



Centre Français
de Fiabilité

Edition 2025

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



NRTW 2025

National Reliability Technology Workshop

La 7^e édition du Symposium NRTW (National Reliability Technology Workshop) s'est tenue les 19 & 20 mars 2025, à Caen, au sein du GANIL.

→ **Thème : Essais Environnementaux et Irradiations :**
Garantir la Fiabilité des Systèmes et Composants en Conditions Extrêmes

Tout d'abord, au nom du **Centre Français de Fiabilité [CFF]**, le regroupement d'experts de la fiabilité des systèmes et des composants électroniques, je tiens à remercier le **GANIL**, qui nous met à disposition ses infrastructures pour nous accueillir.

Je remercie également tous les intervenants qui se sont succédé durant ces 2 jours de symposium, pour partager, débattre et construire des relations entre experts de la fiabilité et de l'électronique.

Je remercie aussi le comité d'organisation du CFF qui a œuvré depuis plusieurs mois pour mettre au point ce temps d'échanges.

Enfin, je vous remercie, vous, pour être venu prendre part à ces échanges.

Bonne lecture !



François BOUVRY
Coordinateur du CFF

Symposium NRTW

- **Thème : Essais Environnementaux et Irradiations :**
Garantir la Fiabilité des Systèmes et Composants en Conditions Extrêmes
- **Lieu :** GANIL – Bd Henri Becquerel, 14000 Caen
- **Date :**

Mercredi 19 mars 2025	 10.00 – 18.00	(accueil dès 9.30)
Judi 20 mars 2025	 09.00 – 16.00	(accueil dès 8.30)



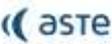
Centre Français Fiabilité

NRTW 2025

Recueil des présentations

Le **NRTW** 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.

Organisateurs :

 Centre Français Fiabilité	<p>Le Centre Français de Fiabilité [CFF], le regroupement d'experts de la fiabilité des systèmes et des composants électroniques Porté par les filières NAE, ASTech Paris Région et NextMove.</p>
 NAE NORMANDIE	<p>NAE (Normandie AeroSpace), la filière d'excellence en Normandie dans l'aéronautique, le spatial, la défense et la sécurité.</p>
 ASTech Paris Region	<p>ASTech Paris Region, pôle de compétitivité dans le domaine de l'aéronautique, de l'espace et de la défense.</p>
 next move	<p>NextMove, pôle de compétitivité européen, rassemble en Normandie et Île-de-France, la « Mobility valley » française, toutes les énergies de l'écosystème Automobile et Mobilités.</p>
 DGA	<p>DGA (Direction Générale de l'Armement) – Maîtrise de l'information (MI) Division Composants et Sous-systèmes Electroniques (CSE) : Maîtriser les risques liés aux technologies et composants électroniques pour la Défense.</p>
 aste	<p>L'ASTE (Association pour le Développement des Sciences et Techniques de l'Environnement) promeut l'innovation environnementale, l'échange de connaissances et les bonnes pratiques pour un développement durable.</p>
 GANIL	<p>Le GANIL, Grand Accélérateur National d'Ions Lourds, à Caen, est un centre de recherche mondialement reconnu, spécialisé dans la physique nucléaire et les accélérateurs de particules.</p>

Avec le soutien de :





PROGRAMME – JOUR 1

19/03/2025

10h00 - Mot d'accueil

Introduction générale à la fiabilité des systèmes et composants.

Philippe EUDELIN, Président, NAE

Gille de FRANCE, Responsable de la division Physique du GANIL

10h15 - Contexte et enjeux de la fiabilité en conditions extrêmes

Les défis des environnements sévères (spatiaux, nucléaires, militaires, automobiles) sur les composants électroniques. Impact des contraintes environnementales : chaleur, vibrations, humidité, irradiation.

Florence MALOU - CNES

10h35 - Essais Environnementaux Accélérés et Aggravés #1

Synergie avec ASTE, Bruno COLIN et Patrycja PERRIN

Enceintes HALT – HASS : Méthode et détails techniques

Frédéric MANOU - H2P Solutions

Les essais aggravés comme partie prenante du développement des systèmes électroniques dans des environnements classiques ou sévères

Hugues BRIARD - SERMA Technologies

11h30 - Pause-Café

11h50 - Essais Environnementaux Accélérés et Aggravés #2

Exploitation du retour d'expérience pour l'optimisation de plans d'essais accélérés de fiabilité

Laurent SAINTIS - LARIS

Développement des systèmes électroniques embarqués dans le domaine munitionnaire

Julien PAVIER - KNDS Ammo France

12h40 - Pause-Déjeuner



14h00 - Essais Environnementaux Accélérés et Aggravés #3

Estimation de la fiabilité des composants électroniques et de leur durée de vie

Christophe GUERIN - THALES Avionics

Essais accélérés des équipements électroniques soumis aux chocs Canon, selon la Norme NF X50-144-3

Bruno COLIN - KNDS

14h50 - Présentation du CFF et de ses initiatives en cours et à venir

François BOUVRY - NAE

Focus essais accélérés en humidité dans le cadre du GT-HUMIDITE du CFF

Régis MEURET - IRT Saint Exupéry

15h05 - Pitch : CNRS filière Electronique et Photonique (CNRS - Pascal NIVESSE)

15h35 - Estimation de la durée de vie

Nouveau modèle de fatigue analytique permettant d'évaluer la durée de vie des assemblages électroniques soumis à des cycles thermiques

Jean-Baptiste LIBOT - HOOKE Electronics

Étude de la durée de vie de la grille à basse température pour le HEMT p-GaN

Olivier PERROTIN - ALTER TECHNOLOGY / IRT Saint Exupéry

16h25 - Pause-Café

16h45 - Modélisation de la Fiabilité par rapport aux radiations

Faut-il intégrer le stress radiatif au sein des évaluations prédictives de fiabilité FIDES ?

Thibault MONTIGAUD - LGM

Fiabilité des convertisseurs de puissance ferroviaires : la place des essais environnementaux et la prise en compte de l'impact du rayonnement cosmique.

Michel PITON - ALSTOM

17h45 – Conclusion et consignes pour la soirée



PROGRAMME – JOUR 2

20/03/2025

08h30 – Accueil

09h00 - Irradiation des Composants : Méthodologies et Effets

Effets des radiations sur les composants et systèmes électroniques embarqués : Des applications spatiales aux applications terrestres, tous concernés.

