Editoriaux des différentes éditions du journal du fiabiliste

N°1 Septembre 2004

La Sûreté de Fonctionnement se construit en grande partie par la communication qui l'accompagne et la qualité de celle-ci conditionne la maîtrise des risques inhérents à tout projet. Mais elle apparaît souvent bruitée sur le terrain que ce soit dans les rapports entre concepteur et décideur, expert et néophyte ou fournisseur et exploitant.
Aussi l'objet de ce eJournal est de faciliter le dialogue entre des professionnels confrontés à des problématiques de SdF parfois difficiles à résoudre et des spécialistes du domaine susceptibles de proposer des solutions originales et dont l'expertise se nourrit autant de l'expression de besoins nouveaux que de méthodes pour y répondre.
Sa vocation est également de vous informer sur l'actualité et les nouveautés du moment, en fédérant, au sein d'un club informel, les nombreux utilisateurs des produits de CAB INNOVATION, qu'ils soient membres de laboratoires de recherche, universités, PME/PMI, sociétés de services ou grandes entreprises

N°2 Novembre 2004

Cherchant au travers du eJournal à promouvoir le dialogue entre tous les acteurs de la Sûreté de Fonctionnement, nous ne pouvons que féliciter les organisateurs du congrès lambda mu 14, qui vient de se tenir à Bourges du 12 au 14 octobre.
Aussi éloigné du salon commercial que de l' « usine à papier », celui-ci a constitué le parfait lieu d'échange et de réflexion entre industriels, universitaires et sociétés de services que nous appelions de nos vœux.
Nous pouvons ici rappeler quelques clés du succès : Un espace rassemblé autour d'un forum convivial, un nombre limité (3) de sessions orales simultanées, des communications affichées pour ne pas trop brider l'expression en contrepartie, des temps de pose raisonnables, un accueil sympathique… sans parler du choix de la magnifique ville de Bourges dont la situation géographique limite les longs déplacements.
Le MOSIM'04 a eu lieu du 1 er au 3 septembre à Nantes, mais ce congrès universitaire de recherche appliquée sur la modélisation et la simulation des systèmes industriels rassemblait cette année… moins d'un pour cent d'industriels parmi ses membres. Faut-il y voir le signe d'un repli sur soi ou les conséquences de contraintes financières conduisant certaines entreprises à n'autoriser les colloques qu'à leurs communicants ?
Aussi, attendons-nous avec impatience le prochain congrès Qualita, du 16 au 18 Mars 2005 à Bordeaux, en espérant y voir traiter de véritables problématiques industrielles ne se limitant pas à de simples cas d'école et présentant un contenu scientifique évident. Celles-ci ne manquent pas dans les entreprises, mais l'absence de dialogue, entre les personnes concernées et celles qui seraient susceptibles de leur apporter des solutions, freine leur résolution.
C'est pourquoi nous invitons les lecteurs à nous présenter dans ce journal de telles problématiques afin de les soumettre à la communauté des chercheurs... ainsi qu'à notre propre sagacité.

N° 3 Janvier 2005

Nous vous présentons nos meilleurs vœux pour l'année 2005 en espérant que celle-ci sera riche et fructueuse dans les domaines de la Sûreté de Fonctionnement, de la Simulation et de l'Optimisation.
En ce qui nous concerne, celle-ci démarre avec la sortie de nouvelles versions de nos produits qui s'enrichissent des méthodes de Modélisation Récursive dans le domaine de la Simulation et d'Evolution Différentielle dans celui de l'Optimisation.
La diversité des méthodes proposées, ayant chacune leurs caractéristiques et domaine de prédilection, permet ainsi de résoudre une plus large couverture de problèmes variés et leur utilisation conjointe se révèle souvent judicieuse.
Ainsi une technique hybride d'optimisation associant Algorithmes Génétiques, Evolution Différentielle et Simplexe non linéaire s'est révélée la plus performante pour résoudre une batterie de cas tests, chaque méthode apportant sa contribution propre pour accélérer la convergence.
Outre l'optimisation, nous avons déjà eu l'occasion de souligner dans ce journal l'intérêt apporté par le couplage entre arbre de fautes et techniques markoviennes, pour modéliser des systèmes dynamiques complexes.
De même, associée à diverses méthodes d'évaluation précises et rapides (arbre de fautes, Markov….), la simulation de Monte-Carlo permet de caractériser les dispersions des résultats obtenus en fonction de celles des paramètres d'entrées (éventuellement corrélés) tout en conservant les avantages propres à ces méthodes. Cette technique simple et robuste répond déjà en partie à un besoin que certains développements nouveaux cherchent à couvrir en faisant appel aux techniques Bayésiennes.
Cette hybridation de méthodes nouvelles (et donc à la mode) et plus anciennes constitue une piste d'innovation particulièrement prometteuse qui est curieusement peu suivie dans le monde de la recherche, le plus souvent dominé par des écoles de pensée (parfois unique) ; l'enjeu est d'apporter la meilleure réponse aux problématiques rencontrées et non pas d'utiliser celles-ci pour valoriser la méthode que l'on cherche à promouvoir et dont on se veut le spécialiste.

N° 4 Mars 2005

Existera-t-il encore dans quelques années des experts en Sûreté de Fonctionnement et des fournisseurs d'outils innovants dans notre pays, qui a pourtant joué un rôle de précurseur dans le domaine ?
Cette question iconoclaste mérite d'être posée tant les modes managériales actuellement en vigueur fragilisent les petites entreprises spécialisées telle que la nôtre, qui autofinancent la totalité de leur Recherche et Développement. Qu'il s'agisse de la limitation drastique des listes de fournisseurs, de la diminution permanente des budgets alloués à la veille technologique et aux investissements, de la remise en cause de la maintenance d'outils parfois très utilisés ou de la limitation des participants industriels aux différents congrès, tout concours à éloigner l'entreprise de ses fournisseurs de taille modeste.
Pourtant chacun sait que l'innovation émerge le plus souvent au sein de ces derniers et que l'expertise se nourrit de la confrontation à des problématiques variées qui sont rarement confinées aux frontières d'une même entreprise.
Cette déficience de l'expertise peut avoir dans notre domaine des conséquences dramatiques que laissent présager quelques erreurs grossières observées dans certaines analyses de sécurité répondant au standard CEI 61508. Moins graves, des réalisations

industrielles laissent songeur, tant l'optimisation des systèmes et de leur mise en œuvre, en termes d'architecture et de politique de maintenance, semblent sortir des préoccupations de leurs concepteurs.
Face à ces nouveaux défis, CAB INNOVATION lance une version internationale du eJournal afin d'accompagner la diffusion de ses produits et services à l'étranger.
Nous profitons de l'occasion pour féliciter la société EUMETSAT qui n'a pas hésité, malgré notre taille modeste, à nous confier le développement de son simulateur de constellation de satellites. Celui-ci constitue un puissant outil d'aide à la décision sur le long terme en ce qui concerne le choix des produits, des opérations et de la politique de maintenance. Les gains engendrés indirectement par notre intervention devraient dépasser très largement le montant cumulé de notre chiffre d'affaire des vingt prochaines années !

N° 5 Mai 2005

Notre dernier éditorial, qui s'interrogeait sur la pérennité de l'expertise en Sûreté de Fonctionnement, a suscité de nombreuses réactions. Aussi profitons-nous du débat entrouvert pour évoquer le marché des logiciels à caractère scientifique et technique, qui s'avère fort différent de celui que nous imaginions dans nos premiers « Business Plan » :
Fruits d'une intense activité de Recherche et Développement, ces produits innovants ont une cible relativement étroite dans le monde francophone et sont en concurrence directe ou indirecte avec des produits anglophones (faciles à amortir) ou non autofinancés (d'origine universitaire ou développés au sein de grands groupes industriels).
Leur mise à jour est problématique en entreprise, faute de budget disponible ou en raison du renouvellement des équipes, ce qui les rend obsolètes face à des besoins qui évoluent.
Bien que de plus en plus concernées, notamment pour répondre à des contraintes contractuelles, législatives ou normatives, les PME/PMI ont des capacités d'investissement très limité.
Le coût de la recherche de marché (prospection, colloques…) devient prépondérant par rapport à celui du développement ; une durée d'un an en moyenne étant nécessaire pour qu'un prospect se transforme en éventuel client.
Aussi, afin de pérenniser le financement indispensable à notre R&D et conserver une image d'entreprise innovante, avons-nous imaginé une nouvelle forme de diffusion rarement appliquée au logiciel : le leasing.
Celui-ci garantit au client une mise à jour continue de ses produits, avec une possibilité d'achat réalisable à tout moment (le retour sur investissement est alors assuré).
Il ouvre le marché aux petites entreprises qui peuvent acquérir des produits pour des durées limitées.
P.S. Le congrès Qualita et la réunion "Outils de SdF" du groupe méthodologique de l'IMDR ont constitués d'intenses moments d'échange que nous avons beaucoup appréciés. Que leurs organisateurs en soient ici remerciés.

N° 6 Juin 2005

La version 6 de l'atelier SUPERCABPRO est aujourd'hui disponible et devrait satisfaire nos utilisateurs les plus exigeants, du moins l'espérons-nous.
Outre diverses améliorations facilitant les évaluations de Sûreté de Fonctionnement, la technique originale de la « modélisation récursive » s'avère, à l'usage, un très puissant outil de simulation des systèmes dynamiques et/ou hybrides (à variables continues).

Ainsi des problèmes relativement complexes, concernant des constellations de satellites, des moyens de production, des systèmes de soutiens logistiques, des réseaux de communication, d'énergie ou de transport… peuvent être résolus dans un délai particulièrement court ; L'emploi d'un formalisme bien connu de l'ingénieur (fonctions de base du tableur Excel) facilitant considérablement la validation des modèles réalisés.
L'outil d'optimisation a également fait l'objet d'une reprise de ses algorithmes. Le couplage original introduit entre les méthodes d'optimisation et de simulation de type Monte-Carlo gagne ainsi en efficacité et permet actuellement de diminuer la durée globale des traitements dans un rapport 10 environ. Ainsi l'utilisation conjointe d'outils de simulation et d'optimisation devient crédible et constitue la clé d'amélioration de nombreux systèmes ; Les choix de conception portant aujourd'hui sur de multiples variables interdépendantes qu'il convient d'ajuster au mieux afin de se démarquer de la concurrence.
P.S. Afin d'encourager la découverte de ces nouveautés, une offre promotionnelle est proposée pendant la période estivale (5% de réduction jusqu'au 31 août).

