	•
GREYC, CNRS UMR 6072	•		•	•		
Groupe Atlantic	•			•	•	•
Hooke Electronics	•	•	•	•		•
H2P Solutions		•	•			
III-V Lab			•			•
IMS, CNRS UMR 5218	•	•	•		•	•
INFINERGIES - GROUPE 6NAPSE	•	•				
IRSEEM ESIGELEC, UR 4353	•	•				

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, Busbars...) 	Fiabilité des systèmes mécatroniques 	Modélisation et simulation (numérique, analytique, ...) 	Expérimental (caractérisation et testing) 	Cycle de vie (R&D/Utilisation) 
IRT Nanoelec	•			•	•	
IRT SAINT EXUPÉRY	•	•		•	•	
LAAS, CNRS UPR 8001	•			•	•	
LCOMS			•	•		
LEM3, CNRS UMR 7239		•		•	•	
LGM	•	•	•	•		
LMN, UR 2838	•		•	•		
MBDA	•	•	•			•
MRTC						
NAVAL GROUP - CHERBOURG	•	•				•
RME		•			•	
SAFRAN DATA SYSTEMS			•	•		•
SAFRAN Electronics & Defense	•	•		•	•	
SAFRAN Nacelles	•		•			•
SAS Institute	•			•	•	•
SATIE, CNRS UMR 8029	•	•			•	
SCHAEFFLER	•	•				•
SCHNEIDER ELECTRIC	•	•	•	•	•	•
SERMA TECHNOLOGIES	•	•	•	•	•	•
SOITEC	•				•	•
SOPEMEA			•	•	•	•
ST Microelectronics	•				•	•
ST Microelectronics (E-EXAGAN)	•				•	•
SYDELITY	•			•		
THALES ALENIA SPACE	•					•
THALES LAS	•	•	•	•	•	•
THALES Research & Technology	•	•			•	
TRAD	•			•	•	
VALEO			•		•	•

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
IRT Nanoelec	•			•		•
IRT SAINT EXUPÉRY	•	•		•		
LAAS, CNRS UPR 8001	•			•		•
LCOMS						•
LEM3, CNRS UMR 7239	•	•				
LGM				•		•
LMN, UR 2838	•	•	•	•	•	•
MBDA	•	•	•	•	•	•
MRTC						
NAVAL GROUP - CHERBOURG	•	•				
RME	•				•	•
SAFRAN DATA SYSTEMS		•	•		•	•
SAFRAN Electronics & Defense	•					•
SAFRAN Nacelles		•				•
SAS Institute				•		•
SATIE, CNRS UMR 8029	•	•				•
SCHAEFFLER		•	•			
SCHNEIDER ELECTRIC	•	•	•	•	•	•
SERMA TECHNOLOGIES	•		•	•	•	•
SOITEC	•					
SOPEMEA		•				
ST Microelectronics	•					•
ST Microelectronics (E-EXAGAN)	•					
SYDELITY		•		•		
THALES ALENIA SPACE	•	•		•	•	•
THALES LAS	•	•	•	•	•	•
THALES Research & Technology	•				•	•
TRAD	•	•				
VALEO		•		•		



408 rue Hélène Boucher
78530 BUC
3d-plus.com

3D PLUS est concepteur et fabricant de produits électroniques et de SiP sur mesure basés sur une technologie brevetée d'empilage de composants actifs et passifs pour des applications spatiales, industrielles, de défense.

Chrystel KERZREHO ckerzreho@3d-plus.com

AIRBUS

18 rue Terce
31300 TOULOUSE
airbus.com

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 olivier.crepel@airbus.com

ALSTOM

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

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 michel.piton@alstomgroup.com

ALTER
TECHNOLOGY
FRANCE

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

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





Bât. Oméga, Univ. Lyon 1,
43 boulevard du 11 novembre
69622 Villeurbanne cedex
ampere-lab.fr

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

pascal.venet@univ-lyon1.fr



TCR RUC 2 82 - 1, Av. du GOLF
78280 GUYANCOURT Cedex
ampere.cars

AMPERE est un constructeur automobile français. Né de Renault Group le 1^{er} novembre 2023, il conçoit, développe, fabrique et commercialise sous la marque Renault des véhicules électriques à la pointe de la technologie et accessibles au plus grand nombre.

Eric SERRE

eric.serre@renault.com



Pharmaparc II,
2 Voie de l'Innovation
27100 Val-de-Reuil
analyses-surface.com

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

s.boileau@groupe-6napse.com





675 Avenue Isaac Newton
76800 Saint-Étienne-du-Rouvray
areelis.com

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

eric.rouland@areelis.com

BLE

2 rue des Gravières,
33600, Pessac
brunolevrier-expertises.fr

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

brunolevrier@yahoo.fr



36 av. de l'Europe
78140 Vélizy-Villacoublay
carmatsa.com

Créé en juin 2008, CARMAT (acronyme résultant des noms de ses fondateurs, le chirurgien cardiaque Alain Carpentier et la société Matra Défense) est une entreprise française du secteur biomédical, développant un coeur artificiel orthotopique, autorégulé et bioprothétique, implantable longue durée qui se substitue au coeur natif. Le device est un objet mécatronique qui combine électronique, actionneur, capteur, logiciel embarqué et matériaux en tout genre (polymère, élastomère, métaux, huile...).

Marc GRIMMÉ

marc.grimme@carmatsas.com



51 rue de l'Innovation
31670 Labège
cea.fr

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)
- Études 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

mathieu.gavelle@cea.fr





2 rue Joseph Fourier
76800 Saint-Étienne-du-Rouvray
cevaa.com

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...

Nicolas CHEVALLIER n.chevallier@groupe-6napse.com



10 place Aristide Briand
26000 VALENCE
civitek.fr

CIVITEK est une société SPÉCIALISTE DE L'INGÉNIERIE, DE L'ASSISTANCE TECHNIQUE ET DU MANAGEMENT DE TRANSITION Avec un département SDF & FIABILITÉ

Réalisations : Plan de management sécurité, Analyse préliminaire des risques (APR), Évaluation de fiabilité, durée de vie, AMDEC produit (DFMEA, FMECA), Analyse des événements redoutés (arbres de pannes), Étude de disponibilité (dont MTTR), Essais accélérés, Essais aggravés, AMDEC process (PFMEA).

Pascal TOURRE pascal.tourre@civitek.fr



18 avenue Edouard Belin
31401 Toulouse cedex 9
cnes.fr

CNES Centre National d'Études Spatiales.

Au sein de la Direction Technique, la sous-direction Qualité & Expertise (DTN/QE) entretient une capacité d'expertise en matière d'environnement radiatif, de composants EEE, de procédés et de technologies d'assemblage, de matériaux, de contamination et de sûreté de fonctionnement. L'objectif est de préparer le futur dans ces domaines (programme de R&T, programme Composants Stratégiques) et assurer la mise en place et le maintien des filières de composants électroniques qualifiés pour le Spatial et délivrer des agréments de savoir faire sur les technologies d'assemblage.

Florence MALOU florence.malou@cnes.fr



13 avenue de l'Éguillette,
95310 Saint-Ouen L'aumone
collinsaerospace.com

Acteur majeur des systèmes embarqués pour l'aéronautique :

- Spécification et conception d'électronique de puissance embarquée pour actionneur de commande de vol
- Fabrication d'électronique de puissance à l'étranger
- Spécification et conception d'électronique de commande embarquée pour actionneur de commande de vol
- Fabrication d'électronique de commande à l'étranger

Raphaël MEDINA raphael.medina@collins.com





6 Boulevard Maréchal Juin
14000 Caen, France
crismat.cnrs.fr

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



DGA/DT/MI/SDT/CSE
BP7, 35998 RENNES
Cedex 9
dga.fr

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)

Franck DAVENEL franck.davenel@intradef.gouv.fr



77, allée des Grandes Combes
ZI Ouest Beynost
01708 Miribel Cedex
efiautomotive.com

EFI AUTOMOTIVE est un équipementier automobile français de rang 1 spécialisé dans la conception et la fabrication de capteurs, d'actionneurs et d'actuateurs. En interne, EFI dispose de laboratoires ayant pour fonction de réaliser des : DV&PV VALIDATION, de la métrologie, de l'expertise, des analyses de défaillance, du support RFQ...

Christophe WLAZLOWSKI christophe.wlazlowski@efiautomotive.com



13 avenue de l'Europe,
31520 Ramonville-Saint-Agne
elemca.com

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 jeremie.dhennin@elemca.com



32 bd Gallieni
92130 ISSY-Les-Moulineaux
eutelsat.com

Fondé en 1977, Eutelsat Communications est l'un des principaux opérateurs de satellites au monde. Grâce à une flotte mondiale de satellites et aux infrastructures terrestres associées, Eutelsat permet à ses clients des marchés de la vidéo, des données, du gouvernement, du haut débit fixe et mobile de communiquer efficacement avec leurs clients, quelle que soit leur localisation.

