



NRTW 2025

National Reliability Technology Workshop

Mercredi 19 et Jeudi 20 mars 2025 | GANIL – Bd Henri Becquerel, 14000 Caen

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

Hugues BRIARD – Chef de projet – Pôle Conseil – SERMA Technologies

Organisé par :



Définition des essais aggravés

- Tests de stress accélérés utilisés pour identifier rapidement les faiblesses d'un produit avant sa mise sur le marché
- Exposition du produit à des conditions extrêmes, au-delà de celles rencontrées en usage normal, pour provoquer des défaillances et ainsi améliorer sa fiabilité
- Participe à la démonstration de robustesse du produit

Principe des essais aggravés

- Augmentation progressive des contraintes : contraintes croissantes jusqu'à atteindre les limites de fonctionnement ou de destruction
- Application de conditions extrêmes : variations extrêmes des températures, vibrations aléatoires à haut intensité
- Identification des point faibles du produit : augmenter la robustesse du produit

Années 1960-1970 : premiers tests de fiabilité

- Approches classiques basées sur des essais de durée de vie et des simulations d'usure
- Sous l'impulsion de la défense et l'aéronautique qui utilisaient des tests rigoureux pour garantir la fiabilité des équipements en environnements extrêmes

Années 1980 : Invention et formalisation du HALT

- HALT : Highly Accelerated Life Test
- Développement par le Dr. Gregg K. Hobbs (1939 – 2010) en cherchant à améliorer la robustesse des produits sans passer par de longs essais : "Accelerated Reliability Engineering: HALT and HASS" éditions Wiley, avril 2000
- Idée d'appliquer des contraintes bien au-delà des spécifications du produit pour identifier rapidement ses faiblesses et améliorer la conception
- Premiers essais HALT utilisés dans les secteurs aéronautique, militaire et électronique



Années 1990 : Adoption dans l'industrie

- Adoption par l'industrie électronique et les fabricants de matériel informatique pour réduire les retours de produits défectueux et améliorer la satisfaction client
- Intégration par l'automobile et le médical pour garantir la robustesse des composants critiques

Années 2000 à aujourd'hui : Standardisation et amélioration des techniques

- Devient une pratique standard avec l'introduction de procédures plus systématiques et de bancs de tests automatisés
- Apparition du HASS (Highly Accelerated Stress Screening) qui permet d'appliquer des contrôles de qualité en production de type déverminage
- Ecritures de normes et de lignes directrices par l'IEEE et l'IEC pour l'utilisation des essais aggravés

Contraintes excessives et irréalistes

- Application de contraintes bien au-delà de celles que le produit rencontrera en utilisation normale
- Des contraintes qui ne reflètent pas la réalité et pourraient mener à des modifications inutiles ou coûteuses

Absence de corrélation avec la durée de vie réelle

- Pas de prédiction de la durée de vie exacte du produit
- Identification de faiblesses potentielles sans donner d'indications précises sur le moment où elles apparaîtront dans des conditions normales

Risque d'éliminer des conceptions pourtant fiables

- Sur-conception des produits, augmentant les coûts de développement et de production sans réel bénéfice pour l'utilisateur final

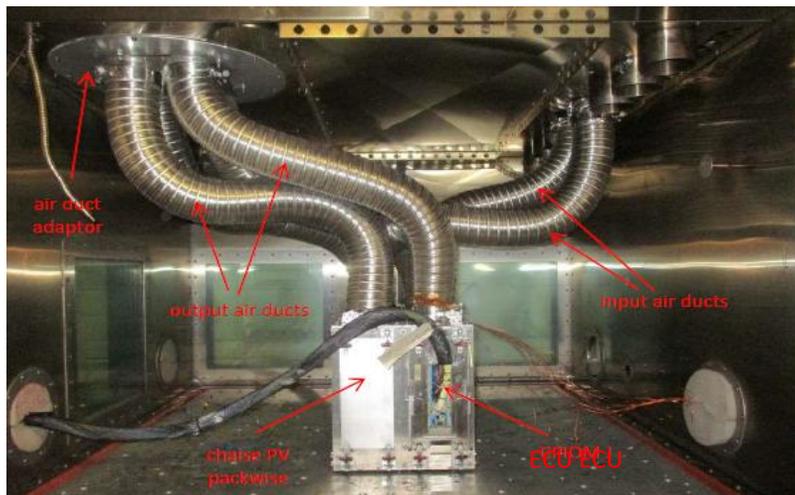
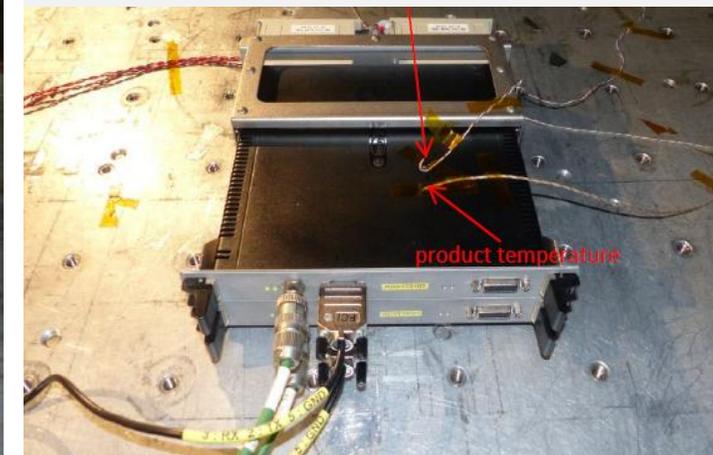
Essais aggravés classiques