N° 7 Septembre 2005

Au regard des divers courriels reçus, les travaux pratiques joints à ce journal semblent satisfaire un certain nombre de nos lecteurs. Aussi, nous reprenons leur diffusion, en cette période de rentrée, en vous proposant un TP sur l'évaluation de la disponibilité des systèmes réparables et l'optimisation du Soutien Logistique Intégré (SLI).
En dépit des idées reçues, phénomènes de mode ou intérêts partisans, ce TP cherche à montrer la complémentarité des approches déterministes (analytique, Markoviennes…) et stochastiques (Simulation de Monte-Carlo) pour résoudre des problématiques souvent mal traitées, bien qu'elles recouvrent parfois d'impressionnants gisements de productivité.
A cette occasion, nous pouvons exprimer notre interrogation sur l'absence quasi-générale des méthodes stochastiques de simulation et d'optimisation dans les programmes d'enseignement supérieur. Nombre de jeunes ingénieurs semblent ainsi ignorer l'intérêt d'asseoir leur raisonnement sur des distributions statistiques et l'optimisation apparaît, pour beaucoup, réservée à quelques mathématiciens de haut vol opérant dans les hautes sphères technologiques.
Est-ce l' « esprit cartésien » qui nous fait ignorer ces techniques simples et fructueuses, parce qu'il est souvent difficile de démontrer leurs résultats, ou est-ce le « fatras mathématique » accompagnant leurs rares présentations qui les transforme en objets obscurs ?
Force est de constater que certains outils stochastiques, concurrents des nôtres, sont diffusés à plusieurs centaines de milliers d'exemplaires sur les marchés anglo-saxons, où le pragmatisme règne en maître, alors que leur diffusion reste encore confidentielle dans notre pays.
La simulation et l'optimisation constituent ainsi de puissants moteurs de l'innovation qui tournent malheureusement souvent au ralenti.

N° 8 Novembre 2005

Intervenant dans des secteurs variés, nous sommes parfois surpris par la diversité des approches suivies en Sûreté de Fonctionnement.

Ainsi, la maîtrise du « système » est une prérogative des Maîtres d'Œuvres de l'aéronautique et du spatial, où le rôle des équipementiers se limite à assurer la conformité de leurs produits à des spécifications très détaillées, alors que dans l'automobile, ces derniers semblent devoir assumer la responsabilité complète des effets des dysfonctionnements de leurs équipements au niveau véhicule. Le problème est que chacun ne possède bien souvent qu'une partie de la connaissance. Le sous-traitant de l'automobile méconnaît les conditions réelles d'exploitation du véhicule et l'interdépendance de ses constituants, renforcée notamment par l'introduction généralisée de l'électronique. A contrario, le « systémier » a parfois du mal à prévoir des comportements « exotiques » d'équipement comprenant toujours plus de logiciels et de circuits très intégrés, dont la visibilité est bien souvent limitée par des clauses de confidentialité. Seule une solide analyse de risques au niveau système et un véritable dialogue entre les intervenants permet la maîtrise de cette complexité. Mais ces conditions ne sont pas toujours faciles à mettre en œuvre dans un cadre contractuel….
De même, l'usage de la quantification apparaît hétérogène. L'un de nos grands constructeurs automobiles semble en faire beaucoup plus que l'autre, et elle avait un temps disparu sur certains projets spatiaux avant de revenir en force aujourd'hui. Certes les données de fiabilité sont parfois sujettes à caution et tout ne peut pas être probabilisé, mais l'absence de quantification conduit assurément à des architectures incohérentes dont la fiabilité est alors conditionnée par les maillons faibles. Aussi nous parait-il également périlleux de vouloir tout justifier par les chiffres, des critères qualitatifs sont parfois bien rassurants (redondance, FO/FS, ségrégation …), que de rejeter totalement ceux-ci, d'autant que l'influence des incertitudes sur les données élémentaires est souvent très atténuée au niveau du système par le jeu des agrégations et des redondances. En ce qui nous concerne, nous sommes convaincus qu'au-delà de la simple quantification l'optimisation des systèmes vis-à-vis de la Sûreté de Fonctionnement constitue une voie prometteuse de compétitivité dans un cadre maîtrisé.

N° 9 Janvier 2006

Nous vous présentons nos meilleurs vœux pour l'année 2006, en espérant que celle-ci sera riche et fructueuse dans les domaines de la Maîtrise des risques, de la Simulation et de l'Optimisation.
En ce qui nous concerne, nous poursuivons notre effort de Recherche & Développement, comme l'attestent les diverses communications accessibles via cette lettre, car il reste encore beaucoup à faire pour offrir aux consommateurs et usagers la qualité de service qu'ils sont en droit d'attendre, et cela au meilleur coût.
Mais cette recherche appliquée se nourrit de problématiques industrielles qui restent bien souvent confinées au sein des organisations. Aussi, pouvons-nous souhaiter que la récente création de pôles de compétitivité régionaux favorise le développement d'un véritable travail collaboratif entre industriels, sociétés de service innovantes, laboratoires et universités, en participant notamment à son financement.
Outre l'apport de méthodes nouvelles, la compétitivité des entreprises passe également par une adaptation continue des pratiques face à un environnement fluctuant : les technologies évoluent, les produits se transforment et les relations changent. Notre bonne vieille AMDEC doit ainsi se réformer pour tenir compte de la complexité croissante des systèmes, des comportements aléatoires de composants toujours plus intégrés et surtout de la méfiance grandissante entre partenaires de circonstances, de plus en plus enclins à cacher leur copie.

N° 10 Mars 2006

Dans un contexte de compétitivité exacerbé, la réalisation d'un modèle de simulation comportementale devrait être l'une des premières activités à mener lors de la conception d'un système nouveau. Celui-ci constitue, en effet, le seul moyen réellement efficace d'évaluer la qualité et le coût du service attendu, des phases préliminaires jusqu'à celles de conception détaillée, en considérant globalement les architectures, les équipements, les conditions d'exploitation et les politique de maintenance et de soutien logistique (SLI). Beaucoup plus efficace que la classique démarche d'allocation, cette approche nouvelle, qui peut éventuellement faire appel à des outils d'optimisation automatisés, permet de mener des « trade off » globaux, dont les conclusions sont rarement en phase avec la simple juxtaposition des optima locaux, en combinant des grandeurs diversifiées relatives à l'opérabilité, la fiabilité, la maintenabilité, la durée de vie, voire au concept lui-même,… qui ont chacune leur influence sur le coût et la disponibilité du service offert. L'expérience que nous avons retirée de certains développements, dans le domaine spatial, nous laisse à penser que de nombreux gisements de productivité peuvent ainsi être exploités.
Par ailleurs, une nouvelle rubrique, intitulée « Le bêtisier du fiabiliste », vous est proposée dans cette version du eJournal qui devrait être pérennisée dans les prochains numéros, tant la matière est abondante. Aussi faisons-nous appel à la sagacité de nos lecteurs pour l'enrichir régulièrement des cas rencontrés les plus savoureux sur le plan pédagogique, tout en respectant les règles élémentaires de confidentialité. Nous espérons ainsi vous intéresser et peut-être vous surprendre dans un domaine ou l'humilité doit toujours être de rigueur. Nous entamerons cette rubrique par le « Lambda équivalent », notion ne présentant pas grand intérêt à notre connaissance, mais qui est souvent la source d'erreurs grossières quand elle est utilisée. Le TP proposé dans ce numéro porte également sur un sujet souvent mal traité et relativement méconnu : « les anneaux de redondance ».

N° 11 Mai 2006

Nous nous interrogions, dans un précédent éditorial, sur le peu de poids des méthodes stochastiques (fondées sur l'aléa) dans les programmes d'enseignement de notre pays (probablement victime ici de son pseudo cartésianisme).
Largement utilisée outre-Atlantique, la simulation de Monte-Carlo semble ici ignorée de la majorité des ingénieurs et cadres alors qu'elle constitue l'un des outils les plus efficaces de maîtrise des incertitudes et d'aide à la décision.
Aussi voulons-nous réagir à cette situation paradoxale en proposant un nouveau produit, SIMCAB BASIC, qui reprend les principales fonctionnalités de simulation de son aîné (simulation, ajustement & traitements statistiques) en lui associant un didacticiel interactif et démonstratif qui devrait permettre de démythifier, en quelques clics de souris, cette technique relativement simple et pourtant si souvent obscure.
Nous sortons à cette occasion de notre positionnement d'éditeur de logiciels techniques très... voire trop spécialisés, en offrant au marché un produit de grande diffusion très compétitif (moins de 150 Euros). Nous pensons ainsi répondre aux besoins d'un large public, qu'il soit particulier ou issu des mondes de l'entreprise ou de l'enseignement.
Par ailleurs nous informons nos lecteurs d'un récent changement de nos adresses Internet (ne plus utiliser cabinnovation.fr).

N° 12 Juillet 2006

Si des synergies existent entre la Sûreté de Fonctionnement (SdF) et le Soutien Logistique Intégré (SLI), il en est de même entre la SdF et l'Ingénierie Système (IS). Aussi, nous ne pouvons que nous réjouir de la volonté de l'Association Française d'Ingénierie Système (AFIS), fortement implantée dans la région Midi-Pyrénées, de créer un groupe SdF en son sein.
L'Ingénierie Système s'intéresse tout particulièrement au travail coopératif entre acteurs situés à différents niveaux de la chaîne contractuelle. Or la Sûreté de Fonctionnement pèche souvent aux interfaces :
Comment maîtriser les risques quand les intervenants n'ont chacun qu'une vision partielle du problème ?
Comment garantir cette maîtrise quand les clauses de confidentialité se multiplient pour préserver le savoir-faire ?
Comment optimiser les systèmes dans leur globalité, notamment en termes de disponibilité de service au meilleur coût, quand la juxtaposition de constituants optimisés localement conduit le plus souvent à des impasses ?
Comment limiter l'inflation de spécifications génératrices de coût et rationaliser des méthodologies parfois contradictoires ?
Les chantiers ne manquent pas et nous tenterons d'apporter notre modeste contribution à une réflexion collective qui mérite d'être approfondie.
Par ailleurs, la version 7 de l'atelier SUPERCABPRO est aujourd'hui disponible. Outre des améliorations diverses, cette version nouvelle s'est enrichie d'un didacticiel portant sur la simulation de Monte-Carlo, la modélisation récursive et les traitements markoviens.

N° 13 Septembre 2006

Parenthèses dans l'action mais sources d'inspiration, les périodes estivales sont propices aux idées nouvelles, préludes à l'innovation. Celles-ci ont été fructueuses pour notre entreprise qui ne devrait pas, cette année encore, usurper le nom qu'elle s'est choisie.
Bénéficiant d'améliorations diverses, la technique originale de modélisation récursive, dévoilée en 2005 au congrès QUALITA, démontre une efficacité sans égale pour bâtir des modèles de simulation comportementale de systèmes complexes. Ainsi, le TP proposé dans cette édition du eJournal traite de la fiabilité opérationnelle de systèmes en réseaux (énergie, télécommunication, transport…).
Par ailleurs, un générateur de modèle de simulation d'architecture de système complétera prochainement celui actuellement basé sur les techniques markoviennes.
Ces nouveaux développements seront présentés au congrès Lambda mu 15, du 9 au 13 octobre à Lille, qui constitue le congrès incontournable de tous les acteurs de la Maîtrise des Risques. Nous vous invitons d'ores et déjà à venir sur notre stand vérifier l'adéquation de nos méthodes et outils à la résolution de vos problématiques.