Françoise BEZERRA - CNES

Méthode de test au niveau système de cartes électroniques COTS sous ions lourds à haute énergie

Alexis DE BIBIKOFF - SAFRAN Data Systems

Qualification Radiation et Fiabilité pour le New Space, exemple R2COTS

Liouaeddin BOUKHANA TRAD Tests & Radiations

10h15 - Pause-Café

10h35 - Irradiation des Composants : Méthodologies et Effets

Pourquoi les diodes SiC Schottky sont plus sensibles à un Single Event Burnout que les diodes Si Schottky

Alain MICHEZ - Université de Montpellier

Tenue radiation des composants SiC & de la méthodologie pour faire un calcul de taux prenant en compte le profil de mission.

Florent MILLER- NUCLETUDES

Prise en compte des radiations

Kevin MELENDEZ - THALES ALENIA SPACE

Destruction des cartes et composants électroniques lors d'inspection par radiographie X

Jean-Claude CLEMENT - THALES R&T

12h10 - Présentation des installations du GANIL

Des groupes de 15 personnes seront constitués pour assurer la visite des installations.

Eloise DESSAY - GANIL

12h35 – Ouverture sur Normandie Accélérateur

Samuel CUTULLIC - NAE

12h40 - Conclusion du Symposium, remerciements et photo avec les intervenants



Centre Français Fiabilité

NRTW 2025

Recueil des présentations

12h40 - Pause-Déjeuner

13h30 – Visite des installations du GANIL

Vos accompagnateurs :

Sebastien GAUTROT	Christophe LESIGNE	Eloïse DESSAY
Groupe BLEU	Groupe JAUNE	Groupe VERT

Votre parcours de visite :

GANIL

Anthony Dubois
L'installation pour les tests radiatifs électronique

Gilles Wittwer
L'électronique appliquée à la détection de physique nucléaire

Sebastien Leloir
L'électronique appliquée à l'instrumentation des faisceaux d'ions

Bertrand Jacquot
Les accélérateurs de particules

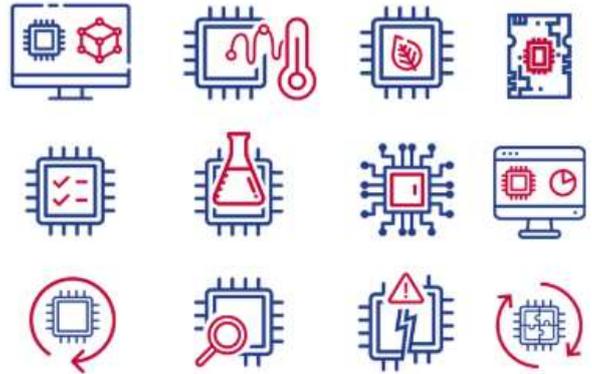
GANIL - DESSAY Eloïse

16



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

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



Tous les secteurs sont concernés par la fiabilité : l'automobile, l'aérospatiale, la défense, le ferroviaire, ...



- **Intégrée** dans la **Sûreté de fonctionnement**
- **Maîtrise de la fiabilité sur tout le cycle de vie du produit**
- **Quantification méthodique de la fiabilité des systèmes**
par des **essais ou des simulations**
- **Analyse des défaillances – Approche statistique et physique de la défaillance**

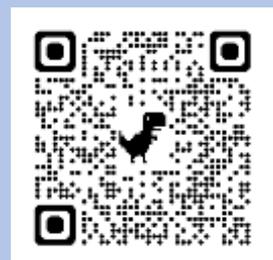
Devenir membre CFF ? ...

Votre structure, vos activités, vos travaux ont un lien direct avec les thématiques du [CFF \[Centre Français de Fiabilité\]](#)?

Alors n'hésitez plus : venez rejoindre la communauté du CFF et adressez-nous votre candidature. Vous trouverez sur le site web du CFF un support de présentation qui explique la vocation du CFF et l'organisation au sein de la communauté.

L'adhésion au CFF est **gratuite**. L'animation est assurée par NAE. Votre contribution est indiquée dans le formulaire.

Aussi, afin de pouvoir étudier votre candidature, je vous invite à remplir le formulaire et à le retourner complété sur l'adresse cff@nae.fr. Ce document sera alors étudié par les membres du comité de pilotage.





Mise en contexte

Intervenant(s)

	Titre :	Madame
	Prénom :	Florence
	Nom :	MALOU
	Position :	Experte sénior composants
	Entité :	CNES
	Adresse :	18 Avenue Edouard Belin 31401 Toulouse Cedex 9
	Tel :	07 86 08 81 02
	E-mail :	Florence.malou@cnes.fr

Portrait

25 ans d'expérience dans le domaine des composants électroniques pour le spatial. Je suis aujourd'hui experte sénior composants en charge du plan Composants Stratégiques du CNES et adjointe au chairman du Components Technology Board (CTB) au niveau européen.

Résumé

Les environnements des applications spatiales, militaires, ferroviaires ou automobiles sont des environnements extrêmes.

Les systèmes et composants dans ces applications subissent des stress importants : thermique, mécanique, radiations...qui peuvent dégrader leur fonctionnalité, voire entraîner une perte totale des composants et du système.

La fiabilité de ces systèmes et composants est donc d'une importance majeure pour assurer le bon fonctionnement des missions.

La connaissance des technologies et de leur mécanisme de défaillance sont clés pour définir les plans de qualification garantissant la fiabilité des composants et donc des systèmes.

Cette présentation introduit les 2 jours de symposium en rappelant le contexte et les enjeux de fiabilité des composants électroniques en conditions extrêmes.



Essais Environnementaux Accélérés et Aggravés

Intervenant(s)

	Titre :	Monsieur
	Prénom :	Frédéric
	Nom :	MANOU
	Position :	Gérant SARL
	Entité :	H2P Solutions
	Adresse :	2832 route de cheou 33113 Origne
	Tel :	06 83 59 85 63
	E-mail :	Frederic.manou@h2p-solutions.com

Portrait

Après une maîtrise Electronique, Electrotechnique et Automatismes, j'ai travaillé 15 ans chez SOLECTRON France, EMS international, en tant que fiabiliste tous produits. Puis j'ai intégré la société COMMSCOPE où j'étais responsable fiabilité produits pendant 5 ans. J'ai ensuite créé la société H2P SOLUTIONS en 2013, société d'accompagnement et de services en fiabilité, sûreté de fonctionnement et industrialisation cartes et systèmes électroniques

Titre

Enceintes HALT – HASS : Méthode et détails techniques

Qui maîtrise cette méthode ? Qui exploite cette méthode ?