- Essais réalisés dans les secteurs de la défense, de l'aéronautique et du ferroviaire
- Tend à être systématisé dans le secteur de l'automobile

Batteries embarquées sur avion



Alimentation 110V embarquée sur matériel roulant ferroviaire

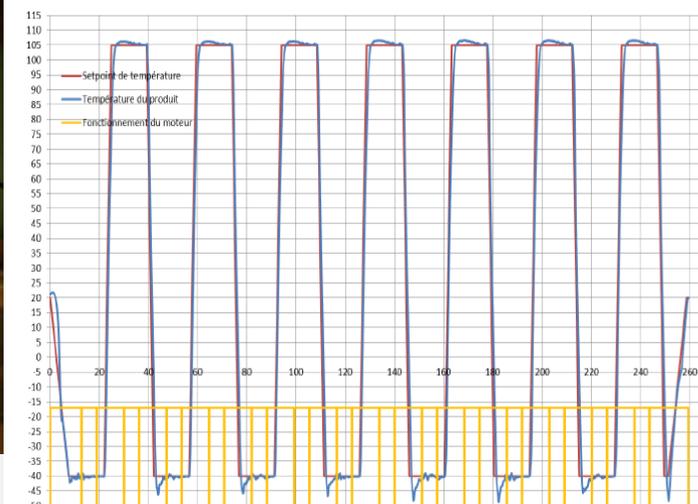


Calculateur avionique



Moteurs d'essuie-glace

Température chambre HALT (°C) en fonction du temps (min)

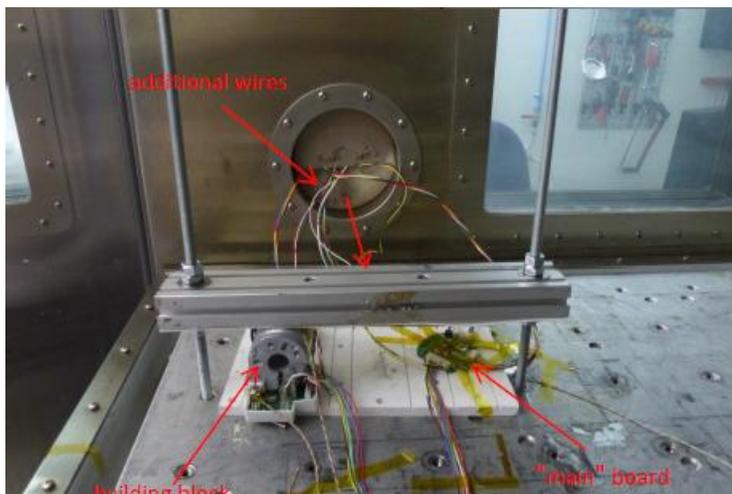
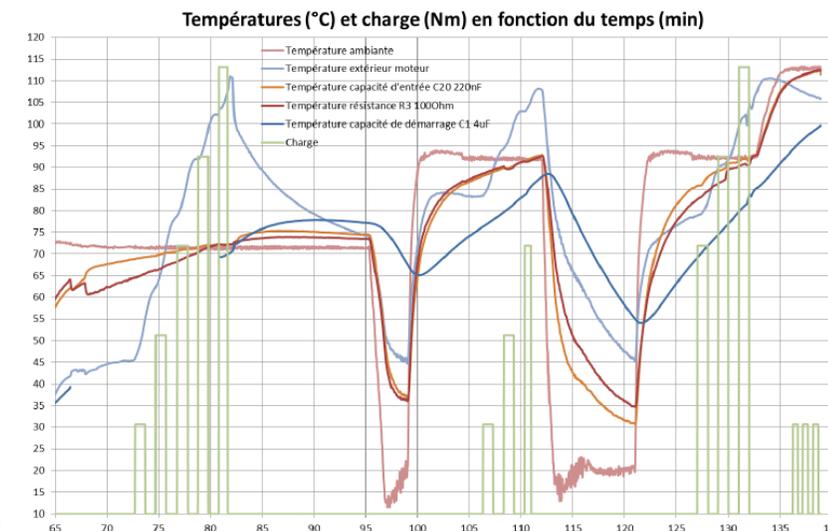


D'autres secteurs d'activité

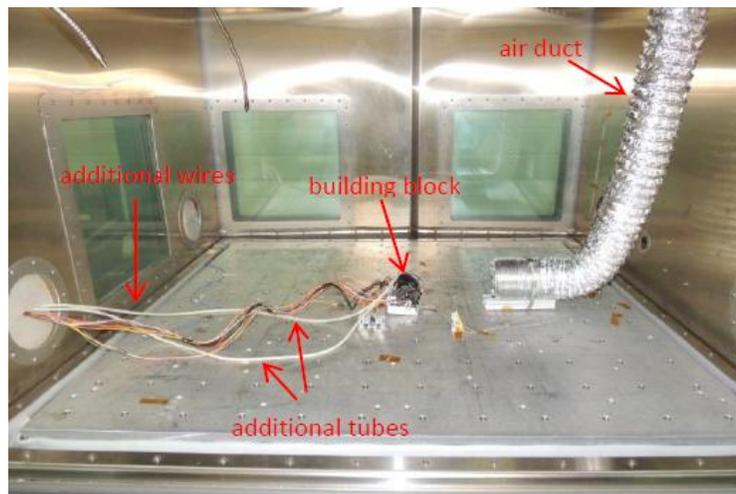
- Produits grand public : tous les systèmes électroniques sont susceptibles de faire des essais aggravés
- Essais hors spécification, aux limites, utilisations malveillantes, sécuritaires...