Virginie COLAS vcolas@eutelsat.com



17 rue du Jura
75013 Paris

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



Bd Henri Becquerel
14000 Caen
ganil-spiral2.eu

Le GANIL (Grand Accélérateur National d'Ions Lourds) : Notre savoir-faire réside dans la connaissance de nos installations (stabilité des sources, manipulation du faisceau). En recherche, nous étudions des noyaux atomiques et leurs réactions nucléaires. Nous proposons à tous nos utilisateurs des faisceaux d'ions accélérés (ions légers à lourds, de haute à très haute énergies, et neutrons).

Eloïse DESSAY eloise.dessay@ganil.fr





11 rue Joliot Curie,
91192 Gif-Sur-Yvettes
geeps.centralesupelec.fr

La 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 tanguy.phulpin@centralesupelec.fr



283, rue de la Minière
78533 BUC
gehealthcare.fr

GE HealthCare est une multinationale employant 51 000 personnes dans une centaine de pays. Elle développe, fabrique et distribue des appareils d'imagerie médicale tels que des scanners, IRM, mammographes, équipements de radiologie interventionnelle et échographes. Le service R&D XRAY GEN conçoit les alimentations de tubes à rayons X pour les nouveaux systèmes d'imagerie médicale. Nous avons une expertise en conversion de puissance, en haute tension et en intégration de systèmes embarqués complexes.

Stéphane GAUTRAIS stephane.gautrais@gehealthcare.com



Avenue de l'Université BP12
76800 Saint-Étienne-du-Rouvray
gpm.labos.univ-rouen.fr

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 mécaniques des matériaux, en instrumentation scientifique. L'équipe de recherche en fiabilité des composants électroniques développe des outils de caractérisation électriques, et des analyses structurales exploitant ainsi le parc instrumental du GPM en microscopie à balayage, à transmission et par sonde atomique tomographique. L'équipe mène des recherches académiques et également en partenariat avec des industriels. Elle a été moteur dans les différents projets concernant l'étude du vieillissement des composants électroniques comme AUDACE, First-MFP ou le PEA PISTIS.

Pascal DHERBECOURT pascal.dherbecourt@univ-rouen.fr





Campus 2, Bâtiment F, 6
Boulevard Maréchal Juin,
14000 Caen

HTU1
145 Chem. de la Crespinière,
50130 Cherbourg-en-Cotentin
greyc.fr

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 bertrand.boudart@unicaen.fr



47 Rue Monge, BP65,
85002 La Roche-sur-Yon
Cedex

groupe-atlantic.fr

GROUPE ATLANTIC conçoit, produit et commercialise des solutions et systèmes éco performants, dans les domaines du chauffage de l'eau et de l'air, du rafraîchissement et du traitement de l'air.

THIERRY POTIER tpotier@groupe-atlantic.com



ZA Actipolis II - 4, rue Nully
de Harcourt 33610 CANEJAN
h2p-solutions.com

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 frederic.manou@h2p-solutions.com



14 rue de la clairière
17640 Vaux-sur-Mer
hooke-electronics.com

Hooke Electronics est spécialisée dans la fiabilité des assemblages électroniques, de l'évaluation des propriétés physiques des composants et circuits imprimés jusqu'à la caractérisation des lois de comportement et de la tenue des joints de brasure. Elle accompagne les entreprises dans l'évaluation de la durée de vie des assemblages électroniques soumis à des contraintes environnementales sévères (thermiques, thermomécaniques et mécaniques). Grâce à son expertise en sciences des matériaux, en mécanique et en thermique, elle développe des modèles analytiques et numériques (modélisation par éléments finis) précis et validés, garantissant la fiabilité des équipements électroniques. La société propose également des formations et des guides techniques destinés aux ingénieurs et concepteurs électroniciens, afin de diffuser les bonnes pratiques et optimiser la fiabilité des assemblages électroniques.

Jean-Baptiste LIBOT jean-baptiste.libot@hooke-electronics.com





1 avenue Augustin Fresnel,
91767 Palaiseau, France
3-5lab.fr

Le III-V Lab est un laboratoire commun entre Thales, Nokia, le CEA-LETI. Le domaine d'expertise du III-V Lab couvre le développement de filières de semi-conducteurs III-V pour des applications de puissance RF et d'optronique, incluant la croissance épitaxiale, le processing, la conception, le packaging, la caractérisation, l'évaluation de la fiabilité.

Giuseppe BELLOMONTE giuseppe.bellomonte@3-5lab.fr



351 Cours de la Libération
33405 Talence
ims-bordeaux.fr

Le laboratoire de l'Intégration du Matériau au Système (IMS, CNRS UMR5218) a été créé le 1er 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 loic.theolier@ims-bordeaux.fr



La Turbine, 32 Bd du Port,
95000 Cergy
infinergies.fr

INFINERGIES, groupe 6NAPSE, est un bureau d'études en électronique de puissance à commande numérique.

INFINERGIES développe pour ses clients des convertisseurs sur mesure, prêts à industrialiser. De 1W à 100kW, nous trouvons la solution la plus adaptée à votre besoin et la réalisons pour nos clients. Grâce à son expérience dans de nombreux secteurs industriels, de l'automobile à l'aéronautique, en passant par le ferroviaire et la défense, INFINERGIES est capable de concevoir des produits optimisés selon les critères spécifiques de votre application : coût, rendement, poids, encombrement, fiabilité, etc.

Julien MENAGÉ j.menage@groupe-6napse.com



Technopôle du Madrillet
Avenue Galilée
76800 Saint Etienne du Rouvray
esigelec.fr/fr/IRSEEM

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 moncef.kadi@esigelec.fr





17 rue des Martyrs
38054 Grenoble cedex 9
irtnanoelec.fr

L'IRT NANOelec est un institut de recherche technologique dédié aux micro et nanotechnologies. Situé à Grenoble, il favorise l'innovation en électronique avancée à travers des collaborations entre industriels et laboratoires. Ses domaines clés incluent l'intégration 3D, la photonique sur silicium et la cybersécurité des composants électroniques.

Ennio Tito CAPRIA ennio.capria@esrf.fr



CS34436, 3 Rue Tarfaya,
31400 Toulouse
irt-saintexupery.com

L'offre R&T de l'IRT Saint Exupéry se développe à travers deux centres de compétences. Le premier est axé sur les phénomènes liés à la montée en tension (décharge partielle, arc, etc.) et le second sur la densification et la fiabilité de l'électronique de puissance pour la conversion d'énergie. Les technologies à grand gap (SiC et GaN), ainsi que l'optimisation des performances (densité et rendement), sont au cœur des préoccupations, de même que la sûreté de fonctionnement en environnement sévère (CEM, radiation cosmique, hautes températures, etc.).

Fabio COCCETTI fabio.cocchetti@irtsaintexupery.com



7, avenue du Colonel Roche
BP 54200
31031 Toulouse cedex 4
laas.fr

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 dizaine 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 david.tremouilles@laas.fr



1 route d'Ars Laquenexy
BP 65820
57078 Metz Cedex 3
lcoms.univ-lorraine.fr

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 Neuroscience.

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 BOUKHNIFFER moussa.boukhniifer@univ-lorraine.fr



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.

Sébastien MERCIER sebastien.mercier@univ-lorraine.fr



13 Avenue Morane
Sautnier - Bâtiment ADER
78140 Vélizy-Villacoublay
FRANCE
lgmacademy.com

LGM est leader en France en Sûreté de Fonctionnement (Fiabilité, Maintenabilité, Disponibilité, Testabilité et Sécurité) et possède une équipe de 200 ingénieurs au sein d'une même unité transverse dans 7 pays sur cette thématique.
LGM accompagne les industriels dans leurs études de SdF et notamment pour l'évaluation de leur fiabilité prévisionnelle, la planification d'essais sur toutes technologies.

Thibault MONTIGAUD thibault.montigaud@lgm.fr



Boulevard de l'Université,
76801 St Etienne du Rouvray
insa-rouen.fr

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 abdelkhalak.elhami@insa-rouen.fr



1 avenue Réaumur
92358 Le Plessis-Robinson
CEDEX
mbda-systems.com

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 arnaud.thery@mbda-systems.com



3 Rue Honegger
76240 Le Mesnil-Esnard
mrtc.tech

Conseil et formation en hyperfréquence et radar :
Spécialiste des questions de radars et d'hyperfréquence, MRTC (Microwaves Radar Training and Consulting) accompagne toutes les entreprises, collectivités, établissements d'enseignement, laboratoires de recherche et tout autre établissement français ou international sur les problématiques d'hyperfréquences, de radars, de télécommunication, de défense, d'électronique.