Une autre vision des essais combinés ?

Résumé

Il s'agit de présenter la méthodologie HALT/HASS dans son ensemble en partant de l'essai HALT qui constitue la base du profil de déverminage HASS et le Proof of Screen (POS), étape intermédiaire entre le HALT et le HASS, qui vient valider que le profil de déverminage HASS est suffisamment couvrant pour détecter des défauts de jeunesse et pas trop endommageant pour ne pas trop altérer la durée de vie des systèmes testés.



Essais Environnementaux Accélérés et Aggravés

Intervenant(s)

	Titre :	Monsieur
	Prénom :	Hugues
	Nom :	BRIARD
	Position :	Chef de projet fiabilité
	Entité :	SERMA Technologies
	Adresse :	14, rue Galilée 33600 Pessac
	Tel :	05 33 20 65 07
	E-mail :	h.briard@serma.com

Portrait

Après plus de 10 années d’expérience dans la conception de systèmes d’injection pour l’industrie automobile, je gère depuis plus de 15 ans des projets pour améliorer la fiabilité des systèmes électroniques pour tous types de produits utilisés dans les différents secteurs de l’industrie

Titre

Les essais aggravés comme partie prenante du développement des systèmes électroniques dans des environnements classiques ou sévères

Résumé

L’objectif de cette présentation est de démontrer que la réalisation d’essais aggravés de type HALT permet d’apporter une véritable plus-value et d’identifier des problèmes potentiels parmi les plus étonnants et inattendus sur des systèmes électroniques qui ont pourtant subi de nombreux tests de qualification. Généralement, ce type d’essais hors des spécifications est mal compris, mal considéré, mal appréhendé et souvent mal anticipé. Pourtant, il sera justifié que ces essais aggravés permettent de mettre en évidence des problèmes potentiels, des marges de conception très insuffisantes voire des problèmes liés aux logiciels de gestion. Ainsi, des essais réalisés sur un système de gestion de batteries de bus ont aidé à mettre en évidence les limites d’un contacteur menant potentiellement à des électrisations du personnel de maintenance, des essais réalisés sur des machines à café ont mené à l’identification de modes de défaillance pouvant mener à des incendies. D’autres exemples sur des produits destinés aux industries automobile, aéronautique et ferroviaire exposeront comment ces essais aggravés peuvent être une aide à la conception par l’application de contraintes difficilement applicables par des bancs de tests classiques. En démystifiant les essais aggravés, ceux-ci deviennent alors des essais de robustesse incontournables au point d’être systématiquement exigés lors des phases de développement de tous produits électroniques dans des environnements classiques ou sévères.



Essais Environnementaux Accélérés et Aggravés

Intervenant(s)

	Titre :	Monsieur
	Prénom :	Laurent
	Nom :	SAINTIS
	Position :	Maître de conférences
	Entité :	LARIS – Polytech Angers – Université d’Angers
	Adresse :	62 avenue Notre Dame du Lac 49000 Angers
	Tel :	02 44 68 75 44
	E-mail :	laurent.saintis@univ-angers.fr

Portrait

Laurent Saintis est Maître de conférences à l'Université d'Angers dans le département Qualité, Innovation et Fiabilité de Polytech Angers. Responsable de l'équipe de recherche Sûreté de Fonctionnement et aide à la Décision (SFD) du laboratoire LARIS, il travaille sur les essais accélérés de fiabilité et depuis 2015, une spécialisation dans la conception de plan d'essais de fiabilité pour les dispositifs médicaux électroniques.

Titre

Exploitation du retour d'expérience pour l'optimisation de plans d'essais accélérés de fiabilité

Résumé

Lors des phases de développement, la qualification d'un produit est une étape importante dans un projet qui vérifie que les performances et la fiabilité atteignent les objectifs. Les essais de qualification sont souvent coûteux en temps et en nombre de produits testés. Les essais accélérés consistent à soumettre des unités à des niveaux de stress plus élevés qu'en condition d'exploitation afin de réduire le temps d'apparition des défaillances. A cette fin, un plan d'essai doit être construit, précisant les paramètres du plan (niveaux de stress, allocation de l'échantillon...) pour trouver le meilleur compromis entre le coût d'essai et la qualité d'estimation. Dans cette communication, l'objectif est de présenter la méthodologie de construction de plans d'essais accélérés optimaux et robustes.

Dans un premier temps, nous définirons les fonctions et objectifs de l'optimisation, et les hypothèses à prendre en compte. Puis, nous introduirons l'approche d'inférence bayésienne permettant la prise en compte du retour d'expérience dans l'estimation de la fiabilité. Pour permettre une optimisation, un cadre général est développé basé sur la minimisation du coût global et une approche bayésienne. Les distributions a priori, issues de la connaissance des paramètres de fiabilité et du modèle d'accélération, sont utilisées dans l'inférence bayésienne et dans une simulation de Monte Carlo d'exploration des fiabilités possibles. Le plan optimal et robuste est obtenu à partir de méthodes d'optimisation.



Essais Environnementaux Accélérés et Aggravés

Intervenant(s)

	Titre :	Docteur
	Prénom :	Julien
	Nom :	PAVIER
	Position :	Ingénieur dynamique des structures
	Entité :	KNDS Ammo France
	Adresse :	7 route de guerry
	Tel :	07 64 57 82 47
	E-mail :	julien.pavier@knds.fr

Portrait

Ingénieur et Docteur en mécanique de l'INSA-CVL, je travaille depuis une quinzaine d'années au sein de la R&D de KNDS Ammo France où j'occupe le poste d'ingénieur en dynamique des structures. Je suis également chercheur associé au sein du laboratoire Gabriel Lamé (INSA-CVL). Mes travaux portent sur l'étude des environnements munitionnaires opérationnels critiques pour l'intégration des systèmes et composants électroniques dans les munitions tirées au canon.