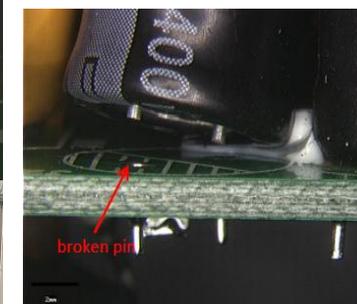
Moteur de volet roulant



Bloc de chauffe machine à café



Bloc de chauffe machine à café



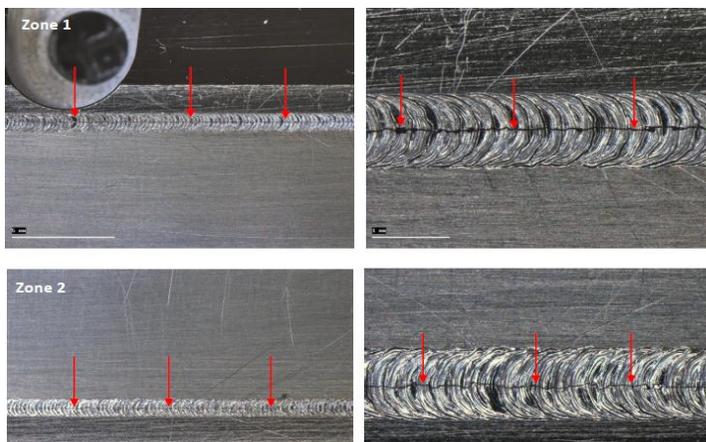
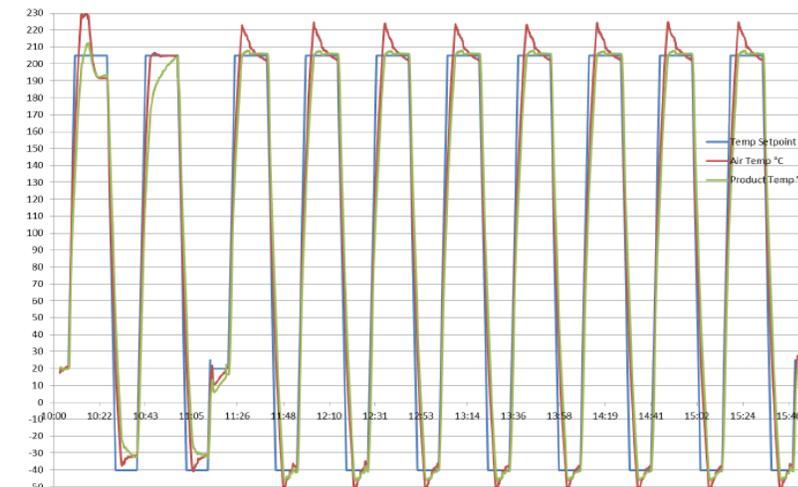
Casses de broches de thermistances et condensateurs

D'autres secteurs d'activité

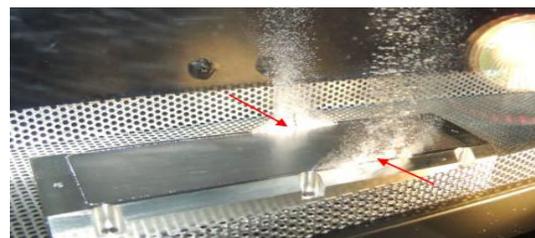
- Secteur oil & gas, spatial : essais à haute température et vibrations élevées
- Puissance de l'enceinte HALT pour combiner températures et vibrations