N° 14 Novembre 2006

Le congrès Lambda mu 15 a tenu ses promesses à Lille en s'affirmant, à nouveau, comme la manifestation française de référence dans le domaine de la fiabilité. Si l'on constate aujourd'hui que la plupart des techniques utilisées en Sûreté de Fonctionnement sont arrivées à maturité, comme cela fut dit en conclusion de cette manifestation, il ne faudrait pas en conclure que l'innovation a déserté notre domaine de prédilection... et qu'il ne nous reste plus qu'à « plier boutique ».

Au contraire, il reste encore beaucoup à faire, notamment pour diffuser ces techniques auprès du plus grand nombre, tout en facilitant leur maîtrise par des utilisateurs qui ont parfois des difficultés à les assimiler... comme en témoigne notre « bêtisier ».
De même, malgré les gisements de productivité non encore exploités, l'optimisation des systèmes vis-à-vis de la Sûreté de Fonctionnement en est encore à ses balbutiements. Nous observons cependant avec plaisir que les communications, sur un sujet que nous défrichons depuis plus d'une dizaine d'années, ont tendance à se multiplier. Quand les industriels passeront-ils enfin du produit au système… et, plus précisément, au service rendu à l'utilisateur ?
Afin de participer à la vulgarisation d'une technique particulièrement simple et efficace, mais pourtant si obscure pour certains, qui la confondent parfois avec les réseaux de Petri, nous vous donnons la possibilité de télécharger gratuitement, à partir de cette lettre et pour une durée limitée à 7 jours, l'outil de simulation SIMCAB BASIC, sous Excel, qui inclut notamment un didacticiel sur la simulation de Monte-Carlo.
Nous enrichissons par ailleurs notre offre de formation qui, outre le module couvrant l'ensemble des techniques de la Sûreté de Fonctionnement, comprendra un module spécialisé sur les aspects quantitatifs (estimation, évaluation, allocation et optimisation), également sur 2 jours.

N° 15 Janvier 2007

Nous vous présentons nos meilleurs vœux pour 2007, en espérant que cette année sera riche et fructueuse dans les domaines de la Simulation, l'Optimisation et la Maîtrise des risques.
En ce qui nous concerne, permettez-nous de souhaiter ici que la méthode des "modèles de simulation récursive", qui présente à nos yeux une grande capacité de résolution des problèmes, se diffuse largement en dehors de son champ d'origine, le domaine spatial.
Les concepteurs doivent, en effet, choisir entre différentes méthodes d'évaluation des systèmes dont aucune ne présente un caractère générique et ne répond de manière satisfaisante à toutes les problématiques rencontrées. Ainsi, malgré leur indéniable succès sur le plan académique, comme l'atteste le foisonnement des publications dont ils font l'objet, les réseaux de Petri stochastiques présentent des limitations en termes de complexité et de validation des modèles réalisés qui apparaissent sur le terrain quand ils sont confrontés à de véritables problématiques industrielles.
Les "modèles de simulation récursive" constituent une alternative qui présente l'avantage de laisser à l'utilisateur une grande liberté dans le choix de la représentation de son système en préservant notamment, s'il le désire, la topologie de celui-ci. Cette souplesse permet, d'une part, de pallier des limitations engendrées par la complexité de systèmes qui ne se satisfont pas toujours du formalisme imposé par les méthodes, et, d'autre part, de développer et de valider des modèles de simulation dans un délai et à un coût très compétitif en s'appuyant sur les fonctionnalités d'un tableur largement diffusé.

N° 16 Mars 2007

Quelle confiance peut-on accorder aux données utilisées dans les calculs de performance et les analyses de sûreté de Fonctionnement ? Telle est la question que se pose actuellement un certain nombre d'industriels rassemblés dans le cadre d'un « audit de statistiques ».

Ayant la chance d'intervenir dans des domaines variés, nous pouvons témoigner que les approches diffèrent. Certains (construction navale ...) exigent systématiquement des niveaux de confiance sur les données utilisées, ce qui apparaît souvent difficile à obtenir et justifier. D'autres (secteur spatial...) imposent, par des normes, l'ensemble des dérives (composants EEE) à prendre en compte dans les « analyses pire cas ». En ce qui concerne la Sûreté de Fonctionnement, pour laquelle l'incertitude fait l'objet d'un débat permanent, il faut rappeler que les niveaux de confiance sur les données ne se répercutent pas directement sur les sorties des analyses et que l'impact des incertitudes est généralement limité par les phénomènes d'agrégation ou par l'effet des redondances (il n'est généralement pas grave de se tromper d'un facteur 2 voire d'un facteur 10 sur la valeur d'un taux de défaillance). Cependant, l'influence des dispersions, en entrée, peut aisément s'évaluer par un simple couplage entre outil de simulation de Monte-Carlo et outils de calcul (arbre de fautes, traitements Markoviens, calcul analytique etc.).
Suite au bêtisier de la précédente édition, nous avons reçu plusieurs remarques de lecteurs trouvant, à juste titre, que la figure utilisée pour illustrer la méthode Résistance-Contrainte était ambiguë (l'aire comprise entre les courbes de densité de probabilité de la résistance et de la contrainte ne représente pas la densité de défaillance qui est celle d'une loi normale dans le cas particulier de deux distributions normales). Bien qu'il soit un comble d'écrire une bêtise dans un bêtisier (!), ce rappel amical montre que nos lecteurs sont attentifs et vigilants et nous offre, par là même, le sujet du bêtisier de la présente édition portant sur les erreurs générés par l'ambiguïté de certains termes utilisés en fiabilité. Nous vous retournons, par ailleurs, celui de l'édition précédente corrigé… et ne manquerons pas de lire, en pénitence, trois chapitres du Villemeur.

N° 17 Mai 2007

Nous faisons ici écho à un problème, qui fait actuellement débat dans les congrès de fiabilistes, concernant l'application des normes CEI 61025 et CEI 61165 sur les Systèmes Instrumentés de Sécurité (SIL). En effet, les méthodes de calcul préconisées par ces nouveaux standards se révèlent grossièrement erronées et reprennent notamment les calculs en valeurs moyennes que nous dénoncions, ici même, dans notre bêtisier.
Doit-on simplifier à outrance une activité de spécialiste afin de mieux la diffuser, comme d'autres ont édulcoré la grammaire et les matières scientifiques dans l'enseignement ?
Les conséquences sociétales risques d'être lourdes dans notre domaine et on peut s'interroger sur le choix et la compétence des rédacteurs de normes qui conditionnent directement la sécurité des systèmes à risques et des sites industriels, dont certains sont classés Seveso, ainsi que sur la responsabilité des accidents futurs qui ne manqueront pas d'arriver à la suite de leur application.

N° 18 Juillet 2007

Si les techniques d'optimisation participent de plus en plus à la définition des moyens de production et des circuits logistiques, force est de constater que leur utilisation dans la conception des produits est rare. Or leur apport en termes d'innovation et de compétitivité peut être déterminant, car répondre à un besoin, au meilleur coût, passe le plus souvent par un choix optimal de paramètres multiples qui dépassent l'entendement humain.
Mais ces techniques sont généralement ignorées des concepteurs ou considérées comme l'apanage des seuls mathématiciens de haut vol. Pourtant il n'en est rien ! La seule

difficulté réside dans la formalisation paramétrique du problème à résoudre, sous la forme d'un critère de choix et d'éventuelles contraintes (zones interdites).
Les chausseurs étant parfois les mieux chaussés, nous avons nous-mêmes utilisé l'outil d'optimisation GENCAB pour imaginer la forme optimale d'un concentrateur solaire. Les résultats obtenus ont largement dépassé nos espérances et vont prochainement faire l'objet d'un brevet.
Mais à ce travail inventif s'est ajoutée une charge particulièrement soutenue dans nos activités de service. Aussi avons nous pris quelque retard dans la mise à jour de nos produits. L'atelier SUPERCABPRO version 8 sortira début septembre et non pas avant l'été. Nous prions les utilisateurs de bien vouloir nous en excuser.

N° 19 Septembre 2007

La résilience est un concept en émergence qui, outre la Sûreté de Fonctionnement et la Maîtrise des Risques, couvre les événements prévus et imprévus. Il concerne évidemment la défense dont le rôle est de parer toute menace (pouvait-on envisager le franchissement des Ardennes en 1940 ?), mais également de très nombreux systèmes et organisations qui se révèlent de plus en plus fragiles de par leur imbrication et interdépendance ; Quid de la résilience à une panne énergétique majeure, à la défaillance généralisée de nos approvisionnements suite à quelques soubresauts géopolitiques en Asie du sud-est, à l'innovation et aux ruptures technologiques qui rendent du jour au lendemain certaines activités obsolètes, sans parler de catastrophes naturelles, d'épidémie, d'actes de terrorisme voire de dangereux «crédits subprime» ? Gageons que ce nouveau concept suscitera de nombreuses communications dans les prochains congrès.
Avec un peu de retard, l'atelier SUPERCABPRO version 8 est enfin disponible. Outre des évolutions multiples, les différents outils sont tous aujourd'hui dotés de didacticiels qui présentent les méthodes mises en œuvre et les erreurs à éviter. Cet apport pédagogique devrait, nous l'espérons, satisfaire le monde académique ainsi que tous les praticiens non spécialisés.
En cette période de rentrée, nous n'avons pas jugé opportun d'accabler les étudiants par un nouveau TP. Nous ne manquerons pas cependant de renouveler cette pratique dès la prochaine édition du eJounal et vous invitons à nous soumettre des sujets ou cas-tests susceptibles d'intéresser le plus grand nombre.

N° 20 Novembre 2007

Les codes de calcul interviennent de plus en plus dans le dimensionnement des systèmes critiques. Aussi, la maîtrise de leurs incertitudes constitue une préoccupation majeure des organismes de sûreté et de certification. Ces incertitudes ont des origines multiples : méconnaissance des phénomènes physiques, limitation et représentativité des données expérimentales, dispersion et corrélation éventuelles des données d'entrée, faiblesse des modèles numériques, etc.
Pour pallier cette difficulté, un conservatisme plus ou moins maîtrisé est introduit dans les calculs selon le degré de connaissance et l'ampleur des risques encourus. Une approche dite « best estimate » cherche, par ailleurs, à décrire au mieux la réalité, en fonction de l'état de l'art, afin de mieux évaluer les risques tout en évitant les surdimensionnements superflus.

C'est dans ce contexte que nous nous sommes intéressés à la méthode du Bootstrap, qui est préconisée par un groupe méthodologique de l'OCDE (Programme BEMUSE) pour démontrer qu'en cas de perte de réfrigérant du circuit primaire d'un réacteur nucléaire, la température de gaine des crayons combustibles ne dépassera pas une température critique dans 95% des cas.
A partir d'un échantillon original, correspondant aux résultats d'un certain nombre de simulations réalisées, cette méthode consiste à créer un grand nombre d'échantillons fictifs, par tirage aléatoire avec remise. L'objectif est ainsi de mieux exploiter l'information contenue dans l'échantillon original même si aucune information nouvelle n'est créée.
Si ce suréchantillonnage permet d'améliorer certains estimateurs par rapport à ceux obtenus directement à partir de l'échantillon initial, nous doutons toutefois qu'il puisse améliorer significativement la précision d'un quantile à 95% et surtout autoriser une réduction de la taille de l'échantillon initiale pour un même objectif à atteindre.
Aussi, nous espérons que cette méthode, qui fait l'objet du TP de la présente édition du eJournal avec la méthode de Wilks qu'elle est censée remplacer, a bien été appréhendée par les spécialistes de la question et que le niveau de confiance élevé qu'elle permet d'atteindre, en multipliant à loisir le nombre d'échantillons virtuels, n'a pas biaisé les esprits à l'image d'une estimation qui reste, à nos yeux, quelque peu fictive.

