

framatome

PULSE

Pour surveiller l'état de santé des composants critiques
du contrôle-commande de sûreté





A propos de PULSE

PULSE est une gamme de services visant à surveiller la santé des composants critiques des systèmes de contrôle-commande.

Parce que les systèmes de contrôle-commande sont des équipements critiques pour la sûreté et la disponibilité des réacteurs nucléaires, il est nécessaire de s'assurer que ces systèmes et leurs composants associés présentent toutes les garanties de bon fonctionnement.

Parce que ces systèmes et composants sont aussi exploités sur de très longues périodes, il est nécessaire de surveiller leur vieillissement et leur évolution.

Afin de fournir une réponse adaptée, Framatome a développé l'offre PULSE, qui est constituée d'une gamme de services permettant de réaliser une surveillance de la santé des composants critiques du contrôle-commande.

A travers PULSE, Framatome est capable de détecter et d'anticiper des défaillances potentielles et des problèmes techniques, de les localiser et d'identifier précisément la raison du problème, et par conséquent de le résoudre plus efficacement.

Avec PULSE, les risques et les coûts des programmes de maintenance associés sont optimisés.

SURVEILLER L'ÉTAT DE SANTÉ ET LE
VIEILLISSEMENT DES COMPOSANTS
CRITIQUES DU CONTRÔLE-COMMANDE



Périmètre of PULSE

PULSE, comment cela fonctionne ?

Les services réalisés dans le cadre de l'offre PULSE ont été développés pour être simples et efficaces. Ils utilisent tous le même modèle.

Le modèle PULSE

Pour chacun des composants surveillés dans le cadre de l'offre PULSE, un seul et même modèle est appliqué.

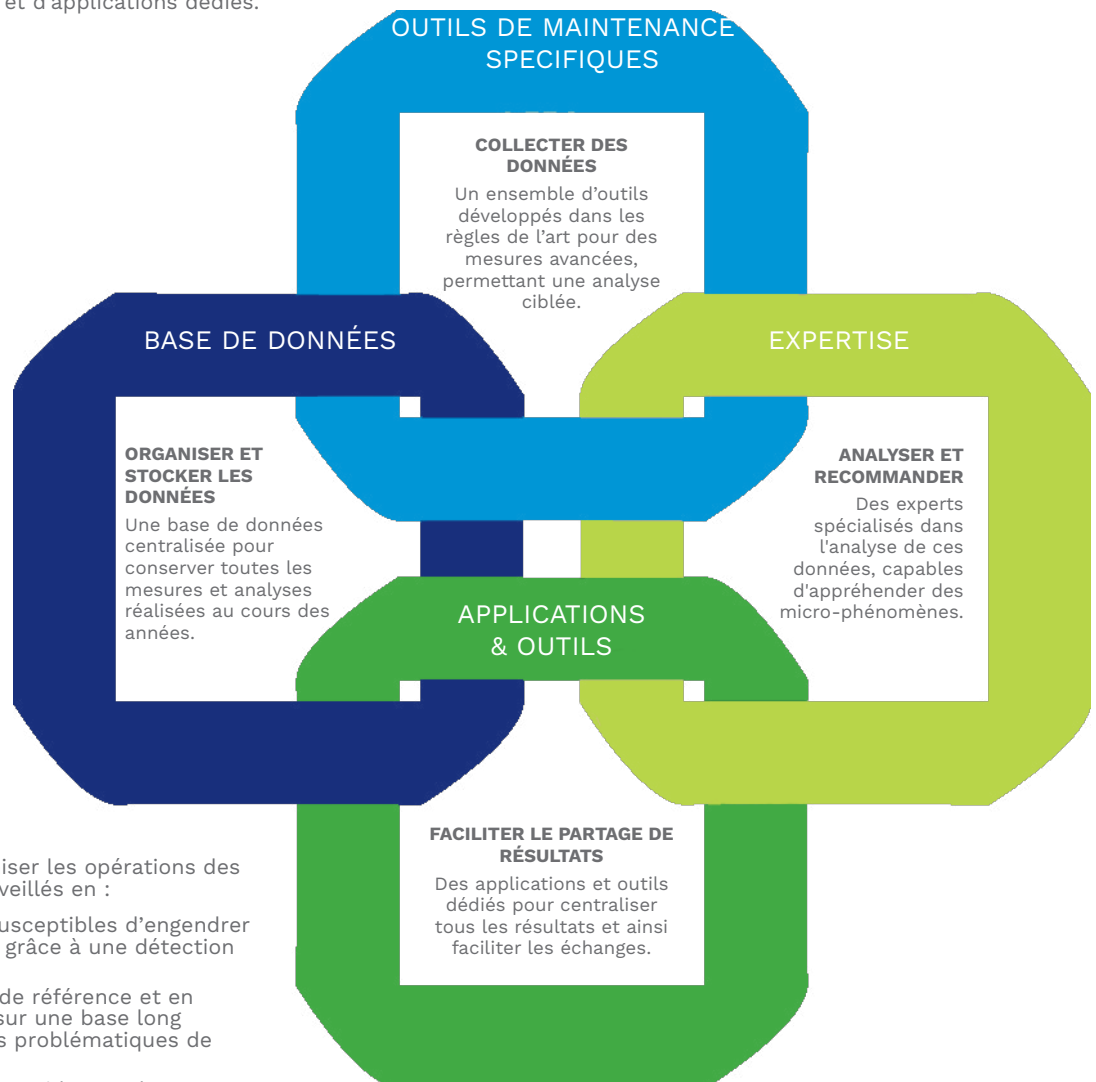
Nous utilisons des outils de tests développés dans les règles de l'art pour réaliser des tests avancés et capables de collecter une large quantité de données, tranche en opération ou pendant les arrêts de tranche.