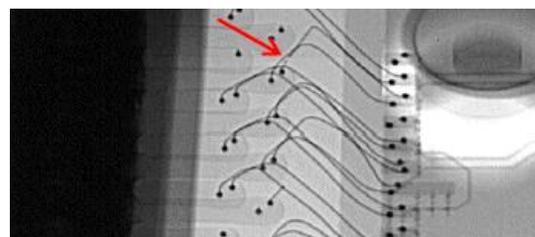
Modules MCM hermétiques



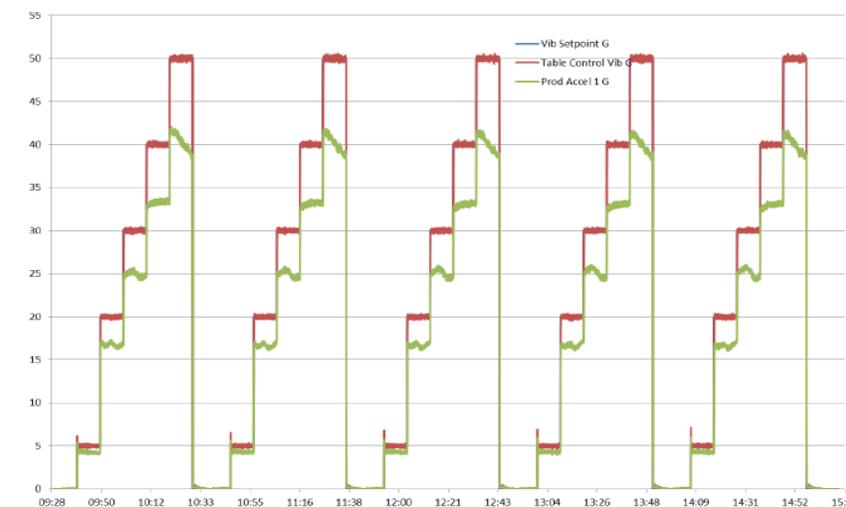
Qualité de la soudure laser



Test de fuites

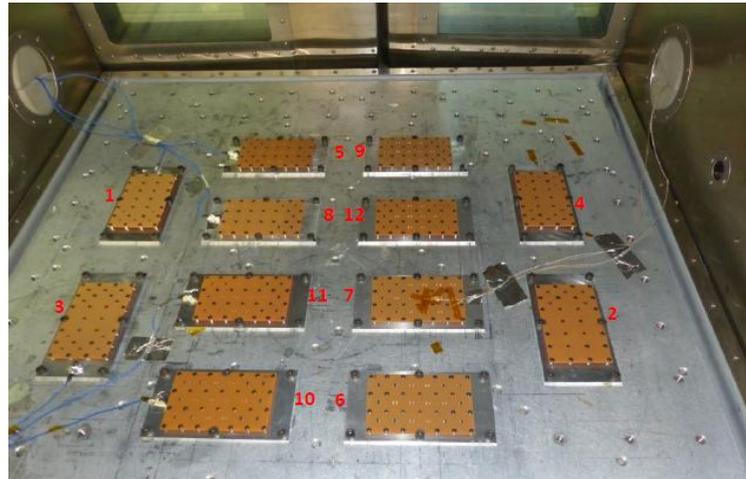


Tenue des bondings



Qualification de composants COTS pour applications sévères

- Essais sur des composants ou produits du commerce pour utilisation dans des applications sévères hors spécification
- Qualification hors spécification



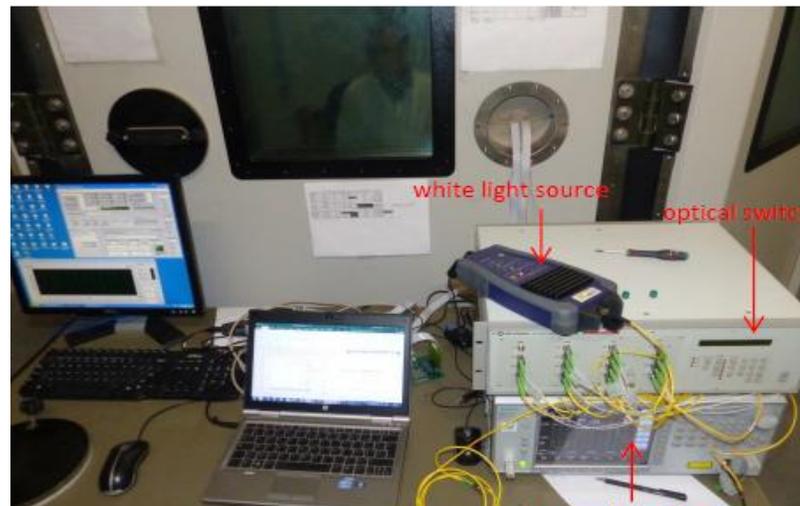
Différentes sources de composants plastiques



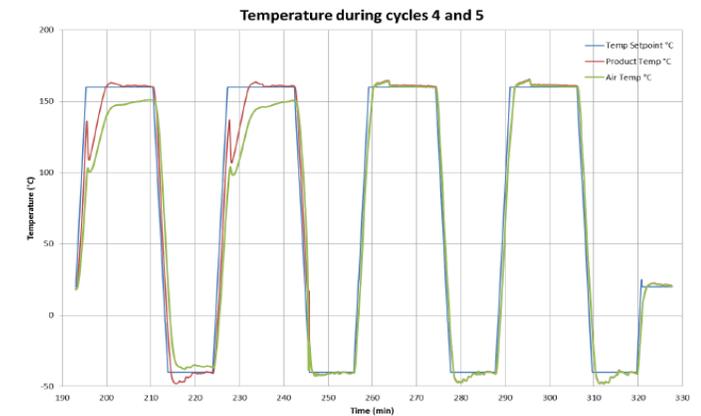
Différentes sources de composants plastiques