N° 21 Janvier 2008

Développer des "add-ins" d'Excel est une activité à risques qui n'est pas toujours facile à maîtriser. En effet, la compatibilité ascendante des produits Microsoft n'est bien souvent que théorique et la sortie d'une nouvelle version est toujours vécue avec une certaine angoisse par une société telle que la nôtre. Dans son genre, EXCEL 2007 constituera une excellente cuvée pour les centres de formation, tant certains utilisateurs se trouveront déroutés par la modification à peu près complète des menus dont la logique nous échappe encore. En ce qui nous concerne, la mise en conformité de nos produits à cette nouvelle version accaparera une partie non négligeable de notre activité de Recherche et Développement en 2008. Nous nous consolons cependant par la disparition de certaines limitations du tableur (nombre de colonnes) qui permettra d'accroître les performances de certains outils.
Notre nouvelle activité dans le développement durable devrait également nous occuper cette année. Vous trouverez dans ce numéro copie de notre brevet d'invention sur un « Concentrateur solaire statique » pour lequel nous sommes en recherche de partenariats ; notre vocation d'entreprise innovante ne couvrant ni la fabrication, ni la commercialisation d'équipements. Ce concentrateur illustre particulièrement bien l'apport d'un outil d'optimisation en conception. Aussi a-t-il été choisi comme exemple d'application dans le TP du présent numéro.
Pour bien commencer l'année, nous vous proposons une compilation de notre bêtisier qui s'étoffe progressivement depuis le n°10 de cette lettre à partir duquel cette rubrique fut introduite.

N° 22 Mars 2008

La confiance n'exclut pas le contrôle. Cette maxime s'applique tout particulièrement aux analyses de Sûreté de Fonctionnement qui sont soumises à revues lors des développements de projet. D'une part une mauvaise évaluation des risques peut avoir

des conséquences néfastes et d'autre part l'information nécessaire à leur maîtrise est souvent partagée entre les experts du fournisseur et ceux du donneur d'ordres.
Mais l'échange et la coopération qui étaient de mise lors de programmes phares, tels que le projet Apollo aux Etats-Unis (premier homme sur la Lune) ou le premier lanceur Ariane en Europe, ont tendance à se déliter quelque peu quand chacun doit protéger son territoire par une multiplication de clauses de confidentialité et que toute information sur d'éventuelles faiblesses peut se retourner contre son auteur.
Les documents fournis sont alors remplacés par de simples synthèses et les analyses elles-mêmes sont plus souvent menées sur de vagues synoptiques que sur des schémas détaillés devenus confidentiels.
De même, les conditions du dialogue ne facilitent pas toujours le débat technique qui se déroule souvent dans l'urgence à partir d'une documentation tardive ou incomplète et est parfois biaisé par des aspects contractuels.
Aussi, le manque de visibilité et les conditions de la revue de projet transforment parfois le suivi des analyses de risques en simple « gestion des couvertures de documents ». D'où l'importance pour un donneur d'ordres de réaliser des analyses de risques au plus tôt, afin de pouvoir focaliser le suivi des analyses sur les faiblesses de conception.

N° 23 Mai 2008

Sous le vocable de « Retour d'Expérience », la politique de gestion et de capitalisation des connaissances concerne tout particulièrement la maîtrise des risques. Aussi, le REX en Sûreté de Fonctionnement se développe-t-il progressivement dans les organisations. Certains privilégient le stockage d'informations sur les incidents passés, d'autres tentent d'enrichir leurs référentiels par diverses règles de conception. Mais toute la difficulté réside dans l'identification de l'information pertinente et sa traduction dans un langage adapté aux utilisateurs potentiels. Cette information peut être de nature qualitative, comme des listes de risques génériques à des filières de produits, ou quantitative sur des données statistiques en opération. Elle peut également concerner des méthodes de calcul adaptées aux problématiques rencontrées, portant notamment sur les probabilités et les statistiques.
Ces dernières sont difficilement accessibles aux profanes. L'information disponible est parcellaire et dispersée, le plus souvent cachée derrière un barrage théorique inutile (comment expliquer par exemple que l'indispensable simulation de Monte-Carlo puisse être à ce point ignorée ?). On note par ailleurs, dans la plupart des manuels, l'absence de cas d'application concrets entrant véritablement dans les préoccupations des utilisateurs ainsi que de guides méthodologiques (neutres vis-à-vis des phénomènes de mode ou intérêts partisans) les aidant à choisir les méthodes et outils les mieux adaptés à leurs problématiques.
Aussi ne pouvons-nous qu'appeler de nos vœux la constitution de fiches méthodologiques proposées en libre service (le "Wikipédia" du fiabiliste à la porté de tous) pour aider la communauté des concepteurs à résoudre leurs problèmes tout en évitant d'enrichir notre bêtisier par des applications incorrectes. Voici un beau challenge pour nos sociétés savantes (IMDR, AFIS…) qui serait profitable à tous, directement ou indirectement via les réseaux de sous-traitance qui sont souvent constitués de PME/PMI aux moyens limités.
Pour notre part, nous sommes prêts à participer à cette œuvre collective, et menons déjà certaines actions de vulgarisation au travers de cette lettre. Ainsi dans le TP du présent numéro, nous revisitons cette bonne vieille loi de Weibull dont le papier du même nom a quelque peu jauni avec l'arrivée des outils informatiques.

N° 24 Juillet 2008

Peut-on utiliser des outils de calcul sans connaître leurs fondements ? Deux événements sont alors à redouter : les approximations voire les erreurs intrinsèques aux outils et la mauvaise utilisation de ces derniers dont notamment le non respect de leurs conditions d'emploi.
Aussi est-il difficile d'imaginer que des professionnels de la maîtrise des risques ne cherchent pas à comprendre ce qu'il y a derrière une interface utilisateur plus ou moins conviviale, notamment quand les résultats obtenus conditionnent des décisions lourdes de conséquences.
Certes l'effort peut sembler insurmontable à la lecture de certains manuels ou papiers académiques traitant des méthodes employées, mais celui-ci est largement récompensé quand ces dernières se révèlent, in fine, relativement simples.
Nous nous sommes ainsi intéressés aux essais accélérés dont les méthodes et outils, pour la plupart d'origine anglo-saxonne, permettent de réduire sensiblement le coût et la durée des essais de fiabilité, tant dans le domaine de l'électronique que de la mécanique.
Répondant à notre souci affirmé de vulgarisation, nous en avons fait l'objet du TP du présent numéro dont les exemples traités enrichiront nos propres outils ainsi que les didacticiels associés.
Nous avons pris quelque retard dans la mise à jour de nos produits notamment en raison de l'effort à fournir pour les rendre compatible à Excel 2007. L'atelier SUPERCABPRO version 9 sortira début septembre et non pas avant l'été. Nous prions les utilisateurs de bien vouloir nous en excuser.
A la demande de certains lecteurs, tous les anciens numéros du eJournal sont accessibles à partir de cette lettre (liens en fin de page).

N° 25 Septembre 2008

Cette rentrée sera tout particulièrement chargée pour les fiabilistes avec les congrès ESREL 2008 en septembre et λμ 16 en octobre. Nous espérons que la période estivale aura été propice à l'émergence d'idées nouvelles dont nous aurons bientôt la primeur. Quant à nous, cette période a été quelque peu laborieuse mais nous a permis d'achever la version 10 de l'atelier SUPERCABPRO aujourd'hui disponible. Celui-ci s'est enrichi de fonctionnalités nouvelles et devient entièrement compatible avec Excel 2007.
Nous n'accablerons pas les étudiants, en cette période de rentrée, avec un nouveau TP, mais nous ne manquerons pas de renouveler cette pratique dans notre prochaine édition. Aussi, nous vous invitons à nous soumettre des sujets ou cas-tests susceptibles d'intéresser le plus grand nombre.
P.S. Bien que présent au travers de plusieurs communications, CAB INNOVATION ne disposera pas de stand au congrès λμ d'Avignon. Les personnes souhaitant nous rencontrer durant le congrès peuvent cependant nous contacter à tout moment (Tél. 05 61 54 68 08). Nous sommes à leur disposition pour toute information et démonstration de nos produits.

N° 26 Novembre 2008

Dans le cadre du congrès Lambdamu, la communauté des fiabilistes s'est réunie en conclave en Avignon dans la prestigieuse cité des Papes. Même si l'exiguïté des locaux n'était pas favorable aux échanges informels, cette seizième édition n'a pas dérogé à la

spécificité de ce congrès biennal marqué par la richesse de ses travaux et l'assiduité de participants regroupés jusqu'à fort tard en assemblées studieuses.
Ce moment privilégié constitue pour nous l'une des rares occasions de bénéficier d'un retour d'expérience sur nos produits en rencontrant leurs utilisateurs. Ainsi, avons-nous rougi de plaisir et de fierté en apprenant que notre outil d'optimisation GENCAB, primé en son temps dans le cadre du concours sur l'innovation de la région Midi-Pyrénées, avait participé au développement de la merveille technologique que représente le moteur ré allumable VINCI des futures Ariane 5.
Par sa capacité à trouver l'optimum global d'une fonction à paramètres multiples, cet outil intéresse également les spécialistes de la maintenance car il permet d'ajuster correctement des modèles de vieillissement à partir d'un retour d'expérience. Aux dires de certains utilisateurs, il se distingue ainsi de produits existants qui ont apparemment une fâcheuse tendance à donner des résultats aléatoires au-delà de 2 paramètres dans les fonctions à traiter. Aussi, le TP de la présente édition porte-t-il sur l'optimisation de la maintenance de matériels réparables.
Nous regrettons seulement l'extrême discrétion de nos clients pleinement satisfaits. Un minimum de retour d'information faciliterait l'orientation de nos développements futurs et aiderait à la diffusion de produits entièrement autofinancés dont le marché reste encore confidentiel dans notre pays.
… Faites-en donc profiter vos partenaires !