Titre

Développement des systèmes électroniques embarqués dans le domaine munitionnaire

Résumé

Le développement de munitions « intelligentes » représente un véritable défi technologique dans le domaine des munitions tirées au canon. Les systèmes électroniques embarqués sont développés en grande partie sur la base de composants électroniques s'adressant aux marchés industriels et qui ne sont pas conçus pour répondre spécifiquement aux contraintes d'environnement sévères et spécifiques du tir au canon. Les blocs électroniques sont soumis à des accélérations pseudo-statiques de 10 000 à 100 000g et des chocs à fort contenu fréquentiel de classe pyrotechnique. Ces contraintes d'environnement ont des conséquences sur les stratégies d'intégration des cartes et composants électroniques dans les structures munitionnaires ainsi que sur leurs modes de sollicitation et in fine leurs mécanismes de défaillances qui doivent mieux être appréhendés. Dans ce contexte, il appartient notamment aux industriels du domaine de mettre en place des moyens d'essais permettant d'étudier le comportement des composants électroniques sous sollicitations dynamiques sévères. Notre présentation fait un focus sur un dispositif expérimental basé sur la technique des barres de Hopkinson.



Essais Environnementaux Accélérés et Aggravés

Intervenant(s)

	Titre :	Monsieur
	Prénom :	Christophe
	Nom :	GUERIN
	Position :	Product Owner Display Front End
	Entité :	Thales Avionics
	Adresse :	760 Rue du Pommarin
	Tel :	07 66 23 24 09
	E-mail :	christophe.guerin@thalesgroup.com

Portrait

- Ingénieur Arts & Métiers ParisTech
- Ingénieur Calcul mécanique – Thales Avionics
- Architecte Hardware pour produit avionique – Thales Avionics
- Architecte mécanique système de propulsion électrique – Thales Alenia Space
- Product Owner Display Front End – Thales Avionics.
- Développement d’essais accélérés et de fiabilité pour l’électronique sur la base des profils de mission FIDES.

Titre

Estimation de la fiabilité des composants électroniques et de leur durée de vie

Résumé

L'utilisation de nouvelles technologies électroniques est un défi pour le développement d'équipements fiables dans le domaine aéronautique et spatial. L'absence de retour d'expérience de ces nouvelles technologies ralentit leur utilisation dans des environnements exigeants, alors que leurs performances pourraient changer la donne pour le produit et ses applications. Cette présentation décrit une approche mathématique ainsi qu'une méthodologie de test permettant d'évaluer la fiabilité des équipements électroniques soumis à différents profils de mission aéronautiques ou spatiaux (cycles thermiques, cycles d'humidité, vibrations, etc). L'objectif est de vérifier si les composants sélectionnés pour les cartes d'un équipement, répondent ou non aux attentes en matière de fiabilité, en tenant compte à la fois du profil de mission de l'équipement et du processus d'assemblage cible pour le produit. L'approche compte 5 étapes : recensement des composants critiques et évaluation de leur mode de défaillance, allocation d'un objectif de fiabilité, conception d'un test accéléré en tenant compte du profil de mission de l'équipement de type FIDES, conception d'un « zero-failure-test » pour intégrer les exigences de fiabilité, et enfin le test à proprement dit. La stratégie consiste à décliner l'exigence de fiabilité de l'équipement au niveau des composants. Cela permet une évaluation de fiabilité plus précise qu'une approche similaire au niveau de l'équipement complet ou de la carte. De nombreux composants peuvent être testés, augmentant la cohérence statistique du test. Le véhicule de test peut être conçu dès qu'un projet de nomenclature préliminaire (BOM) est publié, ce qui permet une évaluation de fiabilité dès les premières phases du projet (avant la Revue de Conception Préliminaire). Cette méthodologie a été appliquée avec succès lors du développement d'un équipement aéronautique. Un logiciel a été développé pour dimensionner ce type d'essais sur un grand nombre de composants en quelques clics.



Essais Environnementaux Accélérés et Aggravés

Intervenant(s)

	Titre :	Monsieur
	Prénom :	Bruno
	Nom :	COLIN
	Position :	Expert Fiabiliste (Ingénierie d'essais)
	Entité :	ASTE
	Adresse :	14, Rue Baudelaire, Chamfleury, 78960 Voisins le Bretonneux
	Tel :	06 88 74 05 60
	E-mail :	Bruno.colin1@yahoo.fr

Portrait

Bruno COLIN, a mené toute sa carrière dans le secteur de l'armement terrestre, de 1985 à 2025. Il a été en charge de la validation expérimentale des équipements embarqués sur les produits Véhicules Blindés et Artilleries, développés par Giat Industries et dénommée aujourd'hui KNDS France. Reconnu en tant qu'Expert Sénior dans le domaine des essais de fiabilité sur composants mécaniques, optroniques et/ou électroniques, Bruno COLIN est le père de méthodes fiabilistes, qui ont structurées récemment la norme NF X50-144-3 (Janvier 2021) et qui est au cœur de cette communication.

Titre

Essais accélérés des équipements électroniques soumis aux chocs Canon, selon la Norme NF X50-144-3

Résumé

Confronté de façon récurrente aux dégradations fonctionnelles des équipements électroniques soumis aux tirs canon des systèmes d'armes terrestres, l'auteur a été amené à développer une méthodologie de spécification de chocs spécifique, capable de modéliser les fortes variabilités des impulsions de tirs et dont l'occurrence en emploi opérationnel de Haute Intensité (HI) est très importante. Basée sur les principes de la MBD (Méthode des blocs Disjoints), normalisés dans le référentiel AFNOR (NF X50-144), cette méthodologie permet désormais de spécifier et donc de produire des essais de chocs accélérés à endommagement constant, en tenant compte du caractère probabiliste des effets impulsionsnels générés par les tirs d'armes moyens ou gros calibres, le tout en garantissant un niveau de fiabilité cible imposé par le client final.

Illustré autour d'un cas d'application réel d'un équipement électronique COTS monté sur un système d'armes de gros calibre, l'auteur s'efforcera de présenter les nombreux avantages des approches MBD de la norme NF X50-144-3, par rapport aux approches déterministes (Enveloppe maximale) et semi-forfaitaire (Moyenne à n écarts types) du passé, largement répandues dans le domaine industriel des secteurs civil et militaire. L'analyse historique en SRC et en SDF des tirs impulsionsnels subis par ces équipements de nature électronique restent un incontournable de la méthodologie innovante proposée par l'auteur, avec cependant cette capacité désormais à prendre en compte théoriquement la variabilité des contraintes induites par le tir d'arme opérationnel, dans une démarche probabiliste classique de type Contrainte-résistance (C-R).