Philippe EUDELIN philippe.eudeline@mrtc.tech



Place Bruat
50104 Cherbourg-en-Cotentin
Cedex
naval-group.com

Le site Naval Group de Cherbourg est spécialisé dans la conception, la construction, l'assemblage, les essais, le démantèlement et la déconstruction de sous-marins.

Nos produits (sous-marins) intègrent des matériels et équipements de technologies diverses (mécaniques, électrique, électronique, etc.) pour des environnements contraints. Les matériels électroniques embarqués de nos systèmes sont conçus pour être robustes et fiables avec une contrainte forte sur l'intégration à bord.

César OBIANG OBAME cesar.obiangobame@naval-group.com



R.M.E

42 Rue Jean Mermoz
31830 Plaisance du Touch
satie.ens-paris-saclay.fr

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 rme.expertise@gmail.com



5, avenue des Andes
CS 90101
91978 Courtaboeuf Cedex
safran-group.com

La Business Unit On Board & Testing de Safran Data Systems, qui développe des équipements d'acquisition, d'enregistrement et de transmissions de données, embarqués sur lanceurs, missiles, aéronefs.

Les équipements doivent donc:

- tenir dans les environnements électromagnétiques,
- ne pas polluer eux-mêmes les équipements voisins,
- tenir en température;
- tenir les variations répétées de température,
- tenir des environnements vibratoires sévères et des chocs (séparation d'étages; apontage, catapultage).

Jean-Yves SOULIER jean-yves.soulier@safrangroup.com



100 Av. de Paris
91300 Massy
safran-group.com

La Sûreté De Fonctionnement chez SAFRAN Electronics & Defense :

- Maîtrise de la fiabilité et de la disponibilité des produits (allocations, fiabilité prévisionnelle, AMDEC...)
- Maîtrise des risques fonctionnels et techniques (APR, arbre de défaillance...)
- Intervention à tous les niveaux de cycle de vie du produit : conception, industrialisation, utilisation et son SLI...

Christelle ALI christelle.ali@safrangroup.com



Rue des Jeunes Bois
Châteaufort CS 80112
78772 Magny Les Hameaux
Cedex
safran-group.com

SAFRAN NACELLES conçoit des nacelles pour moteurs d'avion. Cela comprend la conception de structures/systèmes embarqués pour différentes fonctions tel que l'inverseur électrique ou le dégivrage électrique.

Hakim MAALIOUNE hakim.maalioune@safrangroup.com





Rue de la Branche,
77166 Évry-Grégy-sur-Yerre
jmp.com

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



4, avenue des sciences 91190
Gif-sur-Yvette
satie.ens-paris-saclay.fr

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 BOUARROUDJ-BERKANI mounira.bouarroudj@universite-paris-saclay.fr



BP 13633 44 Avenue
du Général De Croutte
31036 Toulouse
schaeffler.fr

En 2024, Schaeffler a racheté Vitesco Technologies qui 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 laurence.allirand@vitesco.com





160 Avenue des Martyrs,
38000 Grenoble
se.com

La raison d'être de Schneider Electric est de permettre à chacun de tirer le meilleur de notre énergie et de nos ressources, en conciliant progrès et durabilité pour tous.
L'électricité est le vecteur de décarbonisation le plus efficace et le plus performant qui soit.
Nos solutions intégrées sont conçues dans une démarche de sécurité, de fiabilité et de cybersécurité pour vos maisons, bâtiments, centres de données, infrastructures et industries.

Augustin CATHIGNOL augustin.cathignol@se.com



14 Rue Galilée
33600 Pessac
serma-technologies.com

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.

Vincent MARTINEZ v.martinez@serma.com



Parc Technologique des
Fontaines, 38190 Bernin
soitec.com

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 eric.guiot@soitec.com



5 rue du Général Valérie André
78140 Vélizy-Villacoublay
sopemea.apave.com

SOPEMEA, filiale du groupe APAVE spécialisée dans l'accompagnement à la qualification par des essais environnementaux (mécaniques, climatiques, hydrauliques, électriques, CEM), de la simulation numérique (mécanique et CEM), des études et expertises CEM et de la formation CEM et essais mécaniques et climatiques.

Bernard COLOMIES bernard.colomies@sopemea.fr





Via Tommaso Marcellini 8-L
90129, Palermo, Italy
st.com

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



51 rue de l'Innovation
31670 Labège
st.com

Conception de composants électroniques de puissance utilisant une technologie grand gap (GaN > 650 V) :

- Mise en boîtier des puces
- Méthode de tests engineering et en production de composants
- Fiabilisation des composants électroniques de puissance 650 V pour les applications grand public et automobile
- Analyse de défaillance de composants électroniques

Laurent GUILLOT laurent.guilhot@st.com



Brugstraat 30, 9770
Kruishoutem, Belgique
sydelity.com

SYDELITY b.v. est une société de services, qui développe un pipe-line d'abstraction automatique pour systèmes physiques / analogiques, générant du code pour la simulation comportementale. SYDELITY applique son savoir-faire en faisant de la consultation dans les domaines des outils et méthodes de conception en CEM, ESD et sûreté fonctionnelle. Clients en Belgique, France et Suisse.

Renaud GILLON renaud.gillon@sydelity.com

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

THALES

Hameau de Roussigny -
91470 Limours

2 Avenue Gay Lussac,
78990 Élanecourt
thalesgroup.com

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

Patrick CARTON patrick.carton@fr.thalesgroup.com

THALES

RESEARCH & TECHNOLOGY

1 Av. Augustin Fresnel,
91120 Palaiseau

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



907, voie L'Occitane
31670 Labège
trad.fr

Créée en 1994, TRAD Tests & Radiations est reconnue pour son expertise sur les effets des radiations. Nous accompagnons les sociétés souhaitant prévoir et minimiser les effets des radiations sur leurs produits en environnements nucléaire, médical et spatial. TRAD travaille avec les principales agences spatiales mondiales, les plus grands assembleurs de satellites, ainsi qu'une multitude de fabricants de sous-systèmes et de composants électroniques. Nous sommes également fiers de collaborer avec de nombreux laboratoires de recherche et d'universités prestigieuses.

Liouaeddin BOUKHANA liouaeddin.boukhana@trad.fr



14, avenue des Beguines,
Imm. le DELTA
95 892 Cergy Pontoise
valeo.fr

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.

Amélie THIONVILLE amelie.thionville@valeo.com



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.
- **La Plateforme PAC-G de l'IRT Nanoelec : caractérisation pour la confiance numérique**
PAC-G propose une gamme de services, allant du travail de conseil à l'exécution d'expériences de caractérisation d'échantillons et à l'analyse de données. Nous donnons accès à des installations à grande échelle, telles que des sources de synchrotron et de neutrons, et proposons un service rentable et rapide adapté à l'industrie de la micro et de la nanoélectronique. Grâce à nous, l'industrie peut accéder à des outils de caractérisation de pointe sans passer par des processus de sélection. Nous offrons également l'accès à certains des experts les plus compétents au monde dans le domaine de la caractérisation des matériaux. Nos services trouvent des applications dans la R&D, les différentes étapes de développement de produits, l'analyse des défaillances et l'optimisation des processus.
<https://irtnanoelec.fr/pac-g/>

PARTIE 4.1 LES PROJETS



Smart Ema For Opertions 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

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

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

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

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

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

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 constituant 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

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 soumis 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 coeurs 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 les 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](#)

SESAMES

Année **2012**

Durée (mois) **12**

Acronyme
SESAMES

Financement
Carnot ESP

Viellissement de transistors HEMTs AlGaIn/GaN de puissance.

Partenaires : [CEVAA](#), [GPM](#)

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.

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

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

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

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 Vieillissement

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](#)

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.

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](#)

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**

Collaboration EXAGAN

Année **2020**

Durée (mois) **36**

Acronyme
EXAGAN

Financement
EXAGAN

Robustesse Fiabilité des composants HEMT.

Partenaires : **EXAGAN, LAAS**

Fail-to-Open mode du Mosfet SiC

Année **2020**

Durée (mois) **18**

Acronyme
CAPTIF

Financement
SAFRAN Tech

Fail-to-Open mode du Mosfet SiC.

Partenaires : **Laplace, SAFRAN Tech**

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, Nucléide, DGA, Supergrid Institute, LAPLACE/AMPERE/IES/LAA**

Évaluation thermique de nouvelles technologies de puissance dédiées à des véhicules électriques

Année **2021**

Durée (mois) **24**

Acronyme
ETHNOTEVE

Financement
TREMLIN - Région Normandie

ETHNOTEVE vise à caractériser thermiquement les composants de puissance en nitrure de gallium pour les véhicules électriques et hybrides. L'objectif est d'optimiser leur fiabilité face aux contraintes thermiques induites par les commutations rapides. Le projet étudie la variation de température pour améliorer la durée de vie et la performance des systèmes embarqués.