N° 27 Janvier 2009

Dans cette conjoncture morose, nous adressons tout particulièrement nos vœux à nos lecteurs et clients dont les entreprises rencontrent des difficultés afin que ces dernières s'estompent au plus vite.
De notre côté, nous semblons relativement épargnés par la crise. Est-ce le fruit de la recherche et de l'innovation qui constituent les fondements de la société CAB INNOVATION ?
Notre outil d'optimisation GENCAB semble faire de plus en plus d'adeptes parmi les spécialistes de la maintenance depuis qu'il a été comparé à ses concurrents pour ajuster des modèles de vieillissement à partir d'un retour d'expérience. Nous ne pouvons qu'inviter d'autres spécialistes à évaluer ses capacités dans leurs domaines respectifs (conception optimale, recherche opérationnelle, planification, etc.) ; l'optimisation des ressources constituant parfois une réponse à la crise !
Notre activité de service (études de fiabilité, maintenabilité, sécurité, etc.) ne semble également pas faiblir, même dans un secteur automobile tout particulièrement affecté.
Notre nouvelle activité dans le développement durable vient d'achever une phase de recherche intensive qui nous a permis de faire le tour des différents aspects de la concentration solaire et s'est concrétisée par le dépôt d'un nouveau brevet. Aussi profitons-nous de cette lettre reçue par des membres éminents d'entreprises du secteur de l'énergie pour lancer un appel à partenariat (voir ci-dessous).
Notre vocation d'entreprise innovante ne couvrant ni la fabrication, ni la commercialisation, ni l'exploitation de matériels, une collaboration fructueuse devrait pouvoir s'établir pour sortir enfin l'énergie solaire de sa marginalité.

N° 28 Mars 2009

L'outil d'optimisation GENCAB ayant démontré une exceptionnelle capacité à ajuster des modèles statistiques, nous avons poursuivi notre périple dans le domaine des modèles de vieillissement pour nous confronter à des problèmes mal résolus à ce jour.
Ainsi, nous nous sommes intéressés au modèle de BERTHOLON (c.f. congrès lambdamu16) qui associe une exponentielle et une Weibull pour modéliser globalement la deuxième et la troisième partie de la courbe en baignoire. Issu du domaine ferroviaire, ce modèle devrait être largement utilisé à l'avenir pour caractériser la fiabilité des composants électroniques dont l'intégration croissante engendre des limitations en durée de vie de plus en plus sévère. N'ayant pas rencontré de difficulté à retrouver la valeur des paramètres de ce modèle à partir de différents jeux de données simulées, nous avons proposé un modèle plus complet à 7 paramètres qui considère globalement les trois phases de la courbe en baignoire.
Nous nous sommes ensuite confrontés au modèle de Jack qui considère l'apport des diverses actions de maintenance préventive et corrective, en terme de rajeunissement des matériels. A partir de données de retour d'expérience, l'ajustement d'un tel modèle ouvre la porte à de multiples possibilités d'optimisation de la maintenance et des durées d'amortissement des produits.
Aussi, cette édition du eJournal propose-t-elle exceptionnellement 2 TP... On n'arrête pas une équipe qui gagne !

N° 29 Mai 2009

Le mathématicien Henri Poincaré écrivait à propos de la loi normale : « Tout le monde y croit fermement parce que les mathématiciens s'imaginent que c'est un fait d'observation, et les observateurs que c'est un théorème de mathématiques » (La Science et l'hypothèse, chapitre VIII, 1902). A l'évidence, son propos n'avait pas pour objet de rejeter les statistiques mais simplement de nous alerter sur l'importance des hypothèses sous-jacentes à la résolution de tout problème en physique.
Les statisticiens ne sont donc pas tous des menteurs, mais certains apprentis-sorciers sévissent çà et là, ce qui n'est pas bien grave dans le cadre d'enquêtes d'opinion, voire d'analyses de fiabilité ou disponibilité, mais beaucoup plus gênant quand la sécurité des personnes et des biens est en jeu.
Aussi, avons-nous déjà cherché à démystifier, dans ces colonnes, certaines techniques statistiques utilisées dans le domaine de la sécurité, telle que la méthode du bootstrap et son pseudo intervalle de confiance, une notion qu'il serait peut être plus judicieux d'appeler intervalle de méfiance, tant le rappel des hypothèses ayant permis de l'établir nous semble indispensable à toute prise de décision.
Nous avons cherché à poursuivre cette action de vulgarisation en nous intéressant à la théorie des valeurs extrêmes (TVE) utilisée pour dimensionner des barrages, ponts, centrales nucléaires et même des systèmes de localisation par satellites, aux pires conditions environnementales (crues, vents, séismes, dérives de signal, etc.).
Nous en avons fait l'objet du TP de la présente édition et avons pu, à nouveau, constater, à cette occasion, l'apport essentiel d'un outil d'optimisation global à l'ajustement de lois de probabilité relativement complexes telles que la loi généralisée des extrêmes (GEV : Generalized Extreme Value) ou la loi généralisée de Pareto (GPD : Generalized Pareto Distribution) utilisée dans la méthode des dépassements (POT : Peaks over threshold).

N° 30 Juillet 2009

De même que l'on apprécie les qualités d'un capitaine dans la tempête, le bon « manager » émerge en période de crise quand il sait identifier les meilleures décisions à prendre dans un environnement turbulent.
L'expérience, la sagesse et un flair exceptionnel sont alors appréciables, mais la maîtrise d'outils d'optimisation de la décision dans l'incertain peut également se révéler fort utile, même si bien des décideurs semblent en ignorer jusqu'à l'existence même.
C'est pourquoi, la présente édition aborde-t-elle cette problématique au travers de deux TP, en cherchant à répondre à des questions telles que : Comment choisir au mieux parmi diverses alternatives ? Comment optimiser le contrôle d'un processus aléatoire et mettre, par exemple, en œuvre une politique de maintenance prédictive (Health monitoring) ?
En effet, les méthodes et outils de décision ont beaucoup progressé ces dernières années et sont susceptibles de fournir d'excellentes réponses à ces questions, si ce n'est à vous-même, du moins à … vos concurrents.
Pour notre part, nous tentons également, à notre échelle, de faire face au marasme économique ambiant.
Aussi, allons-nous proposer des versions dites « BASIC » de l'ensemble de nos outils afin de les rendre plus accessibles aux PME/PMI.
Nous lançons une grande campagne promotionnelle de mise à jour de nos produits, chez l'ensemble de nos clients, afin de fêter dignement la fin de notre première décennie d'activité.
Nous offrons un véritable partenariat méthodologique aux enseignants et chercheurs utilisant nos outils afin de les aider à préparer des Travaux Pratiques ou résoudre leurs problématiques.
Enfin, notre site Internet sera bientôt mis à jour pour vous permettre de mieux suivre nos activités, de télécharger des logiciels de démonstration et rendre accessible l'ensemble de nos publications.

N° 31 Septembre 2009

Nous avions tempêté, en son temps, sur le bouleversement engendré par l'arrivée d'Excel 2007, tant pour ses utilisateurs que pour les développeurs d'outils. Si ces derniers auront été à la peine pour maintenir la compatibilité de leurs produits, force est de constater que l'effort n'aura pas été vain en terme d'ergonomie. Finis les multiples menus et barres d'outils et place à un bandeau unique permettant d'accéder directement à toutes les fonctionnalités proposées. La prise en main par l'utilisateur en est grandement facilitée, d'autant que ce bandeau peut être richement doté de bulles d'information qui s'affichent au passage de la souris. Est-il encore nécessaire de fournir un manuel utilisateur ?
Nous laisserons nos clients en juger avec la sortie de l'atelier SUPERCABPRO version 10 qui s'est enrichi de fonctionnalités nouvelles dont notamment celles de l'outil CABPLAN d'optimisation d'ordonnancement et de maîtrise des "risques projet".
Cette sortie s'accompagne également de celle de tous nos produits en version basic, qui a été développée tout particulièrement à l'attention des PME/PMI (des versions de démonstration téléchargeables via Internet sont disponibles sur demande).

P.S. En cette période de rentrée, nous n'accablerons pas les étudiants avec un nouveau TP mais ne manquerons pas de renouveler cette pratique dans nos prochaines éditions.

Aussi, nous vous invitons à nous soumettre des sujets ou cas-tests susceptibles d'intéresser le plus grand nombre.

N° 32 Novembre 2009

La démarche scientifique recouvre autant l'énoncé de théories nouvelles que la confrontation de celles-ci au terrain. Or force est de constater que la première est souvent privilégiée dans le monde académique même dans un domaine aussi appliqué que la Sûreté de Fonctionnement. Aussi, aimerions-nous parfois trouver dans les écrits plus de regard critique sur le foisonnement des modèles ou théories mis à la disposition du praticien dont le rôle n'est pas d'en faire l'évaluation… ce que nous sommes contraint de faire, notamment pour certains modèles de maintenance ou méthodes d'estimation.
Par ailleurs, la réflexion collective sur des aspects méthodologiques, au sein de divers groupes de travail, peut être fort enrichissante mais suscite, in fine, deux types de frustration : la réflexion ne pourrait-elle pas s'enrichir de quelques apports critiques venus de l'extérieur et les résultats obtenus ne pourraient-ils pas bénéficier à ceux qui en ont besoin ? Certes le groupe est propriétaire du fruit de son travail, mais celui-ci est-il bien valorisé quand il reste confidentiel ?
Aussi, avions-nous déjà proposé, ici même, de constituer un ensemble de fiches didactiques, mises en libre-service sur Internet, pour aider les concepteurs et exploitants à résoudre leurs problèmes. Favorisant la fertilisation croisée entre chercheurs et praticiens, ce moyen constituerait autant un véhicule des bonnes pratiques, qui irriguerait l'ensemble des entreprises et leurs réseaux de sous-traitants, qu'un outil d'enseignement ou un recueil de l'état de l'art.
Voici un beau challenge au bénéfice de tous auquel nous sommes prêts à contribuer activement si quelques souscripteurs voulaient bien nous rejoindre (cf. ci-après le « WIKIPEDIA » du Fiabiliste).

N° 33 Janvier 2010

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 déserter 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).

N° 34 Mars 2010

Nous n'avons jamais compris l'extraordinaire engouement rencontré dans notre pays par les réseaux de Petri stochastiques, une technique de modélisation que nous avons toujours considérée peu lisible pour décrire les architectures de système, au-delà de l'usage initialement envisagé par Carl Adam Petri dans sa thèse en 1962.
Luttant contre un phénomène de mode qui semble aujourd'hui s'estomper, nous avons d'abord insisté pour conserver un Bloc Diagramme de Fiabilité (BDF) enrichi par toutes les informations relatives à la dynamique des systèmes (ce qui est rarement le cas dans les études fournies et rend très difficile toute contre expertise), puis proposé une méthode concurrente de modélisation fondée sur la récursivité, pour décrire et simuler le comportement de systèmes à états discrets hybrides (régis par des phénomènes aléatoires et/ou continus).
Afin de simplifier considérablement l'évaluation d'architectures parfois complexes, nous proposons aujourd'hui un outil de génération automatique de modèles de simulation récursive à partir d'une table renseignée par l'utilisateur. Celle-ci comprend toutes les caractéristiques de défaillance, de réparation, de reconfiguration et de logistique opérationnelle des constituants du système, ainsi qu'une description logique des modes de fonctionnement nominaux ou dégradés de ce dernier.
Outre les facilités d'évaluation offertes à l'analyste, la fourniture d'un dossier justificatif complet comprenant le BDF (sous forme d'image ou animé par la simulation au pas à pas) et synthétisant toutes les caractéristiques dynamiques du système ainsi que les hypothèses sous-jacentes à l'étude (hypothèse markovienne ou non, lois de transitions, etc.) devrait être particulièrement apprécié de ses clients et lecteurs éventuels.