Module optique de data center



Banc optique

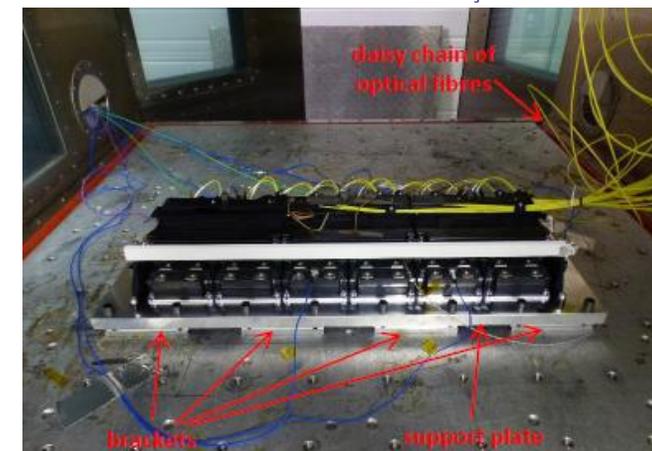


Validation de l'électronique

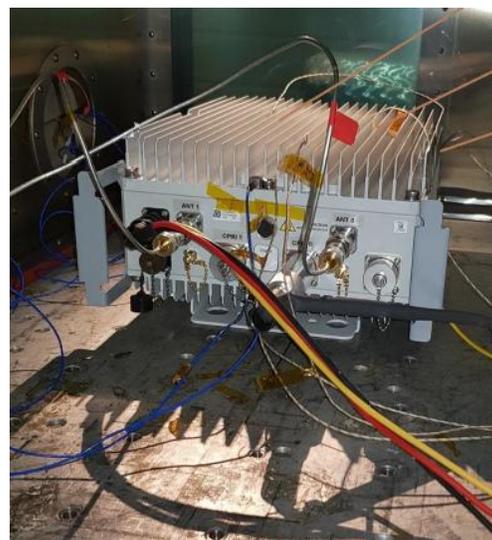
- Pré-qualification de systèmes électroniques
- Aide à la mise au point de systèmes électroniques
- L'enceinte HALT peut être utilisée comme banc de test : puissance, facilité d'utilisation, flexibilité...



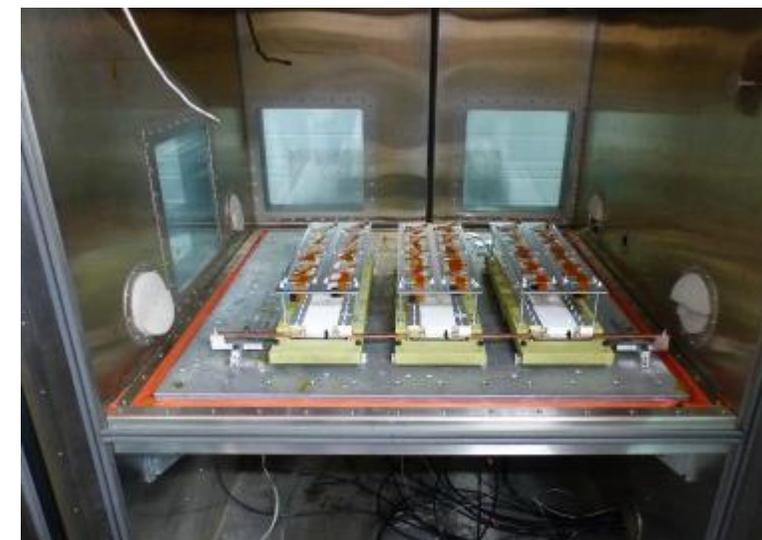
**Lecteurs de cartes Vitale
durant la crise sanitaire**