Partenaires : **GREYC, IRSEEM**

Annihilation of trapping effect in GaN-based devices by using low thermalized neutron irradiation fluency

Année **2022**

Durée (mois) **24**

Acronyme
ATGLEON

Financement
EMERGENT - Région Normandie

Ce projet propose une méthode innovante pour modifier les effets des pièges sur les performances électriques en courant continu des HEMTs AlGaIn/GaN. Une irradiation par neutrons thermiques faibles réduit les pièges induits par le stress en état OFF tout en créant des pièges accepteurs. Cette interaction modifie le comportement du composant, une observation inédite.

Partenaires : GREYC, EAMEA, IEMN

Étude de la robustesse et de la fiabilité des composants de puissance SiC et des modules 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

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
PEFGSF

Financement
DGA

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

Partenaires : GPM, CEVAA, DGA

Caractérisation des modifications électriques et mécaniques locales de la puce SiC

Année 2022-2025

Durée (mois) 36

Acronyme
SiC-Ageing

Financement
Carnot ESP

Le projet SiC-ageing a pour objectif de déterminer les modifications électriques et mécaniques locales des composants de puissance en carbure de silicium (SiC) ayant subi des tests de vieillissements accélérés (ageing : vieillissement électrothermique et irradiation). Les composants à base de SiC s'imposent aujourd'hui sur le marché et deviennent de plus en plus intégrés. Ils sont notamment incorporés dans les dispositifs de conversion d'énergie.

Partenaires : Université de Caen - Laboratoire CRISMAT

PARTIE 4.2 LES THÈSES



Dégradations et défaillances de composants Si-SiGe sous contraintes électromagnétiques

Soutenance 2011

Structure GPM

Docteurant
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

Docteurant
Samh KHEMIRI

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

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

Docteurant
Wissam SABBAAH

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

Dégradations et défaillances de composants Si-SiGe sous contraintes électromagnétiques

Soutenance 2013

Structure GPM

Docteurant
Patrick DENIS

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

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

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

Docteurant
D. Othman

Partenaires : SATIE, IFFSTAR, THALES

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

Soutenance 2015

Structure INSA

Docteurant
Feiyi ZHU

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

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

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

Soutenance 2015

Structure IMS

Docteurant
Omar CHIHAN

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

Co-encadrant : Loïc THÉOLIER (IMS 70%)

Partenaires : HIREX, IRT Saint-Exupéry

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

Soutenance 2016

Structure SATIE

Docteurant
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

Doctorant
Maxime BARRIÈRE

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

Partenaires : MicroSemi Power Module Products (Bruges)

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

Doctorant
R. Ruffilli

Encadrement : M. BERKANI, M. LEGROS

Partenaires : SATIE, CEMES, NXP

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)

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

Soutenance **2017**

Structure **LUSAC**

Docteurant
Sébastien PETITDIDIER

Directeur de thèse : B. BOUDART (LUSAC)

Co-encadrant : Yannick GUHEL (50%)

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**

Docteurant
Faical ARABI

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

Co-encadrants : Loïc THÉOLIER (IMS 50%)

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

Soutenance **2017**

Structure **AMPERE**

Docteurant
Atef LEKDIM

Partenaires : **APERAM**

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**

Docteurant
N. Dornic

Encadrement : Z. KHATIR, A. IBRAHIM

Partenaires : **SATIE, MERCE**

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

Soutenance **2017**

Structure **LAPLACE**

Docteurant
Yazan BARAZI

Partenaires : **Laplace (Nicolas Rouger, FR)**



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

Soutenance 2018

Structure GREYC

Doctorant
Guillaume BROCERO

Directeur de thèse : Bertrand BOUDART (50%)

Co-encadrant : Yannick GUHEL (50%)

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

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%)

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)

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



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

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%)

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

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**

Doctorant
M. Nazar

Encadrement : Z. KHATIR, A. IBRAHIM

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

Soutenance **2022**

Structure **SATIE**

Doctorant
Said BENSEBAA

Encadrement : M. BERKANI, M. PETIT

Détermination par spectroscopie Raman de la température d'échauffement en surface et au niveau des différentes couches de composants hyperfréquences fonctionnant en modes continu et pulsé

Soutenance **2023**

Structure **GREYC**

Doctorant
Raphael STRENAER

Directeur de thèse : Y. GUHEL

Co-directeur de thèse : B. BOUDART (50%)

Fiabilité des circuits imprimés avec composants enterrés actifs

Soutenance **2024**

Structure **LEM3**

Doctorant
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**

Doctorant
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**

Doctorante
Flora DAILLAND

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

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

Failure analysis of gallium nitride HEMT RF power transistors

Soutenance **2023-2025**

Structure **GPM**

Doctorant
El-Mehdi MEKNASSI

Étude de la fiabilité de transistors de puissance hyperfréquence sur Wafer. Étude du vieillissement en début de vie. Analyse physique des défaillances par microscopie et sonde atomique tomographique.

Financement : **Université de Rouen**

Partenaires : **UMS**

Packaging innovants de transistors pour la gestion thermique de systèmes hyperfréquences

Soutenance **2023-2026**

Structure **GPM**

Doctorante
Andréane CUISSART

The SWaP-C strategy consists of finding the best trade-off between different parameters: Size, Weight, consumed Power and Cost. Therefore, in the design of a multifunction radar based on active antenna, the radiofrequency front-end definition is one of the most challenging problem.

Financement : **Cifre**

Partenaires : **Thales LAS**

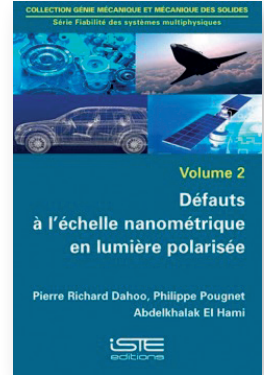
PARTIE 4.3 LES LIVRES



■ DÉFAUTS À L'ÉCHELLE NANOMÉTRIQUE EN LUMIÈRE POLARISÉE

Auteurs : *Pierre Richard DAHOO, Université de Versailles Saint-Quentin - Philippe POUGNET, 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.

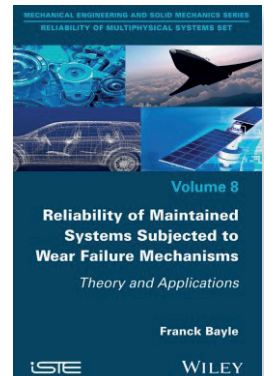


Date de parution : juillet 2016

■ 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

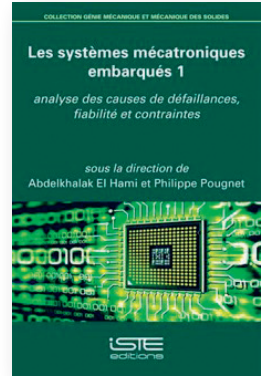
Analyse des causes de défaillances, fiabilité et contraintes

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

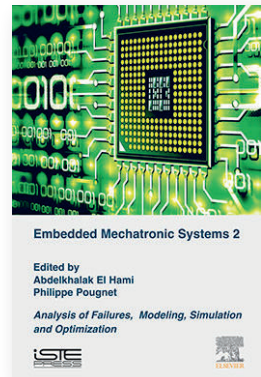
■ LES SYSTÈMES MÉCATRONIQUES EMBARQUÉS 2

Analyse des pannes, modélisation, simulation et optimisation

Auteurs : *Abdelkhalak EL HAMI, INSA-Rouen, Philippe POUUNET, 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.



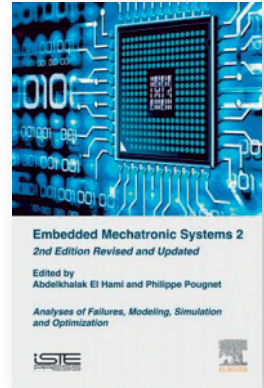
Date de parution : juillet 2015

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.