N° 35 Mai 2010

Quelle norme de fiabilité prévisionnelle émergera dans les années à venir ? Le guide Fides porté par notre DGA (Direction Générale de l'Armement) et un groupe d'industriels français, l'ex RDF du CNET devenu depuis la norme UTE 80810 ou une mil HDBK 217 G, phénix renaissant de la mythique série du Department of Defense américain...
Si nous ne nous risquerons pas à répondre à cette interrogation qui agite actuellement tout le landerneau de la fiabilité, nous pouvons cependant rappeler quelques évidences :

- une base de données de fiabilité de composants est nécessaire pour dimensionner au mieux les produits et leur mise œuvre tout en évitant les incohérences,
- l'emploi d'une même base de données facilite les comparaisons de solutions notamment entre industriels dans le cadre d'appel d'offres,
- l'impact d'une erreur d'estimation est souvent amoindri par l'effet de l'agrégation de multiples composants et par celui d'éventuels redondances ou lots de rechange,
- la meilleure base de données n'est pas la plus optimiste mais la plus conforme aux données observées,
- la prudence est de mise quand la sécurité est en jeu,

- une base de données de fiabilité devient rapidement obsolète si elle n'est pas régulièrement mise à jour pour tenir compte de l'évolution des technologies et du recul nécessaire à leur évaluation,
- sa difficulté d'emploi et son coût d'utilisation constituent un frein à sa diffusion notamment au sein des petites entreprises,
- la sophistication des modèles n'est pas forcément un gage de justesse,
- les modèles ne peuvent représenter la réalité que si leurs paramètres ont été correctement ajustés à partir de données de retour d'expérience.

Ayant constaté la faiblesse des ajustements pratiqués sur les modèles de maintenance, par la plupart des outils existants, nous nous sommes interrogés sur l'élaboration des divers taux de défaillance de base et facteurs d'accélération des modèles de fiabilité.
Cette réflexion nous a naturellement conduit à étudier la faisabilité d'un ajustement de l'ensemble de ces paramètres à partir de données issues d'environnements et de conditions d'utilisation hétérogènes que nous avons simulées. Objet du TP de la présente édition, une telle possibilité d'ajustement global réalisé à partir de véritables données opérationnelles, conférerait une incontestable crédibilité à la norme tout en garantissant sa mise à jour.

N° 36 Juillet 2010

Peut-on encore concevoir de manière grossière dans un environnement hyperconcurrentiel ? Telle est la question que l'on peut se poser au regard de certains produits sortant des bureaux d'études, même quand ceux-ci résultent d'investissements colossaux. Outre l'introduction d'innovation souvent frileuse, leur conception même semble plus résulter d'une juxtaposition de solutions acceptables que d'un assemblage harmonieux de solutions optimales.
Mais comment pourrait-il en être autrement tant que les techniques d'optimisation (et de simulation dans une moindre mesure) restent l'apanage de quelques spécialistes et n'entrent pas dans la panoplie des outils de base de l'ingénieur. D'usage pourtant fort simple, leur vulgarisation mériterait toute sa place dans des programmes d'enseignement parfois encombrés de techniques inutiles.
Ainsi l'emploi d'un outil d'optimisation dans le dimensionnement d'un avion gros courrier classique (reprenant des concepts aérodynamiques inchangés depuis le Boeing 707) permet de gagner quelques dizaines de sièges ou quelques centaines de miles en distance franchissable. Certes ces gains en performance peuvent sembler relativement anodins, mais ils deviennent très vite significatifs quand ils entrent dans le calcul du résultat d'exploitation d'une compagnie aérienne.
Nous avions initialement envisagé un tel dimensionnement comme sujet de TP pour notre journal mais craignions de dérouter les lecteurs par l'importance des près-requis propres au domaine aéronautique. Aussi, avons-nous retenu un sujet plus en phase avec l'actualité d'un ciel encombré de cendre volcanique, l'optimisation d'une trajectoire d'atterrissage d'urgence, modélisée par des courbes de Bézier.
Un second TP, portant sur la disponibilité de production d'un champ pétrolier contraint par une politique environnementale, est également proposé à nos chers étudiants auxquels nous souhaitons d'excellentes vacances.

N° 37 Septembre 2010

Qui n'a jamais rêvé de mélanger des choux et des carottes lors de l'exploitation d'un retour d'expérience ! Cette apparente boutade ne manque pourtant pas de sens quand il s'agit de traiter globalement des données statistiques acquises dans des conditions hétérogènes d'usage ou d'environnement.
Il est en effet possible de convertir les données dans des conditions de référence communes, à partir de diverses lois d'accélération, ou d'utiliser un modèle statistique approprié intégrant différents facteurs de stress, tel que celui de COX. Les paramètres de ce dernier, ou ceux des lois d'accélération, sont a priori inconnus. Mais ils peuvent être appréhendés à partir des données elles-mêmes, sous réserve d'utiliser un outil d'optimisation performant.
Tel est l'objet de l'outil d'ajustement de modèles probabilistes, intégré dorénavant aux logiciels GENCAB, qui traite des données hétérogènes multicensurées. Permettant de bâtir des modèles prévisionnels de durée de vie en fonction des conditions d'exploitation ou de caractériser des facteurs de dégradation à partir de l'ensemble des données disponibles, il devrait tout autant intéresser le monde de la maintenance que l'univers médical.
L'atelier SUPERCAB PRO s'enrichit également, dans sa dernière version, d'un outil de génération de simulateur d'architecture de système qui devrait ravir les concepteurs soucieux de disponibilité de service au meilleur coût.

N° 38 Novembre 2010

Mis en lumière par la récente publication de Martin Hirsch, peu après son départ du gouvernement, le conflit d'intérêts fait aujourd'hui débat. Survenant quand l'action d'une personne ayant à accomplir une mission d'intérêt général est influencée par des intérêts particuliers ou personnels, celui-ci semble couvert dans notre pays par « une sorte de mythologie selon laquelle être honnête permet de le surmonter ».
Or nous savons bien qu'il n'en est rien et que chacun participe à l'action collective selon ses propres intérêts ou ceux qui lui ont été confiés par l'organisation qu'il représente.
Le domaine de la gestion des risques n'est pas épargné par ce type de conflit qui ressurgit périodiquement au sein de diverses instances scientifiques (santé, climatologie, énergie...) avec des conséquences parfois dramatiques. Mais plutôt que de sembler l'ignorer ou de s'en lamenter, peut-on le contenir au moyen d'une panoplie d'outils (déclaration d'intérêts, limitation de cumuls, contre expertise, etc.) tout en gardant un solide esprit critique ?
Par ailleurs, l'organisation doit être consciente que l'externalisation de toute activité, dont la Sûreté de Fonctionnement, conduit immanquablement à une externalisation des intérêts qu'il convient de gérer.
Or parmi ces intérêts réside le formidable potentiel d'optimisation qu'offre notre activité. Aussi nous ne pouvons que saluer l'initiative de l'IMDR d'organiser prochainement une journée sur l'optimisation des systèmes vis-à-vis de la Sûreté de Fonctionnement, à laquelle nous contribuons, que nous illustrons dans la présente édition par un TP portant sur l'instant optimal de remplacement des matériels.

N° 39 Janvier 2011

En dépit de notre plus grand respect pour le monde académique, force est de constater que le cloisonnement et la spécialisation excessive créent parfois des ravages dans les enseignements.
En effet, certains programmes d'écoles d'ingénieur ou d'universités ressemblent plus à un patchwork de spécialités diverses qu'à un ensemble cohérent de savoirs structurés ; l'accessoire mêlé à l'essentiel selon les préoccupations du moment et quelques trous béants apparaissant ça et là.
Ainsi, l'outil de base de l'analyste que constitue la simulation de Monte-Carlo est largement ignoré dans notre pays, voire confondu avec les réseaux de Petri stochastiques dont la place dans les programmes est parfois démesurée, comme d'autres objets plus ou moins portés par des phénomènes de mode dont l'éclat n'illumine qu'un temps le front de la recherche. L'approfondissement et la critique de l'existant font pourtant avancer la Science autant que l'empilement de nouveautés.
Par ailleurs, un usage immodéré de l'outil mathématique rend souvent le simple obscur, inaccessible au plus grand nombre, voire caché ou oublié.
Cet amical coup de griffe, à une communauté qui nous est chère, se veut évidemment constructif et afin d'apporter notre modeste contribution à la formation des étudiants, nous offrons à ces derniers, outre 2 TP pour leurs étrennes, la location pendant une année de notre outil de simulation de Monte-Carlo, SIMCAB BASIC, pour 1 euro symbolique.
P.S. Nous recevons régulièrement des messages de lecteurs nous faisant part de leur intérêt pour cette publication. Si ces encouragements nous font toujours plaisir, nous informons que la pérennité du journal du fiabiliste peut être renforcée par quelques dons ou contrats divers passés à la petite société éditrice qui l'autofinance en totalité.

N° 40 Mars 2011

Prescrivant la manière de concevoir et d'exploiter les systèmes de sécurité, les normes EN 61508 et EN 61511 ne peuvent qu'interpeller les experts en Sûreté de Fonctionnement, tant elles s'avèrent confuses, volumineuses et permissives. Remplaçant des décennies de pratiques déterministes et prescriptives au profit d'une approche plus rationnelle fondée sur le risque encouru, elles proposent de bâtir la sécurité des systèmes sur une sorte de LEGO, dont le SIL (Safety Integrity Level) constitue la brique élémentaire. Elles simplifient, par là même, des problèmes souvent complexes tout en laissant une large place aux interprétations.
Aussi représentent-elles une source inépuisable d'alimentation de notre bêtisier, voire également de catastrophes qui pourraient être engendrées, consciemment ou non, par quelques apprentis sorciers bien à l'abri de normes protectrices. Résultat d'un compromis entre acteurs aux intérêts variés, ces normes apparaissent ouvertes à bien des excès dans un contexte de réduction des coûts, servent d'argument marketing pour des produits divers en dehors de toute application réelle, et constituent un véritable fromage pour certaines sociétés de services et organismes de normalisation ou de certification.
Mais en dépit d'imperfections notables, atténuées toutefois par la complémentarité de prescriptions de nature qualitative et quantitative, ces normes comblent des espaces de dangers restés étrangement vierges jusqu'alors. Aussi nous ne pouvons que nous féliciter de leur diffusion rapide et appelons de nos vœux la rédaction d'un guide didactique et synthétique sur leur application, afin d'en promouvoir les bonnes pratiques tout en

soulignant les défauts. Un tel guide nous semble indispensable aux concepteurs et nous serions prêt à collaborer à son élaboration.
Nous proposons dorénavant une offre de formation sur le bon usage de ces normes et en avons fait l'objet du TP de la présente édition.