Ces données sont sauvegardées dans une base de données centralisée sûre et cybersécurisée.

Nos experts analysent ensuite ces données et peuvent établir des tendances en comparant les données collectées au fil des années.

Enfin, nous partageons nos recommandations avec nos clients au travers de l'utilisation d'outils et d'applications dédiés.

Un modèle simple et efficace



Valeur ajoutée

L'offre PULSE permet d'optimiser les opérations des systèmes et équipements surveillés en :

- Réduisant les incidents susceptibles d'engendrer des arrêts automatiques, grâce à une détection anticipée des problèmes
- Etablissant des données de référence et en comparant ces données sur une base long terme, afin d'identifier les problématiques de vieillissement
- Réduisant et en résolvant rapidement les événements imprévus, dans la mesure où certains outils permettent d'identifier la localisation des problèmes
- Réduisant la durée des activités de maintenance et en gagnant du temps sur le chemin critique
- Planifiant et en anticipant les actions de maintenance, afin de limiter les impacts de délai sur le redémarrage de la tranche

PULSE [Perturbations électromagnétiques - PEM]

Surveiller les perturbations électromagnétiques externes et vérifier la robustesse des chaînes d'instrumentation neutronique, depuis le détecteur jusqu'à l'armoire.

Principe

Le système RPN traitant de petits signaux impulsionnels, l'influence de la CEM est une caractéristique essentielle à surveiller afin d'assurer un fonctionnement sûr et fiable de ce système critique pour la sûreté.

Les perturbations électromagnétiques circulant sur les câbles RPN et la qualité de l'immunité de la ligne du système peuvent conduire à perturber le taux de comptage et ainsi provoquer dans certains états de tranche un arrêt automatique réacteur.

Fort de 50 ans d'expérience dans le domaine de l'instrumentation neutronique, Framatome a développé une série d'outils innovants – les Wave – qui permettent d'effectuer un diagnostic complet et quantifier la ligne de mesure.

Objectifs

Au travers de l'utilisation des outils Wave, l'offre PULSE [Perturbations électromagnétiques] permet aux opérateurs nucléaires :

- D'avoir un diagnostic clair concernant l'impact de l'environnement CEM extérieur sur les lignes
- De quantifier le niveau d'immunité des lignes RPN
- De vérifier la conformité des lignes RPN à la CEM après chaque opération de maintenance (remplacement de détecteur, connecteur, déconnexion, etc...) par des mesures précises
- De détecter les faiblesses et les défaillances des lignes, y compris au niveau des traversées ou des connecteurs

Outils

La famille des outils Wave est constituée de 3 outils indépendants et complémentaires : Wave-B, Wave-S, Wave-IP.

Wave-B:

- Pour surveiller l'influence de l'environnement CEM extérieur qui pourrait impacter le système et le quantifier
- L'enregistrement des perturbations se fait tranche en opération, sans que cela ne perturbe l'opérabilité du RPN, et ce, pendant quelques jours ou plus

Wave-S:

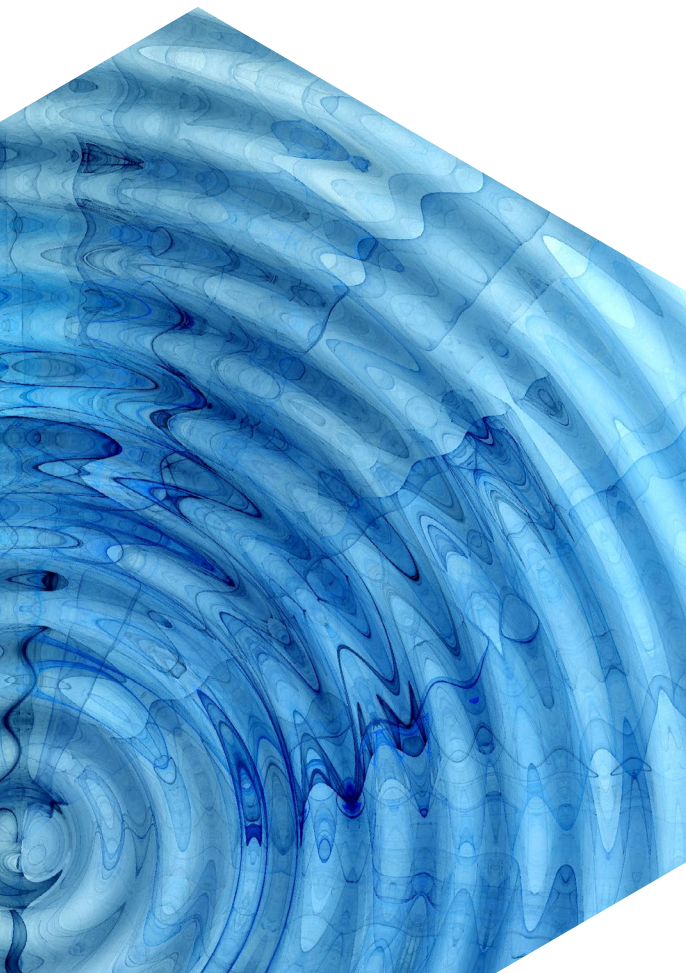
- Pour vérifier la robustesse CEM des chaînes source en mesurant et quantifiant leur immunité
- L'enregistrement réalisé est intrusif au niveau RPN (les câbles doivent être déconnectés de l'armoire)
- Cette prestation permet de garantir la qualité de la ligne, la qualité des interfaces, la qualité de serrage et l'opérabilité de la ligne

