

Dans cette édition :

N° 33 Janvier 2010

- ✓ [Editorial](#)
- ✓ [L'actualité](#)
- ✓ [Le Bêtisier du Fiabiliste](#)
- ✓ [Recherche & Développement](#)
- ✓ [Nouveaux Produits](#)
- ✓ [Formation & Services](#)
- ✓ [Contribution au eJournal](#)



Lettre au format Word PDF* si elle n'apparaît pas correctement sur votre écran

Publication trimestrielle de la société CAB INNOVATION

Pour recevoir le eJournal du fiabiliste, envoyez-nous simplement votre adresse e-mail
 Pour ne plus recevoir le eJournal et disparaître de notre liste de diffusion, retournez-nous cet e-mail avec pour objet le mot « Résiliation ».

Formation en SdF
les 25 et 26 Février 2009

** sans conservation des liens Internet au format pdf*

Editorial

Nous vous adressons nos meilleurs vœux pour cette nouvelle année et souhaitons à nos lecteurs, notamment les plus jeunes, d'échapper aux affres d'une conjoncture encore morose, en espérant que tous les donneurs d'ordres ne seront pas contaminés par la frilosité ambiante : l'expertise pourrait désertier nos contrées si elle n'est pas régulièrement entretenue.

De notre côté, nous entamons notre seconde décennie d'activité avec la même volonté de faire émerger l'innovation (Cab Innovation a été enregistré au R.C.S. le 10/01/2000).

Notre activité dans le développement durable s'inscrit dorénavant dans un partenariat avec le Centre National d'Etudes Spatiales (CNES) qui s'est concrétisé par le dépôt d'un brevet en copropriété portant sur des applications terrestres (solaire thermique et photovoltaïque) et spatiales (générateur solaire et remorqueur spatial).

Nous sommes toujours à l'affût d'idées nouvelles en Sûreté de Fonctionnement, notamment dans le domaine de la maintenance qui constitue, à nos yeux, un gisement de productivité à prospecter. Aussi, l'un des TP de la présente édition porte-t-il sur le modèle de Cox qui intéresse autant le monde médical que les adeptes de la maintenance prédictive (health monitoring). Un second TP, portant sur la modélisation markovienne d'un système mécatronique, est offert exceptionnellement comme étrennes à nos chers étudiants.

Par ailleurs, l'idée d'un « WIKIPEDIA du fiabiliste », évoquée dans la précédente édition du eJournal, a suscité bien des commentaires. Certains très enthousiastes, émanant notamment de chercheurs de renom, et d'autres davantage préoccupés par le choix de l'organisme qui pourrait piloter un tel projet. Aussi souhaitons-nous apporter quelques clarifications au débat afin de lui donner quelques chances d'aboutir (voir en rubrique R&D).

Actualité

Brèves

- Nous venons de déposer un nouveau brevet sur la concentration solaire et sommes actuellement à la recherche de partenaires industriels. Des fiches explicatives concernant les applications terrestres ([solaire thermique](#) ou [photovoltaïque](#)) ou spatiales ([remorqueur](#)) sont disponibles au format Pdf.

- L'offre de **réduction exceptionnelle de - 25 %** proposée à tous les utilisateurs de versions anciennes de nos produits pour les remettre à jour ou étendre leurs fonctionnalités est maintenant achevée. Nous laissons toutefois aux nombreuses victimes des coupes budgétaires de fin d'année le mois de janvier pour se rattraper.

- Nos clients se plaignent parfois de bugs informatiques générant des messages d'erreurs. Mais dans la majorité des cas, ils utilisent des versions anciennes de nos produits avec des versions récentes d'Excel avec lesquels elles ne sont pas compatibles. Une mise à jour s'impose alors.

Prochaines manifestations

- [6èmes Journées Nationales de Fiabilités](#) 24-26/03/2010 - Toulouse
- [ESREL 2010](#) 5-9/09/2010 - Rhodes Greece
- [λμ 17 \(Innovation et Maîtrise des risques\)](#) 5-7/10/2010 - La Rochelle

Le Bêtisier du Fiabiliste

La maîtrise des incertitudes par une communication maîtrisée

Du théoricien au décideur, la communication est souvent difficile. Aussi, la décision est-elle parfois biaisée par incompréhensions ou manque d'information. Cette difficulté concerne tout particulièrement les analyses statistiques pour lesquelles certaines limitations et hypothèses sous-jacentes font souvent partie d'un « non dit » connu des seuls experts.