En s'appuyant sur des méthodes probabilistes très récentes et peu répandues dans le secteur de la mécanique vibratoire, les principes de la MBD reposent sur des techniques d'inférence statistique, basées sur les L-Moments et sur la Théorie des Valeurs Extrêmes, qui constituent aujourd'hui le socle scientifique nécessaire à l'actualisation de la démarche de personnalisation des essais mécaniques de la norme NF X50-144-3.



Intervenant(s)

	Titre :	Monsieur
	Prénom :	Pascal
	Nom :	NIVESSE
	Position :	entrer du texte.
	Entité :	CNRS
	Adresse :	3 rue Michel-Ange, 75794 Paris Cedex 16, France.
	Tel :	06 29 91 17 07
	E-mail :	pascal.nivesse@cnrs.fr

Portrait

Actuellement Responsable Coopération filières Electronique et Photonique au CNRS à la Direction des Relations avec les Entreprises, il a été juste avant Responsable Développement à la Fédération de la Photonique, Gérant d'entreprise (10 ans), et Directeur de Pôle de conversion pour la Datar et la Préfecture, et avait commencé sa carrière comme Ingénieur Commercial chez un Constructeur Informatique.

Titre

Pitch : CNRS filière Electronique et Photonique

Résumé

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.



Essais Environnementaux Accélérés et Aggravés

Intervenant(s)

	Titre :	Monsieur
	Prénom :	Régis
	Nom :	MEURET
	Position :	Ingénieur de Recherche
	Entité :	IRT Saint Exupéry
	Adresse :	3 rue Tarfaya CS 34436 31405 Toulouse cedex 4
	Tel :	06 75 56 03 13
	E-mail :	regis.meuret@irt-saintexupery.com

Portrait

Expert électronique de puissance, retraité, il a travaillé dans le monde industriel pour la fabrication de propulsions électriques pour sous-marins, éolienne. Il a terminé sa carrière chez Safran pour des applications en environnement sévère. Il travaille maintenant une partie de son temps pour l'IRT Saint Exupéry à Toulouse sur la fiabilité des composants SiC et module. Dans le projet SiCRET + il a en charge l'animation des travaux liés à l'humidité.

Titre

**Impact de l'humidité sur les modules 1200 V à base de SiC,
Travaux en cours dans le projet SiCRET+,
Échange au sein du Groupe de Travail Humidité du CFF**

Résumé

L'objectif des activités du groupe fiabilité au sein de l'IRT Saint Exupéry sur les composants SiC est de travailler sur les modes de défaillances et sur les méthodologies de test afin d'accompagner la densification des nouveaux systèmes embarqués et de donner confiance aux utilisateurs de ses technologies :

- Comprendre les phénomènes physiques (physique et mécanismes de défaillance, impact des rayonnements cosmiques, CEM) ;
- Contribuer à des standards internationaux de test ;
- Elaborer des modèles électriques / électromagnétiques ;
- Elaborer des modèles de pertes ;
- Mettre en place des recommandations de règles de conception (de-rating, ...) ;
- Elaborer des modèles de vieillissement ;
- Etudier le comportement en fonction des conditions d'exploitation et environnemental comme l'humidité et la température.

L'objectif de cette présentation sera d'aborder ces besoins applicatifs, d'explorer quelques mécanismes de défaillance et de proposer des tests pour valider la tenue des nouveaux modules à base de SiC.

L'IRT Saint Exupéry s'est associé au CFF pour proposer un groupe de travail sur cette thématique humidité.

Ce GT regroupe environ 50 personnes du monde académique, industriel, laboratoires industriels pour les essais ou mesure d'humidité et il aborde dans un esprit d'échange et ne se limitant pas au domaine de la puissance les mécanismes de défaillance comme la corrosion influencée par le champ électrique, la caractérisation des polymères de protection et leur vieillissement et les normes de tests.



Estimation de la durée de vie

Intervenant(s)

	Titre :	Dr.
	Prénom :	Jean-Baptiste
	Nom :	LIBOT
	Position :	Expert Assemblage Electronique
	Entité :	Hooke Electronics
	Adresse :	14, rue de la clairière, 17640 Vaux-sur-mer
	Tel :	06 35 33 19 56
	E-mail :	jean-baptiste.libot@hooke-electronics.com

Portrait

Ingénieur Matériaux & Procédés spécialisé en fatigue des matériaux, titulaire d'un doctorat en fiabilité des assemblages électroniques, avec 12 ans d'expérience industrielle dans le domaine (Airbus Group, Safran Electronics & Defense, Hooke Electronics)

Titre

Nouveau modèle de fatigue analytique permettant d'évaluer la durée de vie des assemblages électroniques soumis à des cycles thermiques

Résumé

Les modèles de fatigue analytiques utilisés pour le calcul de la durée de vie des assemblages électroniques (composant + brasure + circuit imprimé) impliquent de nombreuses hypothèses simplificatrices, les rendant ainsi simples d'utilisation (ex : modèle d'Engelmaier). Cependant, ils restent très imprécis et se limitent à une évaluation qualitative de la criticité d'un assemblage électronique, plutôt qu'à une estimation chiffrée de sa durée de vie. À l'inverse, les simulations par éléments finis offrent un haut niveau de représentativité des assemblages électroniques, mais elles sont très coûteuses en temps de calcul et nécessitent une expertise utilisateur. Cette présentation porte sur le développement d'un modèle de fatigue thermomécanique simple d'utilisation et offrant un haut niveau de représentativité des assemblages électroniques grâce à la prise en compte de différents paramètres géométriques. Le modèle a été calibré avec plus de 80 résultats expérimentaux et validé à partir d'une vingtaine de données supplémentaires



Estimation de la durée de vie

Intervenant(s)

	Titre :	Monsieur
	Prénom :	Olivier
	Nom :	PERROTIN
	Position :	Responsable de projets
	Entité :	Alter Technology France
	Adresse :	2 rue des satellites 31520 Ramonville saint Agne
	Tel :	06 15 25 40 64
	E-mail :	o.perrotin@altertechnology.fr

Portrait

Ingénieur en Electronique, responsable des opérations sur la fiabilité des composants électroniques chez Alter Technology puis Responsable de projet. Je fus le responsable du projet SiCRET à l'IRT. Je travaille en tant qu'expert fiabilité sur le projet GaNReT (IRT).