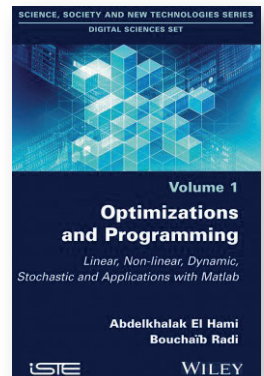


OPTIMISATIONS ET PROGRAMMATION LINÉAIRE, NON-LINÉAIRE, DYNAMIQUE, STOCHASTIQUE ET APPLICATIONS AVEC MATLAB - VOLUME 1

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

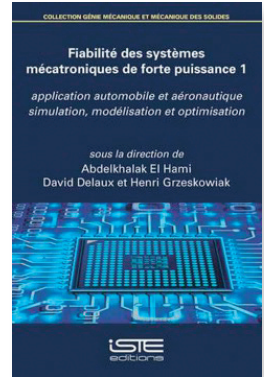
■ FIABILITÉ DES SYSTÈMES MÉCATRONIQUES DE FORTE PUISSANCE 1

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

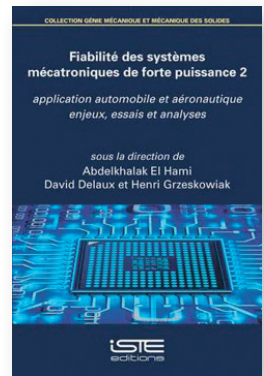
■ FIABILITÉ DES SYSTÈMES MÉCATRONIQUES DE FORTE PUISSANCE 2

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

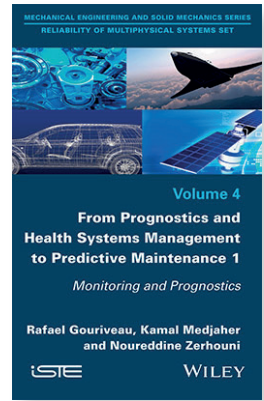
Auteurs : *Rafael GOURIVEAU, Institut National de Mécanique et Microtechniques, Besançon - Kamal MEDJAHER, École Nationale d'Ingénieurs de Tarbes - Noureddine ZERHOUNI, Institut National de Mécanique et Microtechniques, Besançon*

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.

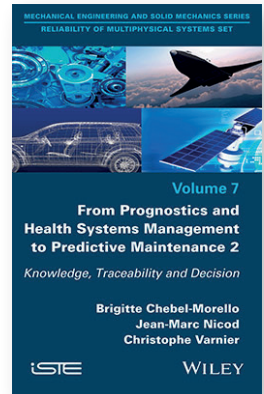
DU PRONOSTIC ET DE LA GESTION DES SYSTÈMES DE SANTÉ À LA MAINTENANCE PRÉDICTIVE 2 - CONNAISSANCE, TRAÇABILITÉ ET DÉCISION

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.

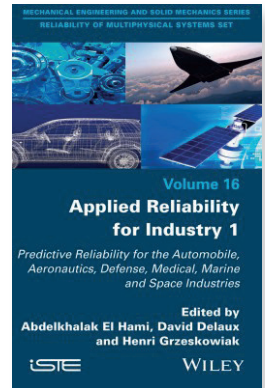
APPLIED RELIABILITY FOR INDUSTRY 2 EXPERIMENTAL RELIABILITY FOR THE AUTOMOBILE, AERONAUTICS, DEFENSE, MEDICAL, MARINE AND SPACE INDUSTRIES

Auteurs : **Abdelkhalak EL HAMI, INSA-Rouen-Normandie - David DELAUX, Bradford University - Henri GRZESKOWIAK, COFRAC**

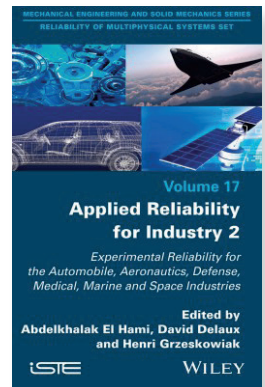
Applied Reliability for Industry 2 illustrates the multidisciplinary state-of-the-art science of experimental reliability. Many experts are now convinced that reliability is not limited to statistical sciences. In fact, many different disciplines interact in order to bring a product to its highest possible 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



Date de parution : mars 2023

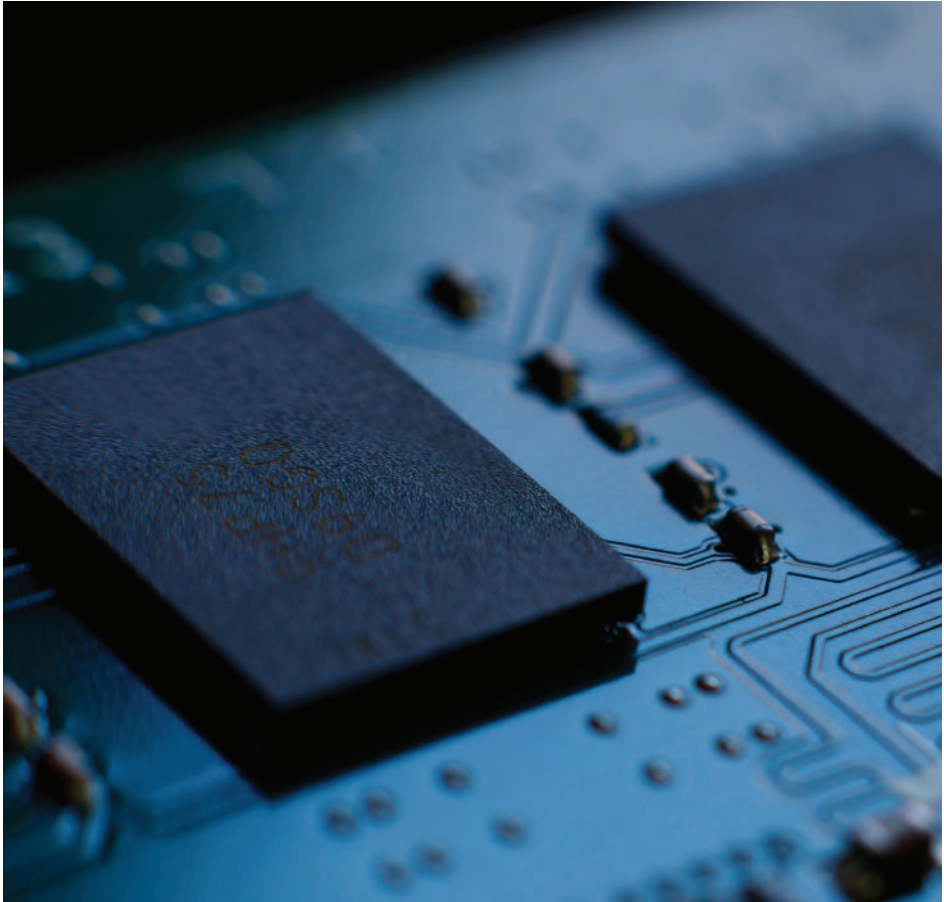
■ PROPRIÉTÉS PHYSIQUES DES CIRCUITS IMPRIMÉS I STRATIÉÉS ET PRÉIMPRÉGNÉS VERRE - RÉSINE ÉPOXYDE (VOLUME 1)

Auteurs : *Philippe MILESI, Jean-Baptiste LIBOT*

Cet ouvrage traite des méthodologies de calcul permettant d'évaluer les propriétés physiques des circuits imprimés. Ce premier volume s'intéresse en particulier aux préimprégnés et stratifiés composés de résine époxyde renforcée par des tissus en fibres de verre. La connaissance de ces propriétés est un pré-requis essentiel pour évaluer la fiabilité des assemblages électroniques.



Date de parution : 2024





Le CFF a identifié des formations au niveau national qui peuvent être proposées suivant les besoins des entreprises confrontées à cette problématique de Fiabilité des systèmes et composants électroniques. 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 :

À 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.



iutrouen.univ-rouen.fr



La fiabilité de l'allocation à la démonstration*

- **Objectif :**

Acquérir les principes généraux pour construire et démontrer la fiabilité des systèmes, à partir de données diversifiées

- **Durée :** 3 jours

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

- **Durée :** 2 jours



eurosaae.glide.page



sector



sector-group.net



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.)

- **Durée :** 1 jour

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.

- **Durée :** 3 jours

sector



sector-group.net

sector



sector-group.net



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.
- **Durée** : 1 jour

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 œuvre une étude d'AMDEC fonctionnelle, organique, process ou processus et de piloter son déroulement.
- **Durée** : 1 jour

sector



 sector-group.net

sector



 sector-group.net

L'arbre des causes*

- **Objectif :**

Permettre une mise en œuvre 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 œuvre 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

- **Durée :** 1 jour

L'arbre de défaillances*

- **Objectif :**

Les objectifs de cette formation sont de faire acquérir aux participants :

- Une connaissance générale des paramètres de FMDST (Fiabilité, Maintenabilité, Disponibilité, Sécurité et Testabilité)
- Les principes de la méthode d'arbre de défaillances et ses limites
- La capacité de dérouler cette méthode dans une étude ou de pouvoir critiquer.

- **Durée :** 1 jour

sector



 sector-group.net

sector



 sector-group.net



La durabilité - maîtriser la fiabilité à long terme*

• Objectif :

- Connaître les modèles statistiques utilisés en durabilité
- Connaître les différentes phases de la démarche durabilité
- Appréhender les méthodes de construction et d'exploitation d'un plan de validation durabilité (fiabilité expérimentale)
- Exploiter des données de défaillance en clientèle (fiabilité opérationnelle)

• Durée : 2 jours

Fiabilité des Circuits et des Systèmes*

• Objectif :

- L'objet de cette formation est d'étudier l'origine des défaillances des composants, l'influence de la technologie sur la fiabilité, les méthodes de contrôle de qualité et d'essais adéquats pour démontrer un niveau de fiabilité attendu. Les propriétés spécifiques à chaque famille de composants sont présentées, ainsi que les méthodes de traitement des résultats d'essais et les méthodes de calcul de fiabilité des composants, sans en oublier l'aspect normatif.

