



Association de l'Armement Terrestre

48^{ème} Prix AAT – Ingénieur général Chanson

Méthode des Blocs Disjoints pour l'évaluation de la durée de vie opérationnelle de systèmes en environnement vibratoire et chocs

Lauréats : Bruno Colin (Nexter Systems), Pascal Lelan (DGA-TT)

Le monitoring de l'état de santé des équipements critiques sur des systèmes d'armes complexes constitue un enjeu majeur pour les armées. Cette surveillance, réalisée au cours du cycle de vie des systèmes permet de maximiser le temps de fonctionnement des équipements embarqués, et d'augmenter la durée de vie de nos systèmes d'armes, avec à la clé une optimisation et une diminution des coûts de maintenance.

À partir de 2007, Nexter a développé avec le soutien de la DGA une nouvelle méthode, dénommée Méthode des Blocs Disjoints (MBD), introduite désormais dans le processus de personnalisation des essais pour réduire les écarts de prédiction de durée de vie constatés. Ce volet théorique est associé à un volet expérimental basé sur la mise en place de capteurs HUMS (*Health Usage Monitoring System*), capables de monitorer in-situ le potentiel d'endommagement subi par les équipements embarqués, de manière à limiter favorablement le stock des pièces de rechanges et les coûts de possession des systèmes d'armes.

La méthode classique d'évaluation de la durée de vie utilisée s'appuyant sur des méthodologies d'essais forfaitaires s'est avérée très conservatrice, conduisant très souvent à remilitariser des équipements COTS, au détriment du coût d'acquisition des systèmes d'armes.

Les méthodes de personnalisation d'essais bâties sur des techniques de calculs classiques des Spectres de Réponses ne rendent pas compte du caractère probabiliste des chargements réels générés par les porteurs terrestres et ne couvrent essentiellement que le cas de chargements gaussiens stationnaires.

La MBD est une méthodologie innovante capable de prendre en compte le caractère stochastique complexe des chargements réels mesurés sur porteurs terrestres. La non stationnarité des environnements de roulage des véhicules à roues ou chenillés est ainsi levée en utilisant les principes de « clustering » de l'intelligence artificielle sur des critères statistiques métier et que l'on peut personnaliser en fonction du secteur d'activité. La non-gaussienneté des chargements est quant à elle levée par la MBD, grâce à son mode de traitement statistique local (bloc par bloc) en

s'appuyant sur des méthodes originales empruntées au monde de la finance, de l'hydrologie et de l'épidémiologie, et transposées au monde de la mécanique vibratoire.

La MBD, et plus généralement la personnalisation des essais est désormais décrite dans un ensemble de six fascicules portés par l'AFNOR sous pilotage du Centre de Normalisation de Défense.

Référence normative (NF X50-144)	Date d'application (Promulgation)	Dénomination des fascicules du corpus normatif AFNOR
NF X50-144-1	Juillet 2019	Partie 1 : Bases de la démarche pour la prise en compte de l'environnement général
NF X50-144-2	Juillet 2019	Partie 2 : Guide de la démarche de personnalisation en environnement
NF X50-144-3	Janvier 2021	Partie 3 : Application de la démarche de personnalisation en environnement mécanique
XP X50-144-4	Décembre 2017	Partie 4 : Application de la démarche de personnalisation en environnement climatique
NF X50-144-5	Juillet 2019	Partie 5 : Coefficient de Garantie
NF X50-144-6	Juillet 2019	Partie 6 : Facteur d'essai

Mise en œuvre dans le cadre du programme SCORPION par Nexter, la MBD a permis de proposer des compléments de qualification pertinents, et de mettre en avant les avantages de cette nouvelle démarche :

- Construction automatisée des spécifications vibratoires et chocs,
- Amélioration de l'estimation du niveau de fiabilité opérationnelle des équipements,
- Approche calculatoire innovante : extrapolation du niveau de fiabilité sur des projections d'emploi de matériels terrestres en exploitation (extension de la durée de vie),
- Intégration des principes MBD dans la problématique HUMS des équipements critiques (passage à terme de la maintenance conditionnelle à la maintenance prévisionnelle).

Cette nouvelle méthodologie est une pièce essentielle dans le cadre de la mise en place d'une politique de maintenance conditionnelle, pouvant évoluer favorablement vers le prévisionnel, et plus spécifiquement vers le *Pronostic and Health Management* (PHM).