Ainsi, un niveau de confiance sera compris par le béotien comme la probabilité que l'information, qui entre dans la prise de risque qu'engage sa décision, soit exacte. Or, c'est souvent beaucoup plus compliqué. Celui-ci concerne, en fait, l'adéquation de données à un modèle, dont la justesse n'est généralement pas garantie, et qui est parfois utilisé dans un domaine d'extrapolation par rapport à toute l'expérience acquise. De plus cet indicateur est souvent évalué de différentes manières pour tenter de le conforter (inversion de la matrice de Fisher, Bootstrap ...) qui posent, elles-mêmes, un certain nombre de questions.

Si nous nous en satisfaisons dans bien des domaines, ce flou nous interpelle quand il concerne des études de sécurité. Aussi appelons-nous de nos vœux un dialogue fructueux entre experts et praticiens pour tenter de le dissiper.

[La compilation du Bêtisier](#)

Recherche & Développement

• Application du modèle de Cox à la maintenance prédictive

La maintenance prédictive (health monitoring) ne présente que des avantages, tant pour le fiabiliste que pour le financier. A partir d'indicateurs de l'état de dégradation des matériels (niveau vibratoire, qualité du liquide de lubrification, échauffement, impédance d'un circuit électrique, etc.), elle permet d'espacer, en moyenne, les actions de maintenance tout en diminuant paradoxalement les risques de défaillance. Mais un modèle de prédiction est pour cela nécessaire.

Utilisé en épidémiologie pour prendre en compte plusieurs facteurs de risque dans la survenue de maladies ou de décès, le modèle de Cox est un modèle de vie accélérée dans lequel le taux de défaillance de base est affecté par différentes covariables favorisant ou s'opposant à l'apparition des défaillances :

$$\lambda(t) = \lambda_0(t) \exp(\sum \beta_i X_i)$$

Ce modèle est parfois utilisé en fiabilité pour tenir compte de certains facteurs de stress (charge, sollicitation, température...) et sa forme particulière permet d'estimer, à partir de données de retour d'expérience, les coefficients β_i indépendamment de $\lambda_0(t)$, en maximisant la fonction de vraisemblance partielle de Cox qui ne s'intéresse qu'à l'ordre d'apparition des défaillances.

Utilisé avec des covariables évolutives dans le temps $X_i(t)$, ce modèle apparaît particulièrement bien adapté à la maintenance prédictive, bien qu'il ne prenne pas en compte un éventuel effet cumulatif des covariables (le taux de défaillance d'une machine sera affecté par la qualité de son huile à l'instant courant mais pas par l'évolution antérieure de celle-ci).

Mais le calcul de la vraisemblance partielle de Cox nécessite alors de connaître la valeur des covariables de tous les équipements au moment de chacune des défaillances, ce qui est évidemment difficile à concevoir dans le cadre du suivi opérationnel d'une flotte de matériels.

En revanche, si la valeur des covariables n'est mémorisée au moment des défaillances que sur les équipements concernés, un modèle entièrement paramétrique, de type Cox couplé à une loi de Weibull par exemple, peut être ajusté globalement par la méthode du maximum de vraisemblance, sous réserve d'utiliser un outil d'optimisation performant.

[TP 31 : Application du modèle de Cox à la maintenance prédictive](#)

• Modélisation markovienne automatique et regroupement des états équivalents

Les traitements markoviens présentent des avantages, en termes de précision et de rapidité de calcul (résolution d'un système d'équations différentielles du premier ordre), mais également certains inconvénients :

- Emploi exclusif de taux de transition constants (lois exponentielles)
- Explosion combinatoire des états (2^n pour un système de n éléments à 2 états)
- Complexité de la modélisation (matrice ou graphe)

Différents palliatifs existent cependant dont la méthode des états fictifs pour le premier et le regroupement des états équivalents pour le second (ce regroupement ne concernant que les éléments interdépendants qui ne peuvent pas faire l'objet d'un traitement de type arbre de fautes).