À l'issue de cette formation, le participant sera en capacité de :

- **ANALYSER** les facteurs influençant la fiabilité des composants.
- **DÉTERMINER** les choix des composants et des approches pour un meilleur contrôle de fiabilité des circuits et systèmes.

• Durée : 5 jours

sector



 sector-group.net



CentraleSupélec



 exed.centralesupelec.fr



Fiabilisation d'un ensemble électronique*

- **Objectif :**
 - Apprendre une méthode permettant de fiabiliser un système électronique. La démarche permet de comprendre comment cerner le profil de vie du produit, de réaliser des analyses de risques technologiques afin de construire un plan de levée des risques ciblé (essais environnementaux accélérés par l'utilisation de modèles mathématiques, essais de robustesse, qualification des composants ...).
- **Durée :** 3 jours

Sûreté de fonctionnement des systèmes électroniques* (Hardware)

- **Objectif :**
 - Présenter les différentes normes, méthodes, outils et techniques d'analyses utilisées dans le domaine de la sûreté de fonctionnement des systèmes électroniques (niveau hardware) afin de permettre aux participants de comprendre leurs finalités et d'appréhender leur mise en œuvre, dans l'optique d'être appliquées.
- **Durée :** 3 jours

SERMA
TECHNOLOGIES



 serma.com

Gwenola BOIREAU
05 57 26 29 92

SERMA
TECHNOLOGIES



 serma.com

Gwenola BOIREAU
05 57 26 29 92



Fiabilité électronique et vibration*

- **Objectif :**

- Comprendre l'intérêt des mesures vibratoires et différencier les techniques de mesures vibratoires.
- Comprendre l'intérêt du dimensionnement vibratoire.
- Comprendre les tests normatifs.

- **Durée :** 2 jours

Fiabilité et électronique de puissance*

- **Objectif :**

- Connaître les technologies mises en jeu (diode, MOSFET, IGBT en Si, SiC et GaN) et apprendre une méthode permettant de « fiabilisation par la technologie » d'un module de puissance, du profil de vie au plan de levée des risques (performance, robustesse, durée de vie, variabilité process), en passant par l'analyse des risques (mécanismes de défaillances).

SERMA
TECHNOLOGIES



 serma.com

Gwenola BOIREAU
05 57 26 29 92

SERMA
TECHNOLOGIES



 serma.com

Gwenola BOIREAU
05 57 26 29 92



Analyse des causes de défaillance (RCA) sur cartes électroniques*

- **Objectif :**

Appréhender une méthode pratique de recherche de cause de défaillance sur carte électronique.

- **Durée :** 2 jours

AMDEC en conception électronique*

- **Objectif :**

- Maîtriser les différentes AMDEC (AMDEC produit, AMDEC fonctionnelle, AMDEC composant ...) couramment utilisées en conception et en sûreté de fonctionnement avec des exemples de réalisation. Cette formation s'appuie sur des analyses concrètes (cartes électroniques du client) effectuées en groupe de travail lors de la formation (50% du temps de formation).

- **Durée :** 2 jours



Gwenola BOIREAU
05 57 26 29 92

 serma.com



Gwenola BOIREAU
05 57 26 29 92

 serma.com



Fiabilité et Essais*

Fiabilité, déverminage, essais
(accélérés, aggravés)

Reliability Engineering (SAFI-M3)*

• 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).

• **Durée** : 2 jours

• Objectif :

À l'issue de ce module, le participant sera capable de :

- Identifier et analyser les concepts et principes de l'ingénierie de la fiabilité et leurs applications potentielles à différents problèmes d'ingénierie.
- Identifier les modes de défaillance des composants et caractériser les distributions de durée de vie associées.
- Évaluer et analyser les approches appropriées pour quantifier la fiabilité des composants sur la base des données disponibles (retour d'expérience, tests, calculs).
- Concevoir des plans de validation de la fiabilité des composants (essais accélérés, fiabilité prévisionnelle par simulation numérique, etc.).
- Démontrer la robustesse par rapport à l'environnement et à un niveau de fiabilité opérationnelle.
- Améliorer les méthodes d'ingénierie de la fiabilité en utilisant le retour d'expérience,
- Évaluer et sélectionner les techniques et outils appropriés pour proposer une démarche en réponse à des problèmes de fiabilité .

• **Durée** : 5 jours



Blindage CEM des équipements*

• Objectif :

À l'issue de cette formation, le stagiaire sera capable de concevoir un coffret électronique en intégrant des notions de blindage et en optimisant les méthodes de protection.

Le but de cette formation est de :

- Comprendre la théorie du blindage
- Être capable d'analyser et traiter les ouvertures
- Maîtriser le câblage et le filtrage des interfaces d'entrée/sortie
- Assimiler les techniques de métallisation des boîtiers
- Apprendre à mesurer un blindage

• Durée : 2 jours

CEM en aéronautique*

• Objectif :

À l'issue de cette formation, le stagiaire sera capable d'analyser les plans de qualification et les contraintes fortes - dont celles de la foudre - des équipements aéronautiques. Il saura mettre en œuvre les solutions pratiques aux problèmes de conduction ou de rayonnement électromagnétique.

Le but de cette formation est de :

- Avoir une vue d'ensemble des exigences des normes aéronautiques
- Appréhender les caractéristiques particulières des alimentations en aéronautique
- Savoir identifier et maîtriser les couplages électromagnétiques sur les équipements et systèmes
- Concevoir et optimiser les solutions de filtrage et protection HF
- Concevoir et optimiser les parasurtenseurs

• Durée : 3 jours



 apaveprod.azureedge.net



 apaveprod.azureedge.net



• Objectif :

À l'issue de cette formation, le stagiaire sera capable de concevoir et d'intégrer des modules électroniques en automobile en prenant en compte les modes de couplage et en limitant les effets des différentes sources, y compris les interférences radio.

Le but de cette formation est de :

- Savoir évaluer l'environnement CEM intra et externe au véhicule
- Être capable d'identifier les risques CEM des SEEE en fonction de la source de perturbation externe ou interne au véhicule
- Savoir choisir les solutions de blindage et filtrage CEM à mettre en œuvre
- Connaître la réglementation en vigueur pour un véhicule et un SEEE

• **Durée** : 3 jours

• Objectif :

À l'issue de cette formation, le stagiaire sera capable de prendre en compte l'ensemble des paramètres clés de la conception d'un équipement utilisant des transitions inférieures à la nanoseconde. Il saura traiter les liaisons différentielles numériques rapides, analogiques à large bande passante ou à faible bruit et traiter conjointement les notions de CEM et de fonctionnalité.

Le but de cette formation est de :

- Maîtriser les choix initiaux de conception
- Maîtriser la CEM des composants
- Appréhender les effets de ligne de transmission et maîtriser leur mise en œuvre
- Comprendre et adapter les solutions de protection BF et HF
- Être capable de comprendre et maîtriser le routage des circuits imprimés

• **Durée** : 4 jours



 apaveprod.azureedge.net



 apaveprod.azureedge.net



Sensibilisation au risque ESD dans l'industrie électronique*

• Objectif :

L'objectif de la formation est de sensibiliser au risque décharge électrostatique toute personne entrant dans une Zone Protégée contre les ESD (EPA).

Le but de cette formation est de :

- Appréhender le phénomène ESD
- Connaître les risques liés aux ESD
- Connaître la normalisation
- Connaître et appliquer les règles de protection dans une zone protégée

• **Durée** : 0,5 jour

Maîtrise du risque ESD dans l'industrie*

• Objectif :

À l'issue de cette formation, le stagiaire pourra mettre en œuvre une protection ESD efficace et adaptée sur des postes de travail électroniques.

Le but de cette formation est de :

- Appréhender le phénomène ESD
- Connaître les risques liés aux ESD
- Connaître la normalisation
- Pouvoir définir, implémenter et contrôler les protections ESD adaptées

• **Durée** : 1 jour



 apaveprod.azureedge.net



 apaveprod.azureedge.net



Les outils de la Sûreté de Fonctionnement : principes et enchaînements*

Fiabilité des produits : de l'évaluation au plan de validation*

• Objectif :

À l'issue de la formation, le participant sera capable :

- D'enchaîner les outils fondamentaux de la SdF (analyses fonctionnelles, APR, AMDEC et arbre de défaillance) dans le cadre d'un projet,
- D'estimer les apports des différents outils en ayant conscience des contraintes et des charges associées à leur mise en oeuvre, afin d'utiliser le bon outil d'identification des risques en fonction de la phase d'avancement du projet et du but recherché,
- De participer activement à la mise en oeuvre des outils fondamentaux, en apportant son savoir professionnel et en particulier être capable : d'exploiter une analyse fonctionnelle et d'en déduire les attentes client, de construire le plan de Sûreté de Fonctionnement par la mise en oeuvre des Analyses Préliminaires de Risques (APR), de participer aux AMDEC afin de valider l'ensemble des critères fonctionnels du cahier des charges et des défaillances fiabilistes du système, de construire un arbre de défaillance pour identifier l'ensemble des causes pouvant entraîner un événement redouté.