Titre

Étude de la durée de vie de la grille à basse température pour le HEMT p-GaN

Résumé

L'étude s'intéresse à la dégradation de la grille en fonction du temps des transistors p-GaN de type Schottky par l'application d'une contrainte électrique constante jusqu'à la panne du dispositif, indiquée par une augmentation soudaine du courant de fuite de la grille. Les tests sont effectués à des niveaux de tension en dehors des limites de la fiche technique pour accélérer l'apparition d'une défaillance.

Pour comprendre l'impact de la température sur le mécanisme de défaillance, les tests englobent des plages de température de -55 °C à 80 °C, dans le cadre des recommandations de la fiche technique. Les résultats démontrent que plus la température est basse, plus la durée de vie est courte, ce qui indique une énergie d'activation négative ; Les résultats présentent également une énergie d'activation non constante dans la plage des températures testées, démontrant une dépendance complexe de la température de la défaillance mécanisme qui pourrait ne pas être unique en dehors de cette plage de température. Une très faible durée de vie d'un seul jour a été estimée à -55 °C à la tension nominale de la fiche technique. La validité de la projection a été confirmée expérimentalement.

Cela souligne l'importance d'étudier plus avant le comportement de la grille à basse température, car il pourrait être critique pour certaines applications. De plus, cela remet en question les tests de fiabilité standard généralement effectués à la température nominale maximale de l'appareil, qui ne semblent pas représenter les pires conditions de vie de la porte.



Modélisation de la Fiabilité par rapport aux radiations

Intervenant(s)

	Titre :	Monsieur
	Prénom :	Thibault
	Nom :	MONTIGAUD
	Position :	Dependability & Safety Referent
	Entité :	LGM
	Adresse :	13 avenue Morane Saulnier, 78140 Vélizy-Villacoublay
	Tel :	06 86 05 40 24
	E-mail :	Thibault.montigaud@lgm.fr

Portrait

Diplômé en Maîtrise des risques de l'INSA Centre Val de Loire et en Mécatronique de l'Université d'Orléans en 2016. Chez LGM depuis 2016 d'abord en SdF électronique, actuellement Dependability & Safety Referent depuis 2019. Membre du GTR FIDES depuis 2017. Expert Dependability à l'AFNOR et l'IEC ainsi que project leader IEC 63142 et son TR depuis 2022.

Titre

Faut-il intégrer le stress radiatif au sein des évaluations prédictives de fiabilité FIDES ?

Résumé

Cette publication explore l'intégration d'un modèle de stress radiatif dans les évaluations prédictives de fiabilité selon FIDES, en s'appuyant sur des travaux issus des secteurs spatial et aéronautique, ainsi que sur des échanges avec des experts du domaine spatial. L'article rappelle les enjeux et formalise les définitions de typologies de défauts et de pannes d'origine radiative (SEE, TID, DD), essentielles pour une compréhension approfondie du sujet.

Il compare les stratégies qualitatives actuellement utilisées dans l'industrie avec des modèles proposés par des chercheurs chinois, questionnant ainsi la nécessité et la manière de mettre en place ces prédictions de fiabilité pour les secteurs industriels. De plus, il aborde l'incorporation de modèles de dose et de vieillissement, ainsi que les implications philosophiques que cela peut engendrer pour l'approche FIDES.

Cette publication ouvre la réflexion sur la mise en œuvre de ces modèles, sans trancher sur leur nécessité, et invite à une réflexion approfondie sur les enjeux et les défis liés à l'intégration du stress radiatif dans les évaluations prédictives de fiabilité.



Modélisation de la Fiabilité par rapport aux radiations

Intervenant(s)

	Titre :	Monsieur
	Prénom :	Michel
	Nom :	PITON
	Position :	Master Expert Semiconducteurs de puissance
	Entité :	ALSTOM
	Adresse :	Rue du Docteur Guinier 65600 Séméac
	Tel :	07 60 81 12 20
	E-mail :	michel.piton@alstomgroup.com

Portrait

Michel Piton a rejoint ALSTOM en 1990, il a participé à la conception des premières chaînes de traction ferroviaire à IGBT(ONIX™) et a occupé plusieurs postes dans le domaine de la conception et de la validation des convertisseurs de puissance. Depuis 2015, il est Master Expert/semiconducteurs de puissance et contribue à plusieurs projets R&D internes et collaboratifs. Il représente ALSTOM au Project Coordination Committee de ECPE et depuis juin 2024 est le chairman du groupe de travail ECPE PSRRA (Power Semiconductor Reliability for Railway Applications).

Depuis 2020, il est partiellement détaché à l'IRT Saint-Exupéry (Toulouse) dans le cadre des projets SiCRET et SiCRET+

Titre

Fiabilité des convertisseurs de puissance ferroviaires : la place des essais environnementaux & la prise en compte de l'impact du rayonnement cosmique.

Résumé

Après avoir rappelé l'enjeu général de la fiabilité et de la durée de vie pour les convertisseurs de traction ferroviaire, la présentation souligne l'importance des essais environnementaux accélérés pour déterminer les modèles de durée de vie nécessaires au dimensionnement des chaînes de traction ferroviaire.

Dans une deuxième partie, la présentation détaille comment l'impact des rayons cosmiques sur la fiabilité est pris en compte dans le dimensionnement des convertisseurs de puissance pour la traction ferroviaire.

Une revue des principaux challenges conclut la présentation.



Irradiation des Composants : Méthodologies et Effets

Intervenant(s)

	Titre :	Madame
	Prénom :	Françoise
	Nom :	BEZERRA
	Position :	Expert sénior radiations
	Entité :	CNES
	Adresse :	18 Avenue Edouard Belin 31401 Toulouse Cedex 9
	Tel :	05 61 28 21 53
	E-mail :	francoise.bezerra@cnes.fr

Portrait

Ingénieur ENAC électronique, Françoise BEZERRA est entrée au CNES en 1992. D’abord responsable composants VLSI, elle se spécialise rapidement dans les effets des radiations sur les composants et systèmes électroniques et est aujourd’hui Expert Sénior Radiations.