Le logiciel SUPERCAB met en œuvre une technique originale de modélisation automatique, à partir de conditions logiques de fonctionnement ou de dépendance stochastique (états OFF), qui identifie et regroupe les états équivalents. Ces traitements sont illustrés par un cas d'application relatif à un système mécatronique embarqué.

[TP30 : Modélisation markovienne d'un système mécatronique avec regroupement d'états équivalents](#)

• Le « WIKIPEDIA » du Fiabiliste

Ce portail n'a de sens, à nos yeux, que s'il offre réellement à l'utilisateur une certaine autonomie dans sa pratique de la Sûreté de Fonctionnement, au-delà de la simple sensibilisation et de la fourniture de références diverses. Son aspect didactique et pratique apparaît essentiel, ce qui ne signifie pas une édulcoration de théories parfois complexes (renvoyées éventuellement dans des annexes) et surtout des limitations et hypothèses sous-jacentes dont la compréhension est impérative pour éviter toute application abusive (ce que nous observons régulièrement).

Une autre de ses finalités est de constituer un support d'échange efficace entre la recherche et l'industrie en informant autant des problématiques du terrain que des réponses apportées et éventuelles avancées scientifiques.

Il constituerait ainsi un outil stratégique de compétitivité industrielle et d'excellence de la recherche en étant tout à la fois un véhicule des bonnes pratiques, qui irriguerait l'ensemble des entreprises et leurs réseaux de sous-traitants, un outil d'enseignement et un recueil de l'état de l'art.

Relativement marginal au regard des enjeux, son coût devrait cependant être supporté par quelques sponsors intéressés par une telle démarche collective (industriels, organismes publiques, agences de financement de la recherche, etc.).

Bien que des traductions soient tout à fait souhaitables, une version en langue française est nécessaire pour garantir sa diffusion et assurer la parfaite compréhension des subtilités méthodologiques dans le monde francophone.

Sa localisation nous apparaît secondaire (il pourrait même être porté à terme sur le véritable WIKIPEDIA) de même que l'organisation de son développement qui ne peut être décidée que par ses souscripteurs.

Il implique un certain partage de l'information, qui peut parfois bousculer des positions acquises, mais nous semble inéluctable. Aussi, préférons-nous l'anticiper et l'initier au plus tôt, afin d'en tirer collectivement avantage, que de devoir le subir à terme, dans une langue qui ne sera probablement pas la nôtre, sans en tirer aucun profit. Dans une prochaine édition, nous soumettrons à nos lecteurs ce que pourrait être l'ossature d'un tel support d'information ainsi que quelques fiches qui ne demanderont qu'à s'enrichir de vos commentaires éclairés et critiques constructives.

Nouveaux Produits

- SUPERCAB Version 11

[Fiche Produit SUPERCAB \(Pdf\)](#)

Cet outil permet d'évaluer la fiabilité et la disponibilité d'architecture de systèmes, à partir des caractéristiques des sous-systèmes et de leurs constituants, et de dessiner les Blocs Diagrammes de Fiabilité correspondants.

Il propose, par ailleurs, divers traitements markoviens, prenant en compte d'éventuels taux de transitions non constants (méthode des états fictifs) ou couplant différentes phases successives de fonctionnement (système évolutif). En outre un analyseur logique permet de construire automatiquement la matrice de Markov d'un système complexe à partir d'expressions logiques caractérisant son fonctionnement, en identifiant et regroupant les états équivalents.

[Manuel utilisateur de SUPERCAB \(PDF\)](#)

[User Manual \(English version\)](#)

- **CABTREE** Version 11

Fiche Produit CABTREE (Pdf)

Cet outil de traitement des arbres de fautes dessine automatiquement l'arbre, en le décomposant si nécessaire sur plusieurs feuilles du tableur, et peut le traiter par calcul exact ou simulation de Monte-Carlo, selon le choix de l'utilisateur.