Wave-IP:

- Pour vérifier la robustesse à la CEM des chaînes Intermédiaires et Puissance
- L'enregistrement réalisé est intrusif au niveau RPN (les câbles doivent être déconnectés de l'armoire)

Bénéfices Client

- Augmenter la fiabilité du RPN
- Eviter les arrêts intempestifs engendrés par des problématiques de CEM, liés à une mauvaise qualité de ligne
- Permettre le démarrage du réacteur avec la garantie de l'opérabilité de la ligne
- Anticiper la maintenance au travers d'une analyse comparative des données enregistrées, cycle après cycle



Outil Wave-B

PULSE [Câbles et connexions]

Surveillance de l'état de santé des câbles et connexions.

Principe

Tous les systèmes de contrôle-commande dépendent d'un câblage fiable de la tranche. Ces câbles sont pour la plupart installés depuis l'origine et le début de l'exploitation de la centrale. Ils ont donc été soumis à des contraintes fortes, depuis de nombreuses années.

Les contrôles effectués sont souvent basiques (continuité, isolement) et ne permettent pas d'identifier les faiblesses et les vieillissements, généralement au niveau des interfaces.

Bien que les câbles individuels puissent être remplacés, un remplacement complet n'est ni une option prudente et ni une stratégie pratique de gestion du vieillissement.

Dans le cadre de PULSE, Framatome propose des tests électriques des câbles, incluant une série de tests complets réalisés avec l'outil CHAR :

- Mesures de résistances (DC)
- Tests de résistance d'isolement
- Mesures d'Inductance, de capacitance, de résistance
- Réflectométrie dans le domaine temporel
- Rétro-réflectométrie dans le domaine temporel
- Mesures courant/tension

Objectifs

D'une manière coordonnée, toutes les mesures effectuées avec l'outil CHAR aident à identifier, localiser et déterminer la nature du problème et guider l'opérateur dans sa compréhension de l'origine du problème (le capteur lui-même ou bien les câbles ou les connecteurs).

En comparant les tests réalisés année après année, des tendances se dégagent et les problématiques de vieillissement peuvent être identifiées à l'avance.

Les tests réalisés avec l'outil CHAR permettent d'identifier des problèmes touchant les câbles, des connecteurs dégradés, des problèmes d'humidité à l'intérieur des câbles, des connexions intermittentes, un couplage de bruit provenant d'un blindage endommagé ou dégradé, des défauts circuits ouverts, conducteur à la terre, etc.

Outils

L'outil CHAR représente une solution comprenant un outil de mesure et un multiplexeur, permettant de réaliser un ensemble de tests, dans des conditions optimisées.

Grâce à une série de tests électriques non destructifs qui peuvent être réalisés depuis le bout du câble, l'outil CHAR permet d'obtenir un diagnostic précis permettant de garantir l'intégrité du câble.

Il permet de tester la plupart des circuits de câbles, ainsi que les appareils terminaux, tout en évitant au personnel de maintenance une exposition dans un environnement difficile.

La collecte de données est gérée au travers d'un logiciel propriétaire convivial qui donne automatiquement les tendances des mesures récentes, en faisant le lien avec les données des années précédentes, et en faisant apparaître les écarts.

Applications

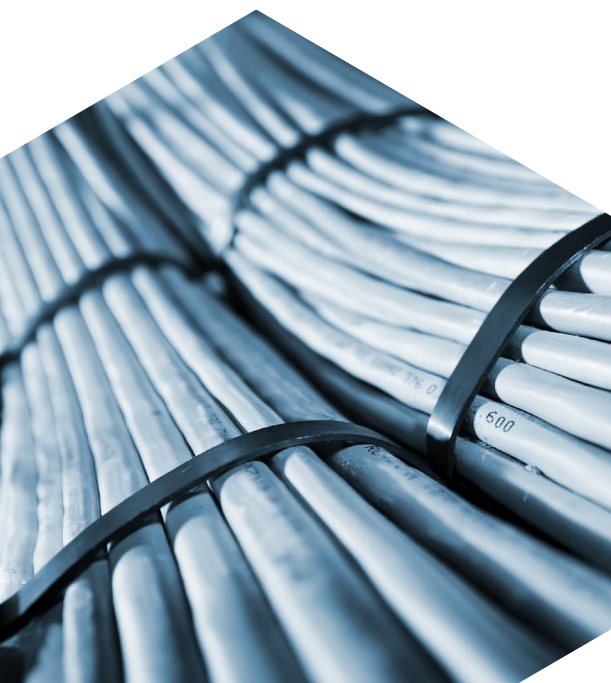
L'outil CHAR peut être utilisé pour différents types de câbles des systèmes de Contrôle Commande, incluant :

