

New Supercab V1

Note technique synthétique

Fonctionnalité : Traitement markovien et évaluation d'architecture de systèmes

Éditeur : SARL Cab Innovation (Toulouse)

Domaine : Processus de Markov à temps continu (CTMC), Fiabilité dynamique, Évaluation d'architectures critiques

1. Fondements et Moteurs Numériques

Supercab modélise l'évolution probabiliste des systèmes gouvernés par l'équation différentielle matricielle de Kolmogorov :

$$\frac{dP(t)}{dt} = P(t) \cdot Q \quad \text{où } Q \text{ est la matrice des taux de transition } (N \times N).$$

- **Régime transitoire exact** : Calcul de $P(t) = P(0) \cdot \exp(Q \cdot t)$ par la méthode de **mise à l'échelle et élévation au carré (*Scaling & Squaring*)** associée à un développement en série de Taylor d'ordre 20 à 25. Cette méthode élimine les instabilités numériques et le phénomène de perte de précision sur les grands horizons temporels.
- **Régime asymptotique & Disponibilité stationnaire** : Résolution du système algébrique $\Pi \cdot Q = 0$ sous la contrainte $\sum \Pi_i = 1$ par élimination de Gauss-Jordan robuste.
- **Métriques fiabilistes complètes** :
 - MTTF (*Mean Time To First Failure*) évalué par inversion de la sous-matrice fondamentale des états de succès Q_{UU} : $MTTF = \Pi_U(0) \cdot (-Q_{UU})^{-1} \cdot \mathbf{1}$.
 - MTBF, MUT et MDT déterminés à partir de la fréquence asymptotique de franchissement de la frontière de panne : $\omega_D = \sum_{i \in U} \Pi_i \sum_{j \in D} q_{ij}$.

2. Modes d'Exploitation

1. **Solveur Matriciel Direct** ($N \times N$) : Traitement de toute matrice de transition personnalisée avec définition libre des vecteurs d'état initial et de succès opérationnel.
2. **Générateur Booléen Markovien** (2^n états, $n \leq 8$) : Dérivation automatique du graphe d'états à partir d'une équation logique, avec basculement automatique des taux de transition selon que le composant est en régime actif (λ) ou en veille passive (λ^*).

3. **Évaluation Hiérarchique d'Architectures Systèmes** : Arbre logique décomposé en sous-ensembles hétérogènes (valeur scalaire, table de redondance m/N , sous-système logique interne).

3. Fonctions Intégrées (Directement dans Excel)

Supercab enrichit Excel d'un jeu de fonctions natives applicables dans n'importe quelle cellule :

- =Markov(...) : Résolution instantanée transitoire, asymptotique ou métriques d'une matrice.
- =MarkovBooleen(...) : Résolution d'un système à états logiques avec gestion de la veille.
- =Redondance(...) et =RedondanceComplete(...) : Calcul exact d'une redondance m/N réparable intégrant taux de réparation μ , temps de reconfiguration T_{reconf} , stock de rechange local S , réparateurs partagés et délai logistique TAT .
- =EvaluerSystemeGlobal(...) : Résolution de l'architecture d'ensemble.

4. Visualisation et Dossier Justificatif

- Rendu vectoriel dynamique sur Excel : tracé hiérarchique de l'arbre système et blocs diagrammes de fiabilité (BDF) détaillés de chaque sous-ensemble.
- Tracé de la chronique temporelle $R(t)$ discrétisée de 0 à T .
- Module d'export automatisé générant un rapport complet prêt pour audit sous Microsoft Word (.docx) ou PDF (.pdf).