[Manuel utilisateur de CABTREE \(PDF\)](#)

[User Manual \(English version\)](#)

- **FAILCAB** Version 6

Fiche Produit FAILCAB (Pdf)

Ce produit regroupe deux outils d'analyse qualitative de Sûreté de Fonctionnement, l'APR (Analyse Préliminaire de Risques) et l'AMDEC (Analyse de Modes de Défaillance de leurs Effets et de leur Criticité).

[Manuel utilisateur de FAILCAB \(PDF\)](#)

[User Manual \(English version\)](#)

- **GENCAB** Version 10

Fiche Produit GENCAB (Pdf)

Cet outil générique d'optimisation, qui hybride diverses techniques (Algorithmes Génétiques, évolution différentielle, simplexe non linéaire), est particulièrement robuste face à la diversité des problématiques rencontrées sans imposer à l'utilisateur des réglages particuliers.

GENCAB peut se coupler directement aux outils SUPERCAB (Markov), CABTREE (Arbre de fautes) et SIMCAB (Simulation de Monte-Carlo) et propose un couplage optimisé avec ce dernier permettant de diminuer la durée globale des traitements dans un rapport 10 environ (évaluation grossière préalable de chaque solution candidate).

[Manuel utilisateur de GENCAB \(PDF\)](#)

[User Manual \(English version\)](#)

- **SIMCAB** Version 10

Fiche Produit SIMCAB (Pdf)

Cet outil générique de simulation de Monte-Carlo propose une vingtaine de lois de probabilité qui peuvent s'ajuster à partir de données censurées.

Il met en oeuvre une méthode originale de modélisation des systèmes à états (les modèles de simulation récursive) afin de simuler le comportement de systèmes dynamiques et/ou hybrides (à variables continues).

SIMCAB peut se coupler directement aux outils SUPERCAB (Markov) et CABTREE (Arbre de fautes) afin d'obtenir une distribution de résultats en fonction de celle des données d'entrée, sans dégrader la précision de calcul et la vitesse de traitement.

[Manuel utilisateur de SIMCAB \(PDF\)](#)

[User Manual \(English version\)](#)

- **CABPLAN** Version 2

Fiche Produit CABPLAN (Pdf)

Cet outil permet d'optimiser un ordonnancement de tâches sous la forme d'un diagramme PERT. L'optimisation peut être menée selon différents critères tels que la maximisation des revenus à échéance (gains et coûts associés à chacune des tâches, ramenés à T0 par un taux d'intérêt) tout en respectant des contraintes de précédence entre tâches, de ressources partagées (capables de mener un nombre limité de tâches simultanément) ou de dates de fin de tâche au plus tard. Le PERT peut faire l'objet de simulation (de type Monte-Carlo) pour évaluer l'impact d'aléas ou générer des ordonnancements robustes.

[Manuel utilisateur de CABPLAN \(PDF\)](#)

[User Manual \(English version\)](#)

- **SUPERCAB PRO** Version 10

Cet atelier intègre les outils:

SUPERCAB V.11 : Fiabilité / Disponibilité / Markov

CABTREE V.11 : Arbre de fautes

FAILCAB V.6 : AMDEC et Analyse de Risques

SIMCAB V.10 : Simulation de Monte-Carlo

GENCAB V.10 : Optimisation

CABPLAN V.2 : Ordonnancement et maîtrise des risques "projet"

- **Versions BASIC** **Nouveau**
- **SUPERCAB BASIC** Version 1 Fiabilité / Disponibilité / Markov
- **CABTREE BASIC** Version 1 Arbre de fautes
- **FAILCAB BASIC** Version 1 AMDEC et Analyse de Risques
- **SIMCAB BASIC** Version 3 Simulation de Monte-Carlo
- **GENCAB BASIC** Version 1 Optimisation
- **CABPLAN BASIC** Version 1 Ordonnancement et risques "projet"

Nous consulter pour un téléchargement gratuit d'une durée limitée à 7 jours

Tous nos produits fonctionnent sous Microsoft Excel

Formation & Services

- La prochaine session de formation générale en Sûreté de Fonctionnement (2 jours) aura lieu les 25 et 26 février 2009 dans nos locaux à Toulouse.

[Programme de formation \(Pdf\)](#)

Nouveau : Formation spécialisée en entreprise (2 à 3 jours) sur programme établi à la demande.