- Les câbles du système RGL
- Les câbles des Indicateurs de Position de Barres
- Les câbles d'instrumentation
- Les câbles du système RCP (chauffage pressuriseur)

Bénéfices Client

- Identifier et localiser des problématiques jusque-là non détectables sur une ligne complète, au niveau du câblage, de la connectique et des capteurs
- Caractériser une ligne complète à un moment donné et suivre son évolution dans le temps pour anticiper les problèmes potentiels
- Optimiser la durée des interventions, notamment grâce à la localisation des problématiques

Grâce à PULSE [Câbles et Connexions], vous êtes ainsi assurés avant le redémarrage de la tranche que les lignes sont parfaitement opérationnelles et qu'elles ne généreront pas d'arrêt intempestif.



L'outil CHAR utilisé sur le système RGL de Framatome

PULSE [DéTECTEURS neutroniques]

Surveillance du vieillissement au fil des années pour prendre les décisions de remplacement au bon moment.

Principe

Les détecteurs neutroniques sont des équipements critiques pour la sûreté et pour la disponibilité des réacteurs nucléaires. Ce sont des équipements complexes fonctionnant dans des conditions extrêmes.

Un problème détecteur peut générer un arrêt automatique du réacteur. Par conséquent, l'état de vieillissement des détecteurs neutroniques doit être suivi avec une attention accrue.

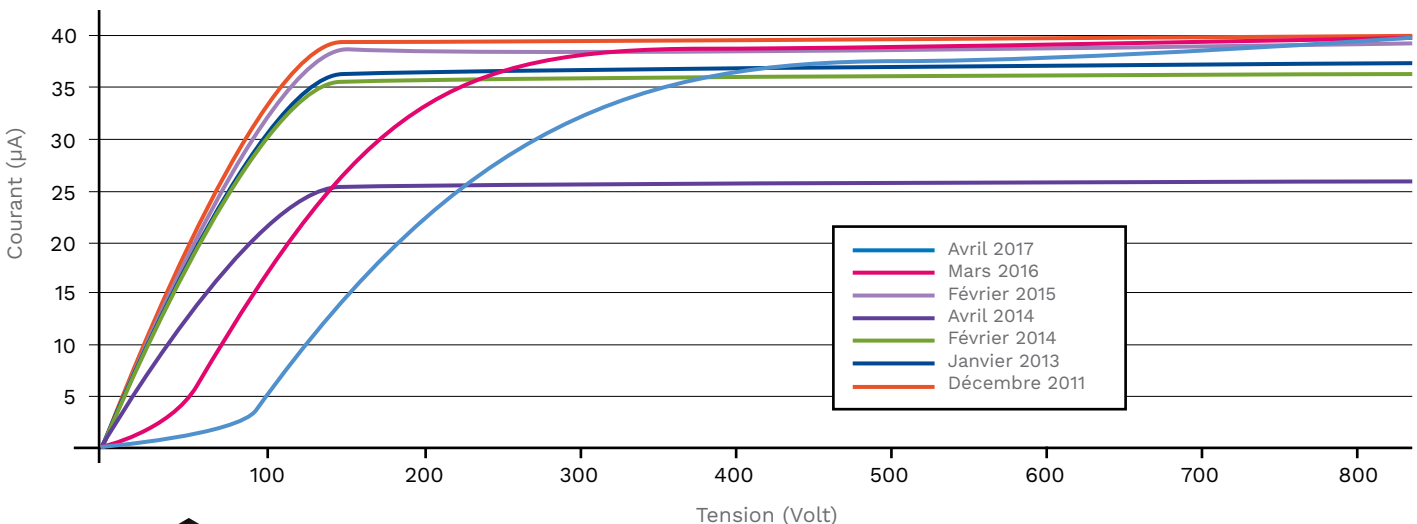
Sur la base de ses 50 ans d'expérience dans les détecteurs neutroniques, Framatome a développé une solution pour aider les opérateurs nucléaires dans leur prise de décision concernant le remplacement d'un détecteur.

Méthodologie

La solution proposée par Framatome est basée sur une méthodologie spécifique :

- La collecte de données issues des tracés de courbes
- Une base de données spécifique permettant de stocker des données et d'analyser l'état de vieillissement de chaque détecteur
- Une expertise technique et des recommandations

A travers le support d'un pôle d'experts et une surveillance des tracés de courbes des détecteurs neutroniques au fil des années, nous donnons à nos clients de la visibilité sur l'état de vieillissement de leur flotte de détecteurs neutroniques.