• **Durée** : 2 jours

• Objectif :

À l'issue de la formation, le participant sera capable :

- D'interpréter les indicateurs de la fiabilité,
- D'utiliser la loi de Weibull et d'en interpréter les paramètres,
- D'évaluer la fiabilité prévisionnelle d'un produit par l'utilisation de databases,
- De prendre en compte la variabilité d'utilisation dans l'évaluation de la fiabilité d'un produit (approche contrainte-résistance),
- De construire un plan d'essais pertinent pour répondre à un objectif de fiabilité donné par le client : nombre de systèmes à mettre en essai, durée et conditions de l'essai,
- D'identifier les moyens pour accélérer les essais et leurs limites,

De déterminer la fiabilité d'un système à partir de retours clients.

• **Durée** : 3 jours



Formation "Fiabilité" de H2P Solutions*

FMEA

- **Objectif :**

Être capable de participer et d'élaborer une analyse des modes de défaillances, de leurs effets et de leurs criticités.

- **Durée :** 2jours

FMES

- **Objectif :**

Être capable de participer et d'élaborer une synthèse des analyses des modes de défaillances, de leurs effets et de leurs criticités.

- **Durée :** 1jour

Essais aggravés de type HALT/HASS

- **Objectif :**

Être capable de comprendre la méthodologie et de participer à sa mise en œuvre.

- **Durée :** 1jour

Essais accélérés de type ALT

- **Objectif :**

Être capable de comprendre la méthodologie et de participer à sa mise en œuvre.

- **Durée :** 1jour

La sûreté de fonctionnement

- **Objectif :**

Être capable d'appliquer les techniques de calcul et de contrôle de FMD (Fiabilité, Maintenabilité et Disponibilité) lors de la conception d'un matériel électronique.

- **Durée :** 2jours



Fiabilité des composants, Sûreté de fonctionnement*

Sécurité Fonctionnelle et Sûreté de Fonctionnement en conception électronique

Dans le domaine des produits et systèmes embarqués, il est essentiel de prendre en compte les principes de FMDS (Fiabilité, Maintenabilité, Disponibilité, Sécurité), ainsi que la Sûreté de Fonctionnement et la Sécurité Fonctionnelle.

Cette formation vous permettra de comprendre les enjeux, d'identifier les prérequis et d'explorer de nouvelles opportunités sur le marché. Vous apprendrez également à prouver la conformité de vos produits aux niveaux de sécurité requis (SIL, PL, ASIL, DAL...) en utilisant des méthodologies de SdF et des démarches qualité. Renforcez vos compétences et assurez la qualité et la sécurité de vos innovations !

Fiabilité des composants électroniques

La fiabilité des composants électroniques est essentielle pour assurer la sûreté de fonctionnement et la sécurité fonctionnelle, permettant d'anticiper et d'éviter les défaillances des systèmes et garantissant ainsi la pérennité des produits électroniques. Cette formation a pour objectifs de comprendre les principes et les calculs de fiabilité électronique, d'acquérir l'autonomie dans leur analyse, et de savoir les utiliser.

- **Durée** : 2 jours



Découvrir les techniques de câblage par wire bonding : wedge bonding et ball bonding*

Pratiquer la Sûreté de Fonctionnement électronique*

• Objectif :

- Découvrir les techniques de câblage par wire bonding : wedge bonding et ball bonding
- Être capable de les mettre en œuvre et d'adapter les paramètres de câblage en fonction de la nature des substrats
- Découvrir les techniques de caractérisation physique avec mesure de force d'arrachement des fils par traction
- Être capable de réaliser leur mise en oeuvre et d'en analyser les résultats

• **Durée** : 2 jours

• Objectif :

- Permettre aux participants de comprendre les concepts de la Sûreté de Fonctionnement électronique dans le cadre de développements d'architectures complexes électroniques.
- Connaître la particularité de la Sûreté de Fonctionnement électronique.
- Savoir spécifier, réaliser et analyser des études de fiabilité des composants électroniques.
- Analyser les défaillances électroniques d'une carte.

• **Durée** : 2 jours



Les fondamentaux de la fiabilité des joints de brasure

Électronique sans plomb - De la microstructure des brasures aux modèles de durée de vie

- **Objectif :**

- L'objectif de ce programme de formation est de fournir des connaissances fondamentales sur l'évaluation de la fiabilité des joints de soudure, depuis la compréhension des propriétés des matériaux des éléments d'assemblage électronique jusqu'au calcul de la fiabilité d'une carte électronique complète.

- **Durée :** 0,5 jour

- **Objectif :**

- L'objectif de ce programme de formation est de fournir une vue d'ensemble complète de la fiabilité des composants électroniques sans plomb soumis à des cycles de température et à des vibrations/ chocs, depuis la compréhension des phénomènes microstructuraux au niveau microscopique jusqu'au développement de modèles de fiabilité basés sur des essais de durabilité expérimentaux et l'évaluation analytique et numérique des paramètres de fatigue.

- **Durée :** 2 jours



 hooke-electronics.com



 hooke-electronics.com



Bât. CRIANN
745, Av. de l'Université
76800 St-Etienne-du-Rouvray
nae.fr

NAE est le réseau dynamique des professionnels de l'aéronautique, du spatial, de la défense et de la sécurité en Normandie. Créé en 1998, ce cluster présidé par Philippe Eudeline rassemble aujourd'hui 180 entités, allant de grands groupes industriels à des start-ups innovantes, en passant par plusieurs aéroports, une base militaire, des PME/ETI, des laboratoires de recherche et des établissements d'enseignement supérieur. Représentant plus de 24 600 employés et générant un chiffre d'affaires de 4.4 milliards d'euros, NAE s'affirme comme une filière d'excellence, véritable pilier de l'économie normande. NAE est également membre de réseaux nationaux tels que le GIFAS, le GICAT et le GICAN, témoignant de son engagement et de sa contribution significative aux secteurs clés qu'elle représente.

François BOUVRY francois.bouvry.ext@nae.fr

Samuel CUTULLIC samuel.cutullic@nae.fr



Innovapôle
76 50 Rue Ettore Bugatt
76800 Saint-Etienne-du-Rouvray
nextmove.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.

Pierre-Alexandre PICTON pierre-alexandre.picton@nextmove.fr



1-3 allée de Bruxelles
Aéroport de Paris-Le-Bourget
93350 Le Bourget
pole-astech.org

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. ASTech regroupe plus de 300 membres (dont la moitié de TPE/PME) et a accompagné depuis sa création plus de 126 projets financés pour un budget de 592,5 M€. Sa communauté est animée au travers des domaines thématiques :

- Énergie et Propulsion • Missions Innovantes, Architectures et Méthodes d'Ingénierie Associées
- Matériaux, Manufacturing et Structures • Capteurs et Asservissements Pour Tests et Instrumentations du Futur • Autonomie, Digitalisation, Intelligence, Connectivité • Emploi Formation et Recherche ainsi qu'un Groupe de Travail dédié aux (e)SAF.

Marc RAPIN marc.rapin@pole-astech.org



1-3 allée de Bruxelles
Aéroport de Paris-Le-Bourget
93350 Le Bourget
pole-astech.org

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, calendrier, 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.

Franck DAVENEL franck.davenel@intradef.gouv.fr



59 Rue des Petits Champs,
75001 Paris
acsiel.fr

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 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).

Sandrine BEAUFILS sbeaufils@acsiel.fr



3 Rue Tarfaya
31400 Toulouse
aerospace-valley.com

Aerospace Valley fédère les acteurs de la chaîne de valeur des Secteurs Stratégiques Aéronautique, Espace et Drones sur les régions Occitanie / Pyrénées Méditerranée et Nouvelle-Aquitaine, et anime un réseau composé plus de 850 membres (entreprises, laboratoires de recherche, établissements de formation, universités et Grandes Ecoles, collectivités, structures de développement économique), dont 600 PME. Avec ses 5 Ecosystèmes d'Excellence - Systèmes Embarqués et Communicants ; Structures, Matériaux et Procédés ; Propulsion et Énergie Embarquée ; Économie de la Donnée et Intelligence Artificielle ; Solutions pour l'usine du futur – Aerospace Valley est le moteur d'un écosystème compétitif et attractif visant à favoriser l'innovation au service de la croissance.