N° 41 Mai 2011

La Sûreté de Fonctionnement se nourrit de statistiques diverses, mais peut-on jouer indifféremment avec celles-ci sans tenir compte des enjeux ?
A partir d'un historique plus ou moins étendu, la théorie des valeurs extrêmes permet d'estimer des seuils d'aléa (tempête, tremblement de terre, tsunami, etc.) associés à des niveaux de confiance, que l'on utilise pour dimensionner les systèmes à risques (barrage, centrale nucléaire, etc..). Mais cette confiance n'a qu'un lointain rapport avec la probabilité réelle de dépassement des seuils et ne s'inscrit que dans le cadre d'hypothèses sous-jacentes souvent fort mal explicitées et ignorées des décideurs eux-mêmes.
Dans le cas de Fukushima, la centrale a supporté un tremblement de terre exceptionnel mais pas une hauteur de vague « totalement imprévue ». Aussi, pouvons-nous craindre que la multiplication des systèmes à risques ne conduise à la répétition de tels événements « hors normes », en dépit de l'excellence de nos ingénieurs ou de l'apport de quelques théories nouvelles : celle des fonctions de croyance par exemple qui fait actuellement florès dans les congrès ou celle de l'estimation d'un quantile par boot-strap à laquelle nous n'accordons aucun crédit.
Hors du domaine de la sécurité, la problématique est évidemment tout autre : le jeu devient la règle puisque l'enjeu est financier. L'analyse des pires cas n'est alors plus de mise car seul le dimensionnement probabiliste est susceptible de conduire à l'optimum ; le service offert devant parfois s'interrompre afin que son maintien ne grève trop les coûts.
P.S. Après le dépôt d'un certain nombre de brevets, nous lançons un projet ambitieux de Recherche & Développement sur la concentration solaire pour lequel nous consacrons l'essentiel de nos maigres ressources. Sachez qu'en acquérant nos produits et services, vous contribuez indirectement au développement durable et à l'amélioration des performances du photovoltaïque.

N° 42 Juillet 2011

Encadrant avec une certaine probabilité une valeur à estimer, la notion d'intervalle de confiance constitue un élément essentiel à la prise de décision et au dimensionnement des systèmes à risques.
Mais cette confiance, que nous offre les statistiques, nous inspire toujours une certaine méfiance tant elle s'inscrit dans le cadre d'hypothèses sous-jacentes peu explicitées, généralement ignorées des décideurs eux-mêmes.
Issu de « formules magiques » ou d'outils utilisés le plus souvent comme des « boîtes noires », l'intervalle de confiance est dit exact s'il est fondé sur la distribution d'une loi de probabilité connue, approximatif s'il se base sur l'approximation d'une loi par une autre, ou asymptotique s'il fait appel à des théorèmes de convergence. La confiance attendue n'est alors véritablement atteinte que lorsque la taille de l'échantillon tend vers l'infini sans que l'on sache précisément à quelle vitesse s'opère la convergence.

Ainsi la matrice de Fisher permet de calculer des intervalles de confiance asymptotiques encadrant les paramètres d'un modèle probabiliste ou toute valeur de quantile, à l'issue d'un ajustement par la méthode du maximum de vraisemblance.
Cette méthode fait l'objet du TP de la présente édition et est dorénavant mise en œuvre par l'outil d'ajustement de modèle complexe de l'atelier SUPERCABPRO dont la version 12 sera disponible courant juillet.

N° 43 Septembre 2011

En dépit des multiples discours et actions sensées favoriser son émergence, l'innovation semble déserter notre pays. Faut-il s'en étonner ?
- L'innovation est le fruit d'un investissement peu compatible avec la recherche du profit immédiat.
- La mode managériale consistant à limiter le nombre de fournisseurs a détruit le terreau d'expertise dans lequel baignaient les entreprises au profit de quelques généralistes moins disants sur les prix.
- La lourdeur bureaucratique de ces mêmes entreprises annihilent la prise de risque inhérente à l'innovation qui est souvent externalisée, voire dévolue à quelques stagiaires mal ou pas rémunérés.
- Le monde académique recouvre des chercheurs mais bien peu de « trouveurs ».
- La précarisation du métier d'ingénieur et les conditions faites aux plus jeunes détournent les meilleurs éléments de toute activité technique.
- L'innovation représente un thème porteur de la communication sans correspondance aucune avec les budgets alloués à la Recherche et Développement.
- L'organisme public chargé de l'aide à l'innovation est avant tout un banquier qui se détourne naturellement des TPE, les plus innovantes, en raison de la faiblesse de leurs fonds propres.
- Une partie substantielle des budgets alloués par cet organisme est accaparée par divers conseils en montage de dossier ou raconteurs d'histoires (études de marché, business plan, etc.) à l'attention de l'hypothétique « Business Angel », héros mythique d'un conte moderne sur l'économie.
- Le conseil autour de l'innovation est souvent hors de prix (propriété industrielle...) sans rapport avec les pratiques de l'ingénierie technique.
- Le mécanisme de Crédit Impôt Recherche conduit à des expertises interminables dont les conclusions sont imprévisibles.

Aussi, ne pouvons-nous que conseiller à tout nouvel entrepreneur de se méfier des sirènes émises par les divers organismes en charge de l'innovation qui n'engendreront bien souvent que des retards et de l'incertitude sur leur projet, voire sur leur situation propre. Ayant nous même perdu énormément de temps avec ces derniers, nous vous laissons seul juge du caractère innovant des produits que nous développons sur nos fonds propres, tant dans les domaines de la simulation, optimisation et maîtrise de risques que dans celui de l'énergie solaire.
P.S. Afin de financer nos projets en cours relatifs au développement durable, nous proposons une réduction de 10 % sur nos produits pour toute commande reçue avant le 31 septembre 2011.

N° 44 Novembre 2011

L'investissement dans la fiabilité n'apparaît pas justifié quand une entreprise est pilotée sur un horizon à très court terme. Aussi la capitalisation du retour d'expérience, qui constitue le fondement de cette discipline, disparaît des préoccupations de nombreuses organisations d'aujourd'hui.
Ce qui semble en revanche paradoxal, c'est que certaines entreprises continuent à recueillir des données opérationnelles sans véritablement chercher à les exploiter, alors même que la qualité de leur offre à tendance à se dégrader.
Assis sur un tas d'or jalousement gardé, elles observent, incrédules, les récriminations de clients ou usagers mécontents qu'elles tentent de retenir par diverses actions palliatives ou campagnes de communication particulièrement onéreuses.
Pour un coût marginal par rapport à celles-ci, une exploitation judicieuse des données permettrait pourtant de mieux connaître les phénomènes de défaillance ou de dégradation auxquels elles doivent faire face. Elles pourraient alors optimiser les procédures opérationnelles, les actions de maintenance et les politiques de renouvellement des matériels, à la plus grande satisfaction des utilisateurs… ainsi que des financiers.
Notre outil d'optimisation globale (GENCAB) est capable d'ajuster des modèles prévisionnels sophistiqués et d'optimiser des processus opérationnels variés. Nous serions ravis qu'il contribue à améliorer la qualité de certains produits ou services comme il a su optimiser la procédure de démarrage d'un moteur spatial qui constitue actuellement l'un des fleurons de notre technologie nationale.

N° 45 Janvier 2012

La maintenance prédictive (health monitoring) constitue un véritable Graal tant pour le fiabiliste que pour le financier. En suivant l'état de dégradation des matériels au travers d'indicateurs (vibrations, qualité des lubrifiants, échauffement, impédance, etc.), elle permet d'espacer les actions de maintenance (en moyenne) tout en diminuant paradoxalement les risques de défaillance.
Mais, au delà de l'introduction de seuils de décision plus ou moins empiriques sur les divers indicateurs, elle nécessite d'élaborer des modèles de prédiction suffisamment robustes pour se révéler efficace, convaincre les décideurs et d'éventuelles autorités de certification et justifier quelques investissements (recueil d'observations, implantation de capteurs, etc.).
Loin de l'objet mythique recherché en son temps par les chevaliers de la Table Ronde, cette quête fructueuse des temps modernes se fonde sur l'intelligence et l'innovation, deux notions qui semblent déserter notre pays,… hormis dans les discours.
Aussi, appelons-nous de nos vœux un véritable sursaut des esprits, et vous offrons, pour vos étrennes, un TP sur les processus de dégradation et les modèles de fiabilité prédictive que vous ne manquerez pas de transformer en pépite dans vos domaines d'application respectifs.

N° 46 Mars 2012

Confierons-nous demain nos vies à des puces savantes ?
Certains fabricants de microprocesseurs ou composants électroniques proposent d'intégrer des fonctions critiques dans des puces toujours plus performantes ; les fonctions, leurs redondances éventuelles et les chaînes de surveillance ou de contrôle se

trouvant colocalisées au sein d'un même composant bardé de multiples moyens internes d'autoprotection.
Est-ce bien raisonnable ?
Certes, la suppression d'un "monitoring" externe peut faire gagner quelques euros sur des applications de gros volumes (automobile). Mais, d'une part, la robustesse de la conception apparait alors bien aléatoire et sa démonstration ou l'absence de celle-ci risque de coûter fort cher et, d'autre part, l'équipementier se saborde à moyen terme en déléguant à autrui sa responsabilité.
Cette capacité à dompter la complexité relève, à nos yeux, d'une véritable croyance et, en fiabiliste agnostique que nous sommes, nous continuerons à affirmer que les propagations de panne internes aux composants ne sont pas réellement maitrisables et que la diversité s'imposera toujours pour traquer l'erreur qui nous caractérise.
Par ailleurs, la recherche de l'optimalité économique peut suivre d'autres voies plus prometteuses dont la rationalisation des multiples intelligences embarquées qui prolifèrent dans certaines applications. L'une d'entre elles ne peut-elle pas, au moins, surveiller les autres ?
Cette question relève d'un maître d'œuvre qui se décharge parfois de sa responsabilité sur l'équipementier sans véritable souci des risques qu'il encourt in fine.
P.S. Le retard de cette publication et l'absence d'un nouveau TP dans la présente édition résultent d'une activité intense menée actuellement dans le domaine solaire.

N° 47 Mai 2012

Fruit d'un zeste de rationalité altérée par divers sauts d'humeur dans un fond de croyances et d'esprit moutonnier, le comportement humain est des plus versatiles. Sa modélisation semble bien illusoire mais accapare en vain nos plus brillants mathématiciens dans les domaines de l'économie et de la finance, depuis plus de vingt ans.
Certains s'intéressent tout de même au monde qui les entoure et quelques uns s'égarent même dans l'humble discipline de la Sûreté de Fonctionnement, qui est la nôtre. Aussi, devons-nous rendre hommage à Mikhail Nikulin pour ses apports à la modélisation des phénomènes de dégradation, et d'accélération des processus de défaillance, au terme d'une carrière exemplaire menée à l'université de Bordeaux.
A défaut de prédire un cours de bourse ou le taux d'intérêt que nous devrons subir, ses travaux se révèlent tout particulièrement fructueux pour élaborer une politique de maintenance prédictive efficace, capable d'espacer en moyenne les actions de maintenance tout en diminuant paradoxalement les risques de défaillance (health monitoring).
La qualité de la modélisation et des données acquises (associée à un outil d'ajustement performant) permet de traiter simplement des cas d'application réels comme l'illustre le TP de la présente édition portant sur des « processus de dégradation non linéaires accélérés ».
Gageons que des financiers habiles investissent cette nouvelle source de profit et que la fiabilité et la maintenance retrouvent leurs lettres de noblesse en écornant définitivement l'image trop souvent véhiculée de simples générateurs de coûts superflus.