Bénéfices Client

Grâce à la solution PULSE détecteurs neutroniques, les opérateurs peuvent :

- Avoir une meilleure gestion des remplacements de détecteurs
- Eviter les arrêts automatiques intempestifs
- Améliorer la visibilité sur le budget grâce à une détection du vieillissement des détecteurs très en amont

PULSE [Transmetteurs de pression]

Surveillance de l'état de santé des transmetteurs de pression et des lignes d'impulsion associées.

Principe

Le temps de réponse des transmetteurs de pression, de niveau et de flux des centrales nucléaires peuvent être vérifiés de manière passive et à distance, en utilisant la technique de « l'analyse de bruit ». Cette technique utilise le débit d'une chaîne de contrôle-commande, échantillonnée à 1000 Hz ou plus, pour donner une réponse dynamique. Plus spécifiquement, la technique de l'analyse de bruit est basée sur la surveillance des fluctuations naturelles qui existent à la sortie des transmetteurs, pendant que la tranche est en exploitation.

Ces fluctuations sont dues aux turbulences induites par le flux d'eau dans le système, un transfert de chaleur aléatoire dans le cœur, et d'autres occurrences naturelles de phénomènes.

Le bruit est extrait de la sortie du transmetteur en retirant la composante continue du signal et en l'amplifiant. L'analyse qui en est faite permet de fournir la performance dynamique du transmetteur.

Outil

Le test en ligne pour le temps de réponse des transmetteurs de pression est réalisé avec l'outil OLM, qui consiste en un système d'acquisition de données et un ordinateur.

L'outil est connecté aux signaux de sortie du transmetteur au niveau des armoires d'instrumentation.

Les tests réalisés avec l'outil OLM sont normalement réalisés lorsque la tranche est dans des conditions normales d'exploitation.

L'outil OLM est compatible avec tous types de transmetteurs de pression et est utilisé dans plus de 120 centrales nucléaires (Etats-Unis, UK, Espagne et Chine).

Objectifs

L'analyse du signal généré par l'outil OLM permet de réaliser un diagnostic complet des transmetteurs de pression et de leurs lignes associées.

Les principaux objectifs sont de :

- Faire une mesure passive permettant de vérifier le temps de réponse de tous types de transmetteurs (pression, niveau, flux), tranche en marche
- Fournir des informations de diagnostic concernant l'état de santé des lignes d'impulsion des transmetteurs (blocages, vides et fuites, présence de gaz), tranche en marche
- Identifier le vieillissement des transmetteurs et des lignes d'impulsion par analyse comparative des données enregistrées, cycle après cycle

Bénéfices Client

Grâce à la solution PULSE transmetteurs de pression, les opérateurs bénéficient de :

- La réalisation des mesures tranche en opération, sans aucun impact sur la disponibilité du réacteur nucléaire, en évitant toute exposition aux radiations du personnel de maintenance
- La possibilité de réaliser en simultanée des mesures sur plusieurs transmetteurs à la fois
- Recommandations de Framatome concernant les activités de maintenance à réaliser sur les transmetteurs et/ou sur les lignes d'impulsion
- L'anticipation avant un arrêt de tranche des activités de maintenance potentielles à réaliser sur les transmetteurs ou les lignes d'impulsion



Outil OLM

PULSE [Sondes de Température]

Surveiller l'état de santé des sondes de température et mesurer leur temps de réponse, en les laissant connectées au process.

Principe

Le test de réponse en boucle (LCSR - Loop Current Step Response) permet de tester le temps de réponse d'une sonde de température installée dans une centrale nucléaire en la laissant connectée au process.

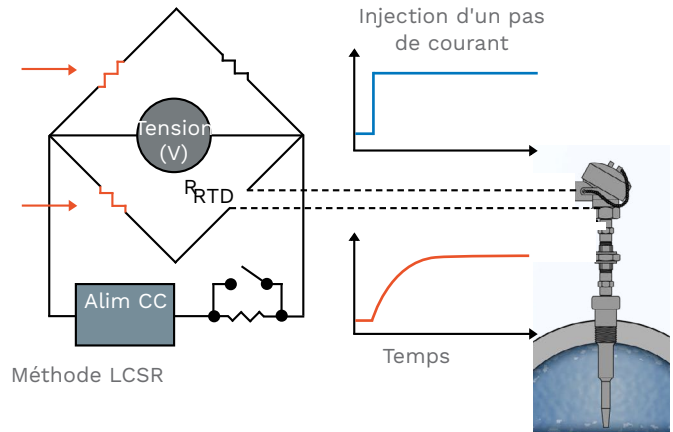
Ce test, qui peut être réalisé à distance depuis les armoires électriques ou la salle de commande, est basé sur l'échauffement de l'élément sensible (PT100) de la sonde de température par l'injection d'un courant électrique. Le courant injecté entraîne une transition de température dans la sonde qui peut être analysée à travers son courant pour déterminer son temps de réponse.

Ce test est généralement effectué durant un arrêt à chaud.