Philippe PONS pons@aerospace-valley.com



Bâtiment Gienah
11 avenue de Canteranne
CS 60040
33608 Pessac Cedex
anadef.org

L'ANADEF (Association Nationale des Défaillances et de la Fiabilité) est une organisation française regroupant industriels et chercheurs travaillant sur la fiabilité et l'analyse des défaillances des composants électroniques et systèmes. Elle favorise le partage d'expertises, organise des conférences et promeut les bonnes pratiques en fiabilité et sûreté de fonctionnement.

Suzel LAVAGNE suzel.lavagne@thalesgroup.com





99 boulevard de la Reine
78000 Versailles
France
aste.asso.fr

[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.

Patrycja PERRIN pperrin@aste.asso.fr

Bruno COLIN bruno.colin1@yahoo.fr



18 avenue Édouard Belin
31401 Toulouse Cedex 9
France
cnes.fr

Le CNES (Centre National d'Études Spatiales) développe des méthodologies avancées en fiabilité électronique pour garantir la robustesse des systèmes spatiaux. Il mène des études sur les composants durcis aux radiations, l'analyse des défaillances et les tests accélérés, assurant la performance et la longévité des équipements électroniques dans des environnements extrêmes.

Florence MALOU florence.malou@cnes.fr





3 rue Michel-Ange
75794 Paris Cedex 16
France
cnrs.fr

Le CNRS (Centre National de la Recherche Scientifique) est un organisme public français dédié à la recherche fondamentale et l'innovation scientifique pluridisciplinaire.

La section CNRS Électronique et Photonique regroupe les recherches en électronique, photonique et technologies quantiques. Il fédère laboratoires et industriels pour développer des composants avancés, des circuits intégrés, et des systèmes optoélectroniques. Ses travaux couvrent les télécommunications, l'énergie, la santé et la cybersécurité, avec un fort accent sur l'innovation technologique.

Pascal NIVESSE

pascal.nivesse@cnrs.fr



gdr-macs.fr

Le GDR MACS (Modélisation, Analyse et Conduite des Systèmes) du CNRS est un Groupement de Recherche fédérant les laboratoires travaillant sur l'automatique, l'optimisation et la supervision des systèmes dynamiques. Il favorise les échanges académiques et industriels pour développer des approches innovantes en contrôle, commande et intelligence des systèmes complexes.

Dimitry PEAUCELLE dimitry.peaucelle@laas.fr



seeds.cnrs.fr

Fiabsurf

seeds.cnrs.fr/gt-fiab-surf

Le GDR SEEDS (Systèmes Électroniques Embarqués et Durabilité des Systèmes) du CNRS est un Groupement de Recherche dédié aux systèmes électroniques embarqués et à leur fiabilité. Il favorise la collaboration entre laboratoires et industriels pour améliorer la durabilité, la résilience et la performance des systèmes électroniques face aux contraintes environnementales et d'usage.

Demba DIALLO demba.diallo@geeps.centralesupelec.fr

Mounira BOUARROUDJ mounira.bouarroudj@universite-paris-saclay.fr

Loïc THEOLIER loic.theolier@ims-bordeaux.fr



gdr-soc.cnrs.fr

Le GDR SOC² (Sûreté et Sécurité des Objets Connectés) du CNRS est un Groupement de Recherche dédié à la sécurité et la fiabilité des systèmes embarqués et objets connectés. Il rassemble chercheurs et industriels pour développer des approches innovantes face aux menaces cyber et aux contraintes de sûreté des systèmes critiques.

Ian O'CONNOR ian.oconnor@ec-lyon.fr





17 rue de l'Amiral Hamelin
75116 Paris Cedex 16
France
ieeefrance.org

L'IEEE est la plus grande organisation professionnelle technique au monde, dédiée à l'avancement de la technologie au profit de l'humanité. IEEE France Section souhaite attirer davantage les industriels vers la recherche académique dans une démarche d'innovation ouverte permettant d'améliorer leurs compétitivités et stimuler l'entrepreneuriat. L'objectif est également d'améliorer le networking entre les chercheurs industriels.

René GARELLO rene.garello@ieee.org

Hichame MAANANE hichame.maanane@ieee.org IEEE Reability : rs.ieee.org

Wilson MAIA wilson.maia@thalesgroup.com IEEE EPS : eps.ieee.org



17 rue de l'Amiral Hamelin
75116 Paris Cedex 16
France
france.imapseurope.org

L'IMAPS France (International Microelectronics and Packaging Society) est la section française de l'association internationale dédiée à l'avancement des technologies d'interconnexion et d'encapsulation des composants électroniques. Elle favorise l'innovation en microélectronique, organise des conférences et rassemble industriels et chercheurs pour améliorer la fiabilité, la miniaturisation et les performances des systèmes électroniques..

Jean-Yves SOULIER jean-yves.soulier@safrangroup.com



28 avenue du Président
Wilson, 94230 Cachan
France
imdr.eu

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, ...).

Michel GIRAudeau mgiraudeau.nb6@free.fr



CS34436, 3 Rue Tarfaya
31400 Toulouse
France
irt-saintexupery.com

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...).

Fabio COCCETTI fabio.cocchetti@irt-saintexupery.com



17 rue des Martyrs
38054 Grenoble Cedex 9
irtnanoelec.fr

L'IRT Nanoelec mène des programmes multi-partenaires de développement et de diffusion de technologies pour rendre le secteur électronique plus compétitif. L'institut de recherche technologique Nanoelec est un consortium d'acteurs privés et publics. Notre mission est d'aider les entreprises à créer de la valeur et à permettre à leurs produits de se démarquer dans la transition numérique. Nanoelec contribue à la compétitivité du secteur électronique, notamment en France. Elle est basée à Grenoble, pôle mondial de recherche, d'innovation et de production dans le domaine.

Nos programmes de R&D sont construits conjointement par des représentants du monde académique et industriel

Ennio Tito CAPRIA ennio.capria@esrf.fr

Francois LEGRAND francois.legrand@cea.fr



79 rue Jean-Jacques Rousseau
92158 Suresnes Cedex
France
sia.fr

La SIA (Société des Ingénieurs de l'Automobile) est une association française réunissant experts et industriels pour promouvoir l'innovation, la recherche et le développement technologique dans le secteur automobile et des mobilités durables. La SIA intègre un pôle dédié à la fiabilité électronique, abordant les enjeux de robustesse, durabilité et sûreté des systèmes embarqués. Elle organise conférences et groupes de travail sur la fiabilité des composants, l'analyse des défaillances et les contraintes spécifiques aux environnements automobiles (température, vibrations, CEM).

Amelie THIONVILLE amelie.thionville@valeo.com

David DELAUX david.delaux@valeo.com



NRTW

National **Reliability** Technology Workshop

Le Symposium NRTW (National Reliability Technology Workshop) se veut un espace d'échanges et de rencontres des acteurs de la fiabilité. Une occasion unique de renforcer les synergies et le rayonnement européen de ce réseau.

Éd.	Année	Thématiques	Lieux	Hôte d'accueil
1	2017	· Fiabilité expérimentale et en essais virtuels	Rouen	GPM
2	2019	· Fiabilité de systèmes électroniques	Rouen	GPM
3	2020	· La fiabilité du SiC pour des applications de Puissance / HVDC / Montée en tension · Le futur des technologies pour la mobilité	Visioconférence (pandémie COVID-19)	
4	2021	· La fiabilité au coeur des dispositifs électroniques embarqués · La fiabilité dans la miniaturisation et l'enfouissement des composants	Toulouse	IRT Saint Exupéry
5	2023	· La température dans la fiabilité des systèmes et des composants électroniques	Rouen	GPM
6	2024	· Évaluation de la durée de vie des composants électroniques	Palaiseau	Thales R&T
7	2025	· Essais Environnementaux et Irradiations : Garantir la Fiabilité des Systèmes et Composants en Conditions Extrêmes	Caen	GANIL

Avec des intervenants reconnus, au sein d'entités de renom :

DGA, IMdR, IRT Saint Exupéry, ALTER Technologies, SERMA Technologies, Thales, Thales Alenia Space, Renault, VALEO, VITESCO Technologies, Mitsubishi Electric R&D Centre Europe, ALSTOM, GE HealthCare, Alcatel Submarine Networks, Inc., ST Microelectronics, MURATA, ELVIA, CIMULEC, SATIE, IMS, LAAS, LAPLACE, NUCLETUDE, IES, GPM, GREYC, ICAM, ...

Mais aussi :

- Du networking
- Des pitches de projets innovants
- Des Rencontre InterActives
- Cocktail déjeunatoire offert

Accès payant en présentiel.
Tarifs préférentiels aux membres CFF. Inscription obligatoire.
Pas de visioconférence. Pas de replay.

Info et Billetterie :
cff-fiabilite.fr





Centre Français
de Fiabilité

www.cff-fiabilite.fr