**Convertisseur de puissance pour
matériel roulant ferroviaire**



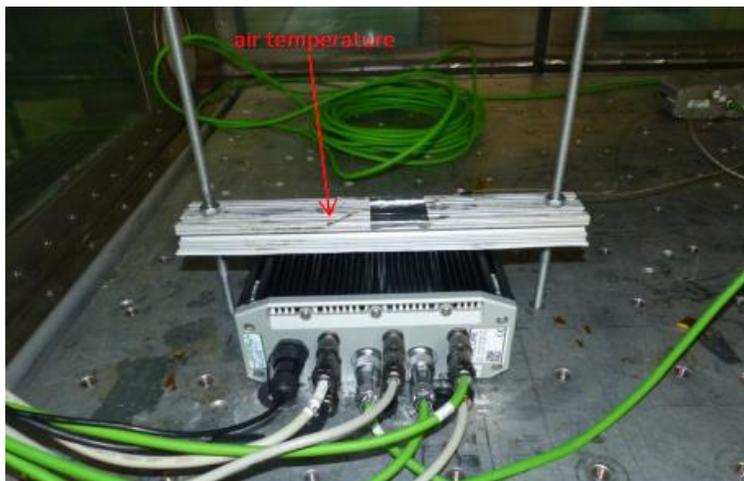
Antenne 5G pour FRMCS



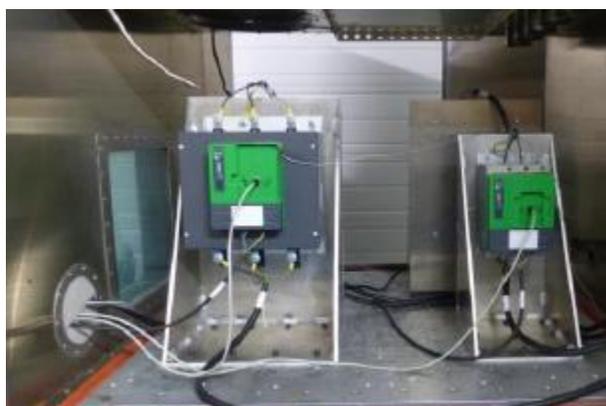
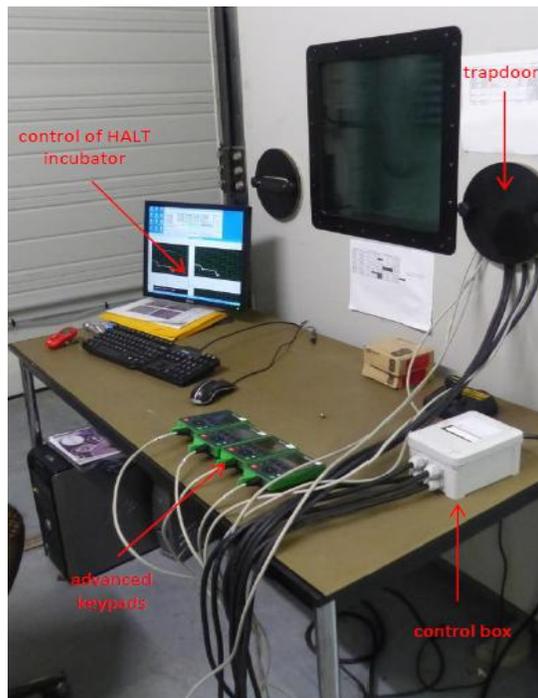
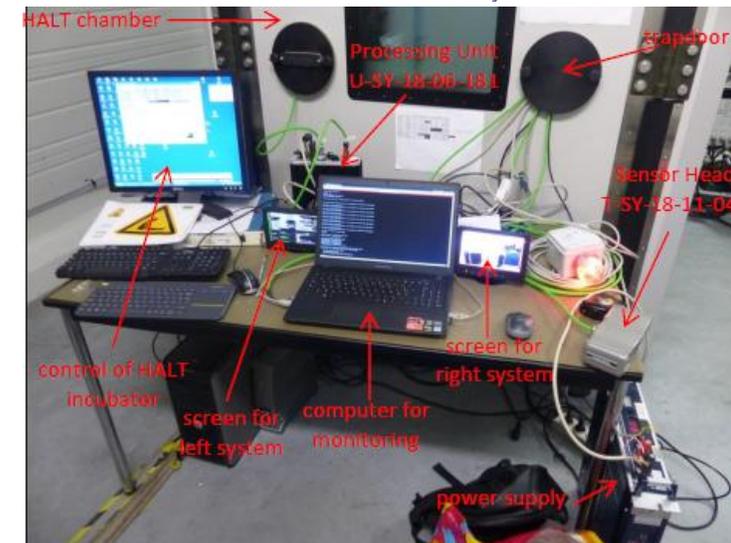
Bus-bars de batteries

Validation de logiciel

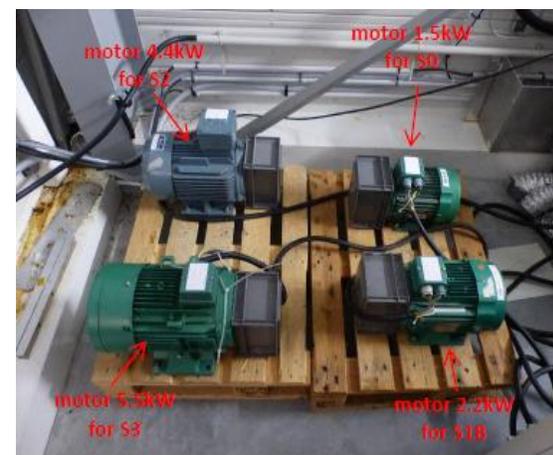
- Validation de logiciel en environnement sévère
- Validation de logiciel sécuritaire SIL 1



Caméra de recul embarquée



Démarrateur de moteur triphasé

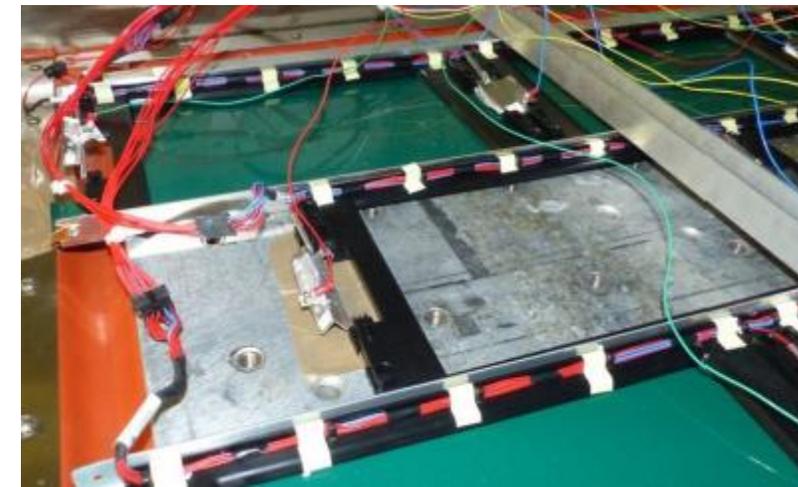
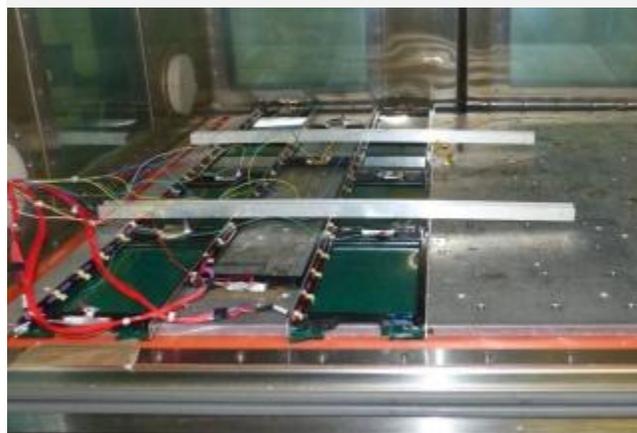