Titre

**Effets des radiations sur les composants et systèmes électroniques embarqués
Des applications spatiales aux applications terrestres, tous concernés.**

Résumé

Suivant que l’on se trouve sur Terre, en altitude ou dans l’espace, l’environnement radiatif naturel n’est pas le même. Dans tous les cas, la contrainte radiative majoritaire trouve sa source dans l’espace mais sous l’effet combiné de l’atmosphère et du champ magnétique terrestre le nombre et la nature des particules rencontrées change au fur et à mesure que l’on se rapproche du sol. Au final, dans l’espace, les systèmes subissent à la fois des effets cumulatifs, aussi appelés effets de dose et des effets singuliers (dus au passage d’une particule unique) alors que dans les applications terrestres généralement seuls les effets singuliers sont pris en considération sauf dans le cas particulier des milieux hostiles (nucléaire, médical et physique des particules).

Dans cette présentation, après une brève introduction sur l’environnement radiatif naturel, nous présenterons les types d’effets redoutés, la sensibilité à tel ou tel effet en fonction de la technologie et des conditions d’utilisation et les stratégies utilisées pour sélectionner et approvisionner des composants capables de répondre au besoin.



Irradiation des Composants : Méthodologies et Effets

Intervenant(s)

	Titre :	Monsieur
	Prénom :	Alexis
	Nom :	DE BIBIKOFF
	Position :	Ingénieur Expert Sénior
	Entité :	Safran Data Systems
	Adresse :	5 avenue des Andes – CS90101 – 91978 Courtaboeuf Cedex - France
	Tel :	01 69 82 78 98
	E-mail :	Alexis.de-bibikoff@safrangroup.com

Portrait

Ingénieur industriel, expert sénior en durcissement d'équipements embarqués, 35 ans en électronique, dont 14 ans dans le domaine de l'aérospatial, je suis spécialisé dans la caractérisation des équipements électroniques aux environnements radiatifs naturels atmosphériques et spatiaux. Je suis membre de divers GT et conférences tels que le RADECS, l'ANADEF et l'IMAPS.

Titre

Méthode de test au niveau système de cartes électroniques COTS sous ions lourds à haute énergie

Résumé

De plus en plus de composants électroniques COTS (Commercial Off-The-Shelf) sont utilisés dans des systèmes électroniques embarqués pour des applications spatiales. Malheureusement, pour des raisons évidentes de coût, il n'existe aucune caractérisation sous rayonnements ionisants pour ces dispositifs. Nous décrivons une méthode permettant de caractériser la sensibilité SEE d'un système électronique dans l'air ambiant sans ouvrir les dispositifs, avec des LET allant jusqu'à plus de 40 MeV·cm²·mg⁻¹. TRIM est utilisé pour les calculs.



Irradiation des Composants : Méthodologies et Effets

Intervenant(s)

	Titre :	Monsieur
	Prénom :	Liouaeddin
	Nom :	BOUKHANA
	Position :	Responsable Activités Composants
	Entité :	TRAD Tests & Radiations
	Adresse :	907, voie l'Occitane, 31670 Labège
	Tel :	05 61 00 95 68
	E-mail :	liouaeddin.boukhana@trad.fr

Portrait

Ingénieur en composants EEE avec plus de 8 ans d'expérience en qualification, assurance qualité et technologies des semi-conducteurs dans les secteurs spatial et automobile. Actuellement Responsable Activité Composants chez TRAD, gérant l'activité R2COTS, sélection et qualification fiabilité et radiation COTS.

Titre

Qualification Radiation et Fiabilité pour le New Space, exemple R2COTS

Résumé

La qualification fiabilité et radiation pour le New Space combine des tests accélérés (cyclage thermique, HAST, Life test) et une évaluation des radiations (TID, SEE). Des approches comme la sélection R2COTS permettent d'adapter les composants COTS, optimisant coût, délai et performances pour les missions LEO, MEO et GEO, tout en respectant les normes ECSS-Q-ST-60-15C et NASA EEE-INST-002.



Irradiation des Composants : Méthodologies et Effets

Intervenant(s)

	Titre :	Monsieur
	Prénom :	Alain
	Nom :	MICHEZ
	Position :	Enseignant Chercheur
	Entité :	Université de Montpellier
	Adresse :	Rue de Saint Priest, 34095 Montpellier
	Tel :	0645411884
	E-mail :	alain.michez@umontpellier.fr

Portrait

Alain Michéz a développé le logiciel TCAD ECORCE. Il l'utilise pour comprendre les mécanismes de défaillance induits par les environnements radiatifs dans les composants électroniques. Ces dernières années, il a travaillé sur les composants qui utilisent les matériaux grands gap : SiC, GaN et diamant.

Titre

Pourquoi les diodes SiC Schottky sont plus sensibles à un Single Event Burnout que les diodes Si Schottky

Résumé

Le carbure de silicium (SiC) possède un champ électrique critique élevé qui permet de fabriquer des composants de puissance plus performants que ceux utilisant le silicium (Si). Cependant, des expérimentations ont montré que les diodes à barrière Schottky (SBD) en SiC sont plus sensibles aux effets des ions lourds que les diodes en Si. Malgré des recherches approfondies, il manque une compréhension globale des principaux mécanismes qui sous-tendent la dégradation des dispositifs en SiC induite par les ions lourds. Ce travail compare les mécanismes physiques dans les diodes Schottky en SiC et en Si en utilisant la modélisation TCAD. Les résultats montrent que le champ électrique critique élevé, un avantage clé des dispositifs en SiC, est également le principal facteur de leur susceptibilité à l'irradiation par des ions lourds.