Objectifs

Le test de réponse en boucle permet :

- De mesurer le temps de réponse de la sonde de température et vérifier sa conformité avec les exigences des spécifications techniques ou les exigences réglementaires, en la laissant connectée au process
- D'identifier par comparaison les sondes pouvant avoir un défaut ou n'étant pas correctement installées dans leurs puits, notamment au moment d'une installation de nouvelles sondes.
- De surveiller et suivre l'état de santé des sondes de température en comparant les mesures de temps de réponse réalisées cycle après cycle, de façon à anticiper tout remplacement de sonde de température
- Avoir la garantie avant chaque redémarrage que l'ensemble des sondes fonctionnent correctement

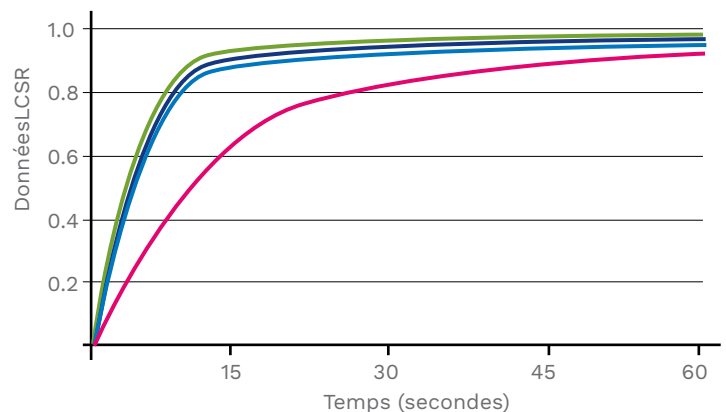


Outil

L'outil ERT-3 est composé d'un boîtier spécifique et d'un PC muni d'un logiciel propriétaire. Il permet de réaliser sur site les mesures de temps de réponse des sondes de température, en les laissant connectées au process. Par rapport aux paramètres particuliers de chaque sonde, l'outil échantillonne les données, les analyse et permet ainsi d'en déduire leur temps de réponse.

L'outil ERT-3 permet de mesurer le temps de réponse de 5 sondes de température simultanément, réduisant de fait la durée des tests et l'efficacité des mesures.

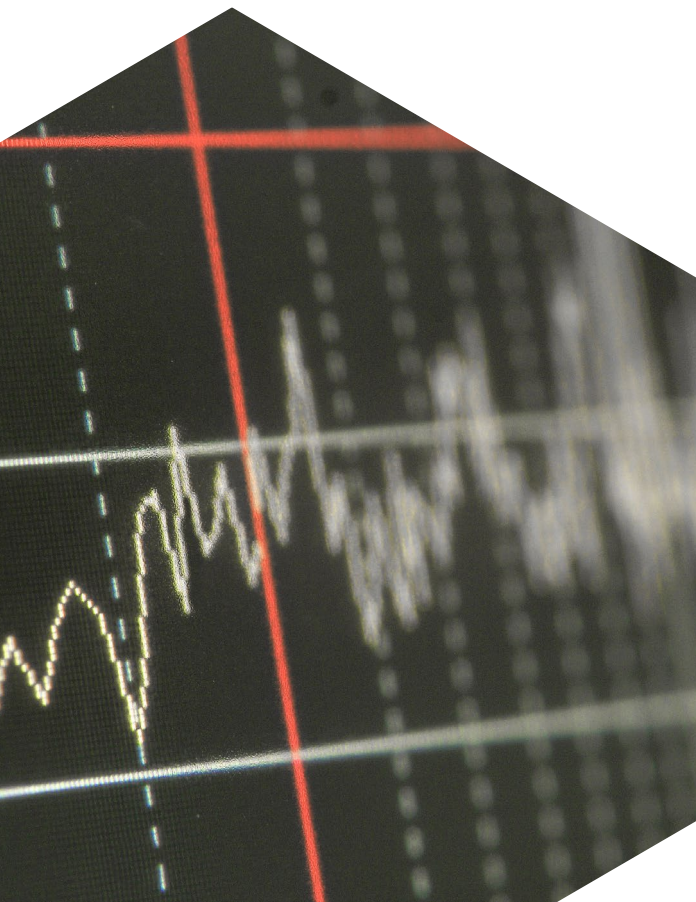
L'outil ERT-3 est le résultat de 30 années d'expérience dans l'analyse de temps de réponse. Cet outil a déjà permis de réaliser plus de 50.000 mesures de temps de réponse dans près de 100 réacteurs nucléaires du monde entier.



Exemple de test LCSR permettant d'identifier par comparaison les problèmes d'installation

Bénéfices Client

- La technique utilisée et l'outil ERT-3 permettent de réaliser les mesures de temps de réponse des sondes de température en les laissant connectées au process
- Le temps de test est significativement réduit, les tests pouvant être réalisés jusqu'à 5 sondes simultanément
- Les tests sont réalisés en arrêt à chaud
- Les résultats des tests de temps de réponse des sondes de température sont obtenus quelques minutes après la fin du test. Dans la foulée, ces données peuvent faire l'objet d'une première analyse sur site



PULSE [Thermographie]

Surveiller l'état de santé et le vieillissement des matériels par la thermographie infrarouge, et décider du remplacement ou de l'intervention sur les équipements au bon moment.