Ambient	Temperatures				Functioning of soft starters and driving of motors			
	S0	S1B	S2	S3	S0	S1B	S2	S3
+20°C	+21.8°C	+20.4°C	+21.2°C	+22.2°C	Normal Good driving	Normal Good driving	Normal Good driving	Normal Good driving
+90°C	+90.7°C	+90.3°C	+90.3°C	+90.8°C	Normal Good driving	Safety error Not done	Safety error Not done	Normal Good driving
±10°C/min					Normal Good driving	Normal Good driving	Normal Good driving	Normal Good driving
-30°C	-27.7°C	-29.2°C	-28.1°C	-27.7°C	Normal Good driving	Normal Good driving	Normal Good driving	Normal Good driving
+90°C	+90.7°C	+90.4°C	+90.5°C	+90.0°C	Normal Good driving	Normal Good driving	Normal Good driving	Normal Good driving
±20°C/min					Normal Good driving	Safety error Not done	Normal Good driving	Normal Good driving
-30°C	-27.6°C	-29.2°C	-28.2°C	-27.6°C	Normal Good driving	Normal Good driving	Normal Good driving	Normal Good driving
+90°C	+91.3°C	+90.6°C	+90.7°C	+90.1°C	Normal Good driving	Safety error Not done	Normal Good driving	Normal Good driving
±30°C/min					Normal Good driving	Normal Good driving	Normal Good driving	Normal Good driving
-30°C	-27.7°C	-29.2°C	-28.2°C	-27.6°C	Normal Good driving	Normal Good driving	Normal Good driving	Normal Good driving
±30°C/min					Normal Good driving	Safety error Not done	Normal Good driving	Normal Good driving
+90°C	+90.7°C	+90.6°C	+90.7°C	+90.2°C	Normal Good driving	Normal Good driving	Normal Good driving	Normal Good driving
±40°C/min					Normal Good driving	Normal Good driving	Normal Good driving	Normal Good driving
-30°C	-27.7°C	-29.3°C	-28.2°C	-27.6°C	Normal Good driving	Normal Good driving	Normal Good driving	Normal Good driving
+90°C	+90.8°C	+90.5°C	+90.8°C	+89.8°C	Normal Good driving	Safety error Not done	Normal Good driving	Normal Good driving
±50°C/min					Normal Good driving	Normal Good driving	Normal Good driving	Normal Good driving
-30°C	-27.6°C	-29.1°C	-28.1°C	-27.4°C	Normal Good driving	Normal Good driving	Normal Good driving	Normal Good driving
+90°C	+91.0°C	+90.5°C	+90.5°C	+90.0°C	Normal Good driving	Safety error Not done	Normal Good driving	Normal Good driving
±60°C/min					Normal Good driving	Normal Good driving	Normal Good driving	Normal Good driving
-30°C	-27.6°C	-29.3°C	-28.2°C	-27.6°C	Normal Good driving	Normal Good driving	Normal Good driving	Normal Good driving
+20°C	+22.5°C	+21.6°C	+22.2°C	+20.8°C	Normal Good driving	Normal Good driving	Normal Good driving	Normal Good driving

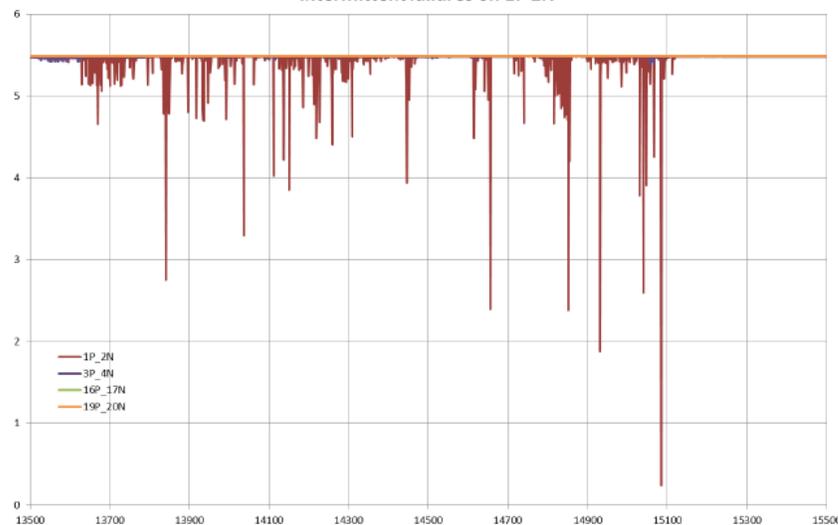
Analyse des causes de défaillances

- Recherche des modes et des mécanismes de défaillances de systèmes électroniques défaillants : rapidité, flexibilité, efficacité