Irradiation des Composants : Méthodologies et Effets

Intervenant(s)

	Titre :	Dr
	Prénom :	Florent
	Nom :	MILLER
	Position :	Expert
	Entité :	Nuclétudes
	Adresse :	3 Av. du Hoggar, 91940 Les Ulis
	Tel :	01 60 92 61 59
	E-mail :	fmliller@nuclétudes.com

Portrait

Florent Miller (Ph.D. 2006) has been in the Aeronautics and Space industry for more than 20 years, first in Airbus Group (Airbus Group Innovations) and now in ArianeGroup (Nuclétudes). He is deputy CEO of Nuclétudes and has been leading research activities in the development of laser and Xray test approaches, fault injection tools in complex ICs and Soft Error Rate prediction software. He co-authored more than 30 journal papers and has been the first inventor of 10 patents

Titre

Méthodologie de test pour l'évaluation du taux de défaillance par rayonnement des dispositifs de puissance SiC pour des profils de mission donnés [projet SiCRET]

Résumé

This talk will present the test methodology applied in the frame of the SiCRET project for the radiation assessment of different generations of SiC power devices taking into account the operational constraints of mission profiles. The talk will first briefly remind the basic mechanisms involved and then focus on the key parameters from the mission profiles impacting the radiation sensitivity of power devices. Then the test methodology applied to assess failure rates for atmospheric environments will be presented and illustrated with the large set of experiments carried out with spallation neutrons.



Irradiation des Composants : Méthodologies et Effets

Intervenant(s)

	Titre :	PhD
	Prénom :	Kevin
	Nom :	MELENDEZ
	Position :	Radiation Effects Engineer
	Entité :	THALES ALENIA SPACE
	Adresse :	26 Av. Jean François Champollion, 31100 Toulouse
	Tel :	06 69 42 46 83
	E-mail :	kevin.melendez@thalesaleniaspace.com

Portrait

Ingénieur Radiation dans le domaine spatial avec plus de 10 années d'expériences en qualification radiation de composants EEE.

Titre

L'assurance durcissement radiation (RHA) pour contrer les Single Event Effect (SEE) sur l'électronique de nos satellites.

Résumé

L'environnement spatial est très agressif et induit, dans la majorité des cas, des impacts sur les composants électroniques (EEE).

Si rien est mis en place, les satellites pourraient subir des anomalies jusqu'à, dans le pire des cas, créer une panne complète du satellite.

Pour contrer ces effets, un processus a été mis en place : l'assurance durcissement radiation (RHA). Ceci permet de prendre en compte ces effets et d'y rendre nos satellites robustes ou tolérants.

Parmi ces effets, on trouve les Single Event Effect (SEE) qui peuvent avoir un impact sur la disposition ou disponibilité ? ou la fiabilité du satellite. Il est donc important et nécessaire de caractériser ces composants sur accélérateur de particules, notamment ions lourds, pour connaître leurs comportements et mettre en place des techniques de mitigation ? au cas par cas.



Irradiation des Composants : Méthodologies et Effets

Intervenant(s)

	Titre :	Monsieur
	Prénom :	Jean-Claude
	Nom :	CLEMENT
	Position :	Expert senior – technologie des composants électroniques
	Entité :	THALES SA – Research & technology
	Adresse :	1 Av. Augustin Fresnel 91767 palaiseau Cedex
	Tel :	06 70 98 44 96
	E-mail :	Jean-claude.clement@thalesgroup.com

Portrait

40 ans d'expérience dans le domaine de l'expertise et l'analyse de défaillance des composants électroniques. Support technique pour le groupe Thales au sein d'un laboratoire disposant des principaux moyens pour l'investigation des composants électroniques

Titre

Destruction des cartes et composants électroniques lors d'inspection par radiographie X

Résumé

Le contrôle des cartes électroniques ou de composants par radiographie X, soit pour identifier des défaillances ou qualifier des assemblages, des brasures est très couramment utilisée. Très longtemps considérée comme une technique non-destructive, il est aujourd'hui avéré que ces observations par radiographie X induisent une irradiation des composants qui peut provoquer la destruction de ceux-ci.

Dans un premier temps nous présenterons des exemples précis de défaillance de cartes électroniques réalisés dans le cadre de contrôles des joints brasés ainsi que de possibles mauvais diagnostics dans le cadre d'expertises et d'analyses de défaillance.

Dans un second temps seront expliqués les mécanismes électriques de dégradation sur différents types de circuits intégrés ou de composants discrets.

Pour finir, nous présenterons les précautions à prendre, les prérequis, pour limiter les risques lors des inspections par radiographie X de dispositifs électroniques.



Présentation des installations du GANIL

Intervenant(s)

	Titre :	Madame
	Prénom :	Eloïse
	Nom :	DESSAY
	Position :	Chargée de Valorisation
	Entité :	GANIL
	Adresse :	Bd Becquerel – 14000 CAEN
	Tel :	06 72 83 02 08
	E-mail :	dessay@ganil.fr

Portrait

Ingénieure en électronique, j’ai intégré le GANIL dès le début de ma carrière pour me spécialiser dans l’instrumentation nucléaire. Après 12 ans d’encadrement d’une équipe pluridisciplinaire technique dédiée à l’exploitation des installations, je suis aujourd’hui chargée de valorisation du GANIL. J’initie et je porte des projets d’amélioration de nos installations en collaboration industrielle.

Titre

Présentation des installations du GANIL

Résumé

Le GANIL, Grand Accélérateur de Particules est une Infrastructure de Recherche nationale. C’est 2 installations accélérateurs dédiées à l’étude des noyaux atomiques et leurs réactions nucléaires. Phrase pas claire Nous proposons aux utilisateurs industriels des faisceaux d’ions accélérés (ions légers à lourds de haute à très haute énergie, et neutrons de ME).



Centre Français Fiabilité

NRTW 2025

Recueil des présentations

ÉVÈNEMENT Mercredi 19/03/2025

Le **dîner évènementiel**, le mercredi 19 mars, de 19.00 – 22.30, aura lieu sur le bateau **Le Guerveur**.

Lieu : Le Guerveur
Adresse : Quai de Normandie, 14000 Caen
Téléphone : 06 75 74 78 44 (Sébastien)
Site web : <https://www.le-guerveur.com/>



Stationnement gratuit possible à proximité sur les quais.



Centre Français Fiabilité

NRTW 2025

Recueil des présentations

NOTES

LE CFF, C'EST :

Un regroupement d'experts de la fiabilité des systèmes
et des composants électroniques.



Toutes les infos
dans la brochure CFF

Vous avez une question ?
Une problématique Fiabilité ?

Contactez nos experts via :

cff-fiabilite.fr



 [LinkedIn | Centre Francais de Fiabilite](#)
 cff@nae.fr