Principe

Afin de surveiller l'état de santé et le vieillissement de systèmes classés nucléaires et de leurs composants, Framatome utilise une méthode spécifique basée sur la thermographie infrarouge. Cette méthodologie permet de détecter des composants défaillants, des problèmes de sertissage ou de serrage et d'identifier des composants qui perdent leurs caractéristiques initiales, entraînant des échauffements.

La comparaison d'images de thermographie infrarouge réalisées sur les mêmes points au fil des années permet aussi de dégager des tendances et d'anticiper des problèmes qui pourraient apparaître sur certains matériels.

Outil

Afin de réaliser cette surveillance spécifique, Framatome utilise un outil dédié, équipé d'une caméra thermique capable d'effectuer un scan complet de l'équipement. Toutes les images collectées sont ensuite analysées par des experts qui rendront leurs conclusions et feront des recommandations.

Objectifs

Grâce aux opérations de thermographie infrarouge qui viennent compléter les opérations de maintenance classique, Framatome donne aux opérateurs plus de visibilité concernant l'état de santé de leurs systèmes, en détectant des problématiques de défaillance ou de vieillissement dans une phase beaucoup plus en amont, et avant que la panne soit effective.

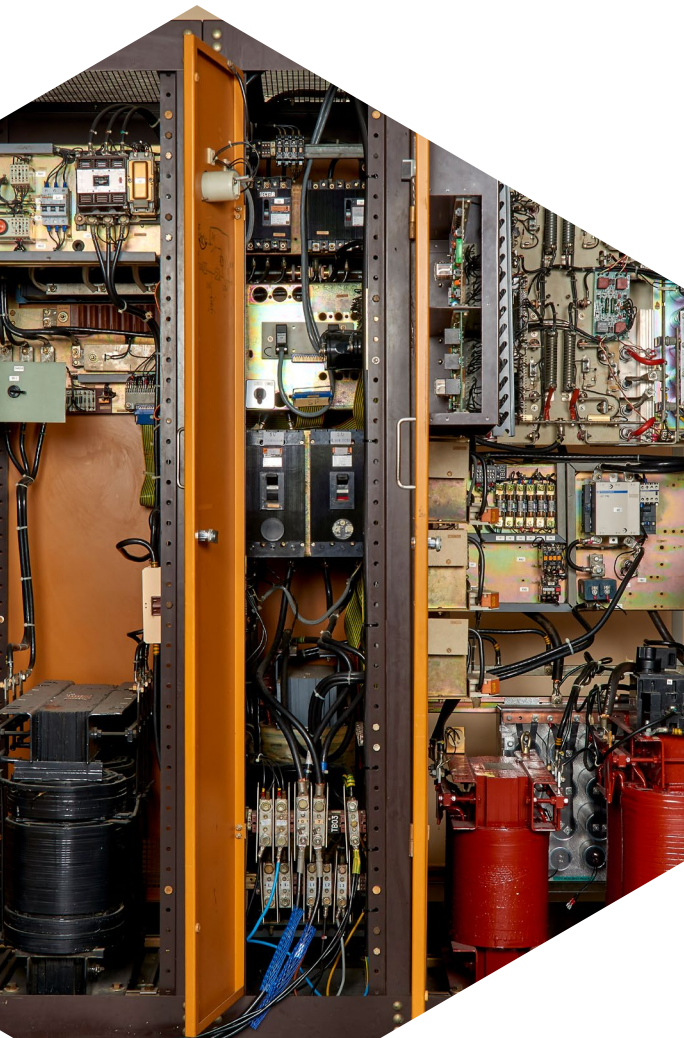


68.3 °C



68.3 °C
60
40
40
22 °C
22.0

Exemple d'analyse grâce à la thermographie infrarouge réalisée sur un onduleur classé



Expérience and références

Pulse est le fruit de 60 années d'expérience dans le domaine du contrôle-commande nucléaire.

Une expérience terrain long terme

Depuis plus de 60 ans, les équipes de Framatome participent à la conception de centrales, fournissent la chaudière nucléaire, conçoivent et fabriquent des composants et des combustibles, intègrent des systèmes de contrôle-commande et assurent la maintenance de réacteurs nucléaires de différents types afin de délivrer les plus hauts niveaux de sûreté opérationnelle à nos clients.

Nos systèmes et solutions, critiques pour la sûreté assurent aujourd'hui la sûreté et la pérennité de plus de 380 réacteurs dans le monde.