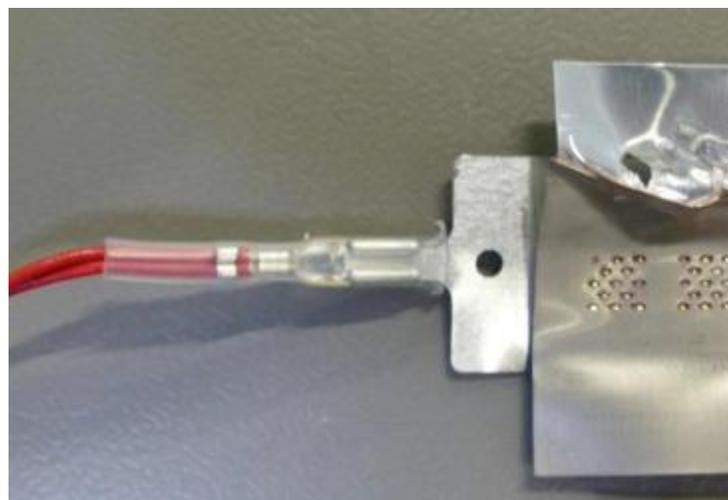
Clinquants de bus-bars



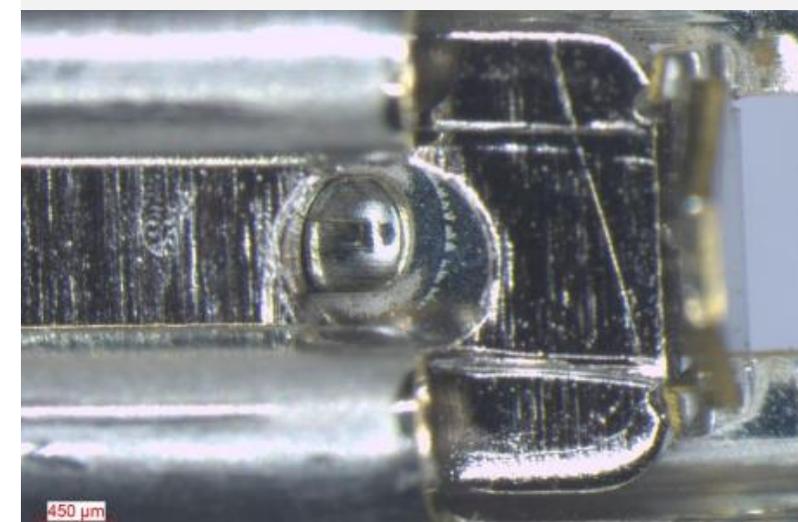
Intermittent failures on 1P 2N



Connecteurs défaillants



Connecteurs défaillants



On trouve toujours quelque chose en essais aggravés !

- Pas une seule campagne d'essais aggravés où rien ne se passe
- Des défaillances : soit attendues, soit inattendues... potentiellement aux lourdes conséquences

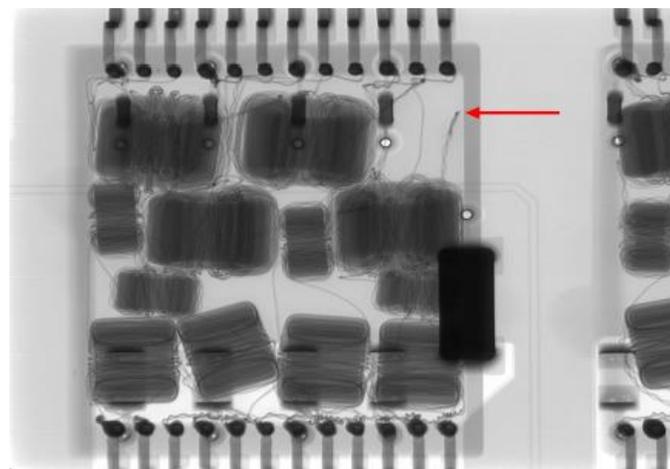
BMS de batteries



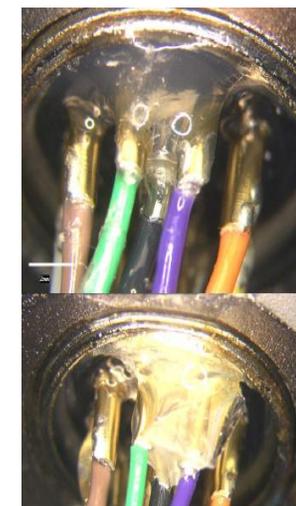
Relais défaillants



Caméra de recul



Bobine CMS défaillante



Refusion

Des essais hors du commun

- Exploration de toutes les parties des produits
- Validation de la mécanique, de l'électronique et du logiciel
- Possible de se permettre les pires extravagances

Facilité d'utilisation

- Enceinte HALT très flexible
- Rapidité des essais aggravés
- Concentration sur une campagne d'essais

Des essais aggravés toujours productifs

- Permet de confirmer ce à quoi l'on s'attend
- Des surprises auxquelles l'on ne s'attendait pas
- Jamais du temps et de l'argent perdus



NRTW 2025

National Reliability Technology Workshop

Mercredi 19 et Jeudi 20 mars 2025 | GANIL – Bd Henri Becquerel, 14000 Caen

Merci pour votre écoute !

Organisé par :