- Travaux dirigés en SdF à l'attention des écoles et universités

[TP1 : Application de différentes méthodes d'évaluation de SdF à une même problématique](#)

[TP2 : Comparaison de résultats de calcul et de simulation de Monte-Carlo](#)

[TP3 : Analyse de risques et évaluation de fiabilité d'un système mécatronique](#)

[TP4 : Evaluation et optimisation de la capacité d'un moyen de production](#)

[TP5 : Système réparable avec rechanges éventuellement partagées](#)

[TP6 : Etude d'un atelier flexible](#)

[TP 7 : Optimisation de la maintenance préventive](#)

[TP 8 : Anneaux de redondance](#)

[TP 9 : Optimisation de la maintenance d'un système électrique](#)

[TP 10 : Analyse pire cas d'un capteur magnétique](#)

[TP 11 : Fiabilité opérationnelle de systèmes en réseaux](#)

[TP 12 : Estimations de Fiabilité](#)

[TP 13 : Optimisation de stocks de rechange](#)

[TP 14 : Estimation Bayésienne](#)

[TP 15 : Réduction de variance](#)

[TP 16 : Constellation de satellites](#)

[TP 17 : Estimation d'un quantile par la méthode de Wilks et la méthode du Bootstrap](#) pdf *

[TP 18 : Optimisation d'un concentrateur solaire \(Word\)](#) pdf *

[TP 19 : Ajustement d'un modèle de fiabilité en mécanique \(Word\)](#) pdf *

[TP 20 : La loi de Weibull \(Word\)](#) pdf *

[TP 21 : Les essais accélérés \(Word\)](#) pdf *

[TP 22 : Modélisation et optimisation de la maintenance d'un matériel réparable \(Word\)](#) pdf *

[TP 23 : Simulation d'une mission satellitaire d'observation scientifique \(Word\)](#) pdf *

[TP 24 : Modèle de BERTHOLON et modèle de vieillissement à 3 phases \(Word\)](#) pdf *

[TP 25 : Modélisation et optimisation de la maintenance préventive et corrective d'un matériel soumis à usure \(Word\)](#) pdf *

[TP 26 : Théorie des valeurs extrêmes \(Word\)](#) pdf *

[TP 27 : Prise de décision dans l'incertain \(Word\)](#) pdf *

[TP 28 : Maintenance prédictive \(Health monitoring\) \(Word\)](#) pdf *

[TP 29 : Exploitation d'un REX relatif à des dégradations multiples \(Word\) pdf *](#)

[TP30 : Modélisation markovienne d'un système mécatronique avec regroupement d'états équivalents\(Word\) pdf*](#) **Nouveau**

[TP 31 : Application du modèle de Cox à la maintenance prédictive pdf *](#) **Nouveau**

** sans conservation des liens Internet au format pdf*

- Offre de services couvrant l'ensemble des compétences en SdF (expertise de conception, rédaction de plan de SdF, analyses de fiabilité, disponibilité, sécurité, maintenabilité, testabilité...). Cette offre couvre notamment les systèmes mécatroniques et les phases de réponse à appel d'offres
- Offre de services couvrant l'évaluation/simulation de systèmes divers ainsi que l'optimisation de leurs architectures et de leurs politiques de maintenance (SLI)

Contributions au eJournal

Cette rubrique vous appartient afin de nous faire part de vos commentaires et réactions au eJournal, mais aussi pour nous soumettre vos problématiques et nous communiquer vos attentes en termes de méthodes, outils et services.

Anciens numéros du eJournal : [1](#), [2](#), [3](#), [4](#), [5](#), [6](#), [7](#), [8](#), [9](#), [10](#), [11](#), [12](#), [13](#), [14](#), [15](#), [16](#), [17](#), [18](#), [19](#), [20](#), [21](#), [22](#), [23](#), [24](#), [25](#), [26](#), [27](#), [28](#), [29](#), [30](#), [31](#)



CAB INNOVATION

3 rue de la coquille
31500 Toulouse
Tél. 05 61 54 68 08
Fax. 05 61 54 33 32

contact@cabinnovation.com

Web : www.cabinnovation.com

Copyright © 2009 CAB INNOVATION