

Cab Designer V3

Note technique synthétique

Fonctionnalité : Suite logicielle complète en Optimisation, Simulation et Sûreté de Fonctionnement

Éditeur : SARL Cab Innovation (Toulouse)

Environnement : Microsoft Excel (Designer.xlam) et batch Windows

Périmètre : Optimisation multi-variables sous contraintes, Simulation stochastique de Monte-Carlo, Chaînage multidisciplinaire et Suite SdF intégrée

1. Moteur d'Optimisation Hybride

Cab Designer met en œuvre une stratégie en deux phases pour converger vers l'optimum global sans piège local :

- **Exploration globale stochastique** : Algorithme Génétique opérant sur un espace de dimension quelconque.
- **Intensification locale continue** : Simplexe de Nelder-Mead appliqué à une fréquence paramétrable (pourcentage de boucles) sur les paramètres réels.
- **Types de paramètres gérés (Table DATA)** : Réels, Entiers, Binaires, Alphanumériques (appels de bases de composants), Permutations, Combinaisons sans répétition, Répétitions, Arrangements ordonnés.
- **Traitement des contraintes (Table RESULT)** :
 - *Méthode de pénalité* : violation temporaire tolérée, pénalité proportionnelle à l'avancement des boucles :

$$\text{Objective} = \pm \text{Critère} + \text{Factor} \times \text{Violation} \times \frac{\text{Boucle}}{\text{Nb_Boucles_Max}}$$

- *Méthode du point intérieur (Fonction barrière logarithmique)* : interdiction absolue de franchissement du domaine admissible :

$$\text{Objective} = \pm \text{Critère} + \text{Factor} \times \sum \ln(\text{Valeur} - \text{Seuil})$$

2. Moteur de Simulation de Monte-Carlo

- **Bibliothèque stochastique (Table RANDOM)** : 20 distributions de probabilité continues et discrètes échantillonnées par inversion analytique ou numérique de la fonction de répartition (Bêta, Binomiale, χ^2 , Erlang, Exponentielle,

Gamma, Géométrique, Gumbel, Hypergéométrique, Lognormale, Normale, Normale Standard, Pareto, Pearson, Poisson, Student, Triangulaire, Uniforme, Variance Gamma, Weibull).

- **Indicateurs de dispersion (Table SIMULATION_RESULTS)** : Moyenne, écart-type, quantiles paramétrables (ex. Q_{90}), probabilités de dépassement ($>$ ou $<$) et histogrammes de distribution.

3. Couplage Optimisation / Monte-Carlo Adaptatif

Pour optimiser un système soumis à des incertitudes sans multiplier les temps de simulation par les milliers d'itérations de l'algorithme génétique :

- **Filtrage à deux étages** : évaluation préliminaire rapide des candidats sur un faible nombre de tirages (ex. 50 simulations), suivie d'un tirage complet (jusqu'à 10 000 simulations) uniquement pour les configurations prometteuses.
- **Contrôle du risque d'erreur** : paramétrage du niveau de risque de rejet inopportun pour sécuriser la détection de l'optimum tout en réduisant le temps de calcul global d'un facteur 15 à 60.

4. Interopérabilité et Modules SdF Embarqués

- **Passerelle applications externes (External_Application)** : séquenceur batch Windows automatisant l'écriture de fichiers d'entrée (Write), le lancement synchrone (LaunchWait), la gestion d'attente (Wait) et la lecture des résultats (Read). Cas types validés : profil aérodynamique sous Xfoil, simulation de disponibilité complexe sous GRIF/Moca RP.
- **Intégration directe des modules SdF** via le menu Tools :
 - Arbre de défaillances → **Cabtree V1** (CEI 61025, décomposition de Shannon, MOCUS, Pareto)
 - Markov & évaluation d'architecture de systèmes → **Supercab V1** (Scaling & Squaring, veilles, MCO, BDF)
 - Réseaux de Petri → **Petricab V1** (RdP stochastiques C++/OpenMP, CUMULD, méga-constellations)
 - Fiabilité, dégradation et réseaux de neurones → **Cabmodel V1** (ALT, REX, processus Gamma/Wiener, réseaux de neurones).