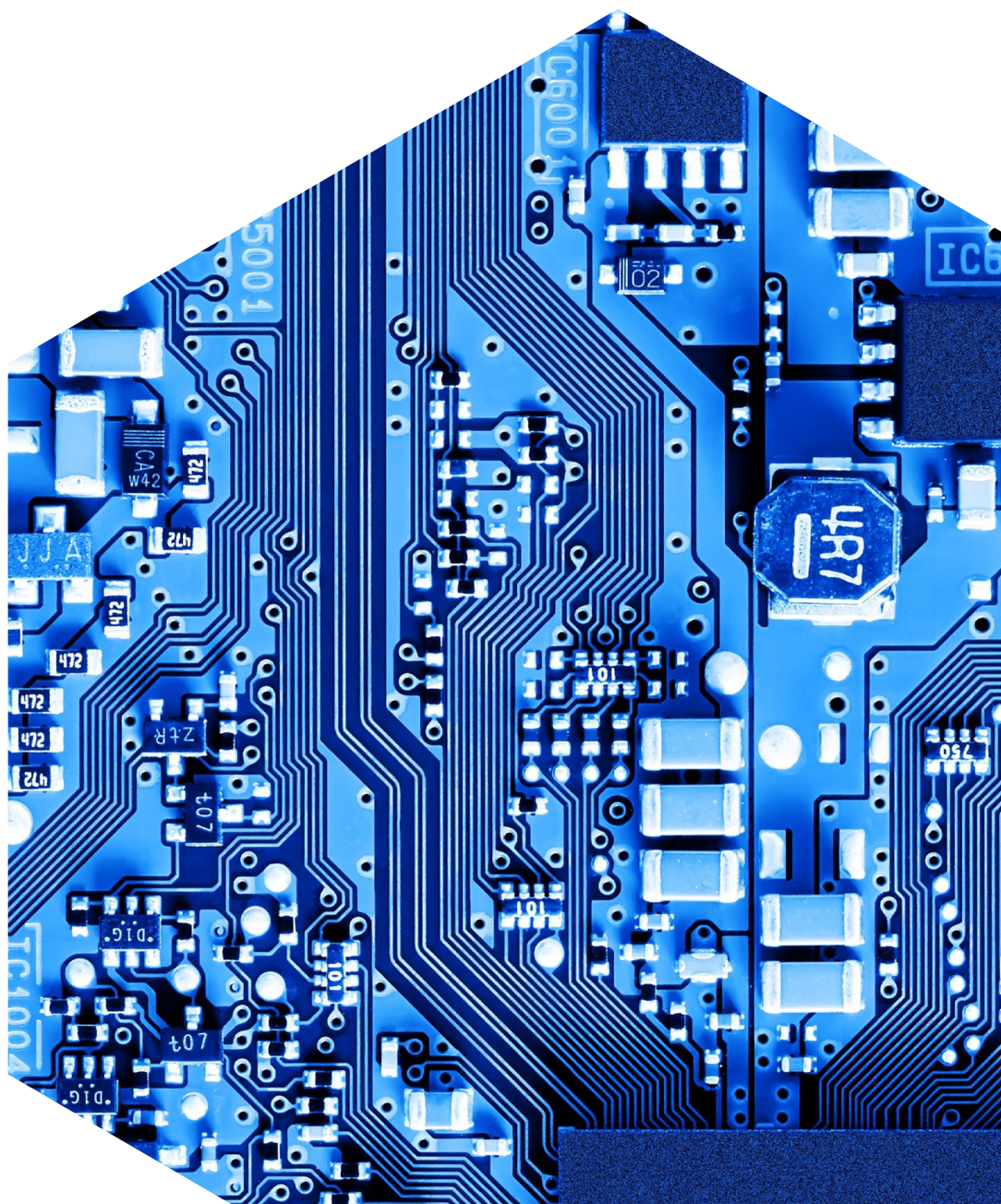
Le haut niveau de savoir-faire de nos collaborateurs a permis de relever de nombreux challenges afin de développer des technologies innovantes, robustes et fiables et ainsi d'assurer le plus haut niveau de protection et de performance opérationnelle.

Une expertise étendue, des outils qui ont prouvé leur efficacité

Au fil des années, nos équipes ont développé des solutions pour assurer une maintenance opérationnelle de ces technologies sur une longue période. Nous aidons ainsi nos clients, à générer une production d'électricité sûre, fiable et à coût optimisé, et ce tout au long de la durée de vie de leurs centrales.

PULSE est le résultat de cette longue expérience et expertise dans le domaine du contrôle commande nucléaire.

Nos outils sont aujourd'hui utilisés sur presque 200 réacteurs nucléaires dans le monde, incluant toutes les centrales nucléaires des Etats-Unis, la plupart des réacteurs en France, Chine, Espagne et Royaume-Uni.



Framatome est un leader international de l'énergie nucléaire, reconnu pour ses solutions innovantes et digitales, ses technologies à forte valeur ajoutée à destination du parc nucléaire mondial. Forte d'une expertise mondiale et de solides références en termes de fiabilité et de performances, l'entreprise conçoit, entretient et installe des composants et des combustibles ainsi que des systèmes de contrôle-commande pour les centrales nucléaires. Ses quelque 16 000 collaborateurs permettent chaque jour aux clients de Framatome de fournir un mix énergétique bas-carbone toujours plus propre, plus sûr et plus économique.

Retrouvez-nous sur : www.framatome.com, et suivez-nous sur Twitter : [@Framatome_](https://twitter.com/Framatome) et LinkedIn: [Framatome](https://www.linkedin.com/company/framatome).

Framatome est détenue par le Groupe EDF (75.5%), Mitsubishi Heavy Industries (MHI – 19.5%) et Assystem (5%).



Scan the QR code to browse
our solutions by market area.

framatome****

Framatome
Tour AREVA. 1 Place Jean Millier
92400 Courbevoie, France

ic@framatome.com
communication@framatome.com
www.framatome.com