N° 48 Juillet 2012

Avant l'an 2000, tout bon congrès de fiabilité comportait un certain nombre de communications qui cherchaient à promouvoir l'activité de Sûreté de Fonctionnement en montrant, à travers divers graphiques, qu'un franc investi en début de projet en rapporterait au moins dix à achèvement. Ce type de papiers a quelque peu disparu aujourd'hui, sans doute en raison de la normalisation qui impose la réalisation d'analyses, largement externalisées, dont la valeur ajoutée est parfois incertaine.
Pourtant notre spécialité renferme certaines « pépites » dont le « health monitoring » (surveillance de la santé) pour lequel le taux de retour sur investissement peut se chiffrer en milliers.
Au-delà de la « maintenance prédictive », consistant à conditionner celle-ci à l'état des matériels observé par divers moyens en opération, le « health monitoring » peut recouvrir une très large « boucle de valeur » allant de l'observation de l'existant jusqu'à la prise de décision des programmes de remplacement, voire des aléas sur ces derniers. La problématique est alors celle d'opérateurs souhaitant pérenniser un service au minimum de coût et non pas celle de fournisseurs cherchant à vendre des produits.
Le TP de la présente édition montre l'apport d'une telle démarche. Elle est actuellement mise en œuvre par un organisme européen de satellites au moyen d'un modeste simulateur comportemental développé par nos soins.
Aussi, sommes-nous dorénavant prêts à vendre certaines études au centième du prix de ce qu'elles rapporteront.
P.S. Notre activité soutenue dans l'énergie solaire a retardé nos développements informatiques. La nouvelle version de l'atelier SUPERCABPRO sortira donc cet été.

N° 49 Septembre 2012

Outre la Sûreté de Fonctionnement, la maîtrise des « risques projets » s'est progressivement imposée dans tous les grands programmes de développement afin d'en limiter les dérives et surcoûts. A partir de check lists portant sur des événements redoutés, la maturité des technologies ou l'expérience des intervenants, chacune des tâches élémentaires du projet est analysée afin d'en identifier les risques et proposer des recommandations pour les maîtriser.
Mais l'apport de ces analyses reste limité si elles n'offrent pas aux décideurs une vision claire de la globalité des conséquences des risques identifiés et des décisions à prendre pour y faire face. Ainsi, l'impact d'une dérive calendaire peut très bien disparaître par un simple réajustement de tâches ou par l'occurrence d'un second aléa. De même l'importance d'un surcoût dépend de la capacité de financement à l'instant courant et des taux d'intérêt.
Aussi ces analyses peuvent-elles se compléter par une évaluation de la robustesse de l'ordonnancement des tâches aux risques identifiés, en simulant le diagramme PERT, ou par l'élaboration d'un ordonnancement intrinsèquement robuste à ces derniers. Et pour pallier leurs carences éventuelles, le PERT peut se régénérer en ligne, à l'occurrence d'un risque prévu ou non prévu.
La maîtrise « des risques projet » devient alors une véritable aide à la décision et à l'élaboration d'un ordonnancement optimal qui minimise les coûts tout au long du développement. Le TP de la présente édition présente un cas d'application traité par l'outil CABPLAN.

N° 50 Novembre 2012

Ce cinquantième numéro du Journal du fiabiliste est pour nous l'occasion de nous interroger sur l'évolution de notre environnement depuis septembre 2004, date de lancement de notre publication, qui a été marqué par la disparition progressive de nombreux acteurs industriels, dont bon nombre de nos anciens clients.
Certes la mondialisation a redistribué les cartes, mais la mode managériale tournée vers le retour d'investissement immédiat et la limitation drastique du nombre de fournisseurs a éliminé un tissu de compétences et d'expertises au profit de quelques généralistes moins disant sur les prix.
Objet de communication plus qu'outil de pouvoir, la politique étatique d'encouragement à la Recherche & Développement et à l'innovation dépense à fonds perdus des sommes considérables au profit de quelques chasseurs de primes, bien introduits dans les réseaux, ou d'industriels déjà richement dotés le plus souvent en panne d'idée. Cette même politique constitue, en revanche, un miroir aux alouettes pour les petites entreprises, beaucoup plus innovantes mais sans capitaux propres, qu'elle accapare et fragilise par des conseils douteux, d'innombrables non-dits, chausse trappes et fausses promesses.
Administré par des agences aux statuts imprécis et intérêts obscurs, et cloisonné à l'extrême par quelques mandarins, le monde académique de la recherche fait également bien pâle figure à milles lieux de l'image d'aiguillon scientifique au service des entreprises dont on voudrait le parer.
Faut-il désespérer, d'autant que nos plus beaux fleurons pourraient bien vaciller ?
Traumatisée par la perte de ses navettes en ce début du 21eme siècle, la Nasa est passée d'une politique d'administration de la recherche, tatillonne et dispendieuse, à une politique de résultat où seul le passage de jalons technico-scientifiques définis a priori, tels que la réussite d'un moteur au banc ou d'un lanceur en orbite, conduit à l'octroi de subventions. Le montant de ces dernières est d'environ le tiers des prix préalablement supportés par l'agence pour les mêmes prestations et l'allégement du suivi des affaires en interne réduit également sensiblement les coûts.
Face à cette nouvelle donne, de nouveaux acteurs innovants et audacieux, faisant fi de tous les modèles économiques en usage jusqu'alors, ont bien vite remplacé les quelques mastodontes jugés incontournables. Fondée en 2002, Space X a ainsi divisé par 10 le coût de développement des lanceurs spatiaux et divisé par 2 celui du kg en orbite.
Mais ce souffle nouveau teinté de pragmatisme parviendra-t-il à nous atteindre un jour ?
Fort d'une créativité sans faille qui se matérialise par différents brevets et des publications nombreuses, nous luttons vaillamment dans un environnement parfois hostile. Nous continuons à mener et à autofinancer en totalité notre R&D dont nous vous faisons part à travers cette publication qui associera dorénavant un « Bêtisier de la recherche » au « Bêtisier du fiabiliste ».
Nous poursuivons également notre activité bénévole de vulgarisation méthodologique à travers des TP dans un journal au format quelque peu modifié qui est maintenant directement accessible à partir de notre site Internet www.cabinnovation.com (branche ingénierie).

N° 51 Janvier 2013

En cette nouvelle année, nous souhaitons l’amorce d’un redressement productif à notre pays qui constituerait un gage d’amélioration des situations individuelles pour beaucoup d’entre nous. Mais au-delà des discours incantatoires, des combats idéologiques ou de

politiques publiques toujours plus dispendieuses, celui-ci n'émergera que d'une prise de conscience des acteurs sur le terrain et d'une volonté de modifier certaines pratiques. Aussi appelons-nous de nos vœux un peu d'intelligence collective et de vision à long terme pour exploiter au mieux des ressources amoindries mais encore disponibles.
Le retour d'expérience est la clé de la prise de décision mais combien d'actions d'importance sont-elles lancées à la sauvette, à l'instigation de quelques obscurs communicants, pour montrer avant tout qu'on agit, sans réelle volonté ou véritable compétence pour infléchir le cours des choses ? De même combien d'actions s'empilent-elles les unes aux autres sans faire l'objet de la moindre évaluation a posteriori ?
Aussi, nous espérons que le « health monitoring », qui consiste à suivre l'état de santé d'un système, de manière continue ou intermittente à partir d'observations directes ou indirectes de l'objet et de ses semblables (diagnostic), afin d'anticiper (pronostic) et d'améliorer la prise de décision, œuvre bien au-delà de son domaine d'origine, la maintenance prédictive.
Nous tentons, pour notre part, de répondre à des problématiques fort éloignées de la fiabilité à l'intention de décideurs soucieux de bonne gestion, telles que la maîtrise des risques calendaires et financiers sur les projets en développement ou la programmation de projets multiples contrainte par des ressources annuelles limitées, que nous vous proposons dans le TP de la présente édition.
Par ailleurs nous participons nous-mêmes au développement des produits de demain (entièrement sur fonds propres) avec, en ce début d'année, le démarrage de la production en série de notre lampadaire solaire réellement autonome et le dépôt d'un brevet sur un nouveau concept d'aéronef à voilure tournante qui devrait rendre rapidement obsolète la formule classique à rotor multiple utilisée sur la plupart des mini drones.

N° 52 Mars 2013

La controverse actuelle sur la productivité dans notre pays conduit à bien des discours sur l'innovation et le coût du travail qui ne devraient pas tarir le flot des aides massives reçues par ceux qui n'en ont pas vraiment besoin (secteurs protégés, activités obsolètes ou anti sociétales, entreprises peu innovantes ou défiscalisées, chasseurs de primes, etc.). Aussi, apparait-il plus judicieux d'améliorer individuellement nos pratiques que de mettre notre salut à la merci d'hypothétiques décisions macroéconomiques.
A cette fin, un retour sur les éditoriaux de ce journal nous propose quelques pistes, tant sur les nouveaux produits ou services à développer que sur la prise de décision les concernant. Ainsi,
- la conception optimale consiste à coupler des outils d'optimisation aux outils d'analyse pour effectuer les meilleurs compromis entre des paramètres de dimensionnement multiples afin d'atteindre les performances attendues tout en réduisant le superflu,
- le dimensionnement probabiliste cherche à mettre un peu de rationalité dans l'empilement des marges, pires cas et coefficients de sécurité divers qui offre une confiance particulièrement couteuse parfois bien illusoire,
- la simulation comportementale permet de vivre un concept virtuel avant toute réalisation afin d'en assurer la viabilité et d'en optimiser les caractéristiques a priori,
- l'accélération permet de diminuer le coût et la durée des essais et de mélanger des données de fonctionnement hétérogènes,
- l'exploitation du REX (retour d'expérience), éventuellement enrichie de technique bayésiennes (voir TP de la présente édition) offre une visibilité sur les comportements

futurs et conduit naturellement au Health Monitoring qui consiste à enrichir l'expérience d'un diagnostic en ligne pour améliorer le pronostic et tout le processus décisionnel,
- la programmation probabiliste des projets en développement et la maîtrise de leurs risques calendaires et financiers offre un champ d'optimisation financière qui assure, avant tout, la pérennité de l'activité.
Par sa connaissance intime du risque et de son évaluation, le fiabiliste pourrait jouer un rôle déterminant dans une révolution vertueuse susceptible d'engendrer ce redressement productif tant escompté. Faudrait-il pour cela qu'il troque cet habit trop souvent porté de contrôleur de la qualité pour celui d'acteur déterminant de l'activité d'ingénierie.

N° 53 Mai 2013

Notre modeste TPE se retrouve sous les feux des projecteurs depuis sa livraison de lampadaires autonomes à la Mairie de Toulouse et à EDF (articles et reportages de la Dépêche du MIDI, 20 minutes, Europe 1, France 2, RTL, France Info, Nouvel Observateur…).
Alliant concentration et asservissement solaire, ces lampadaires « Tournesol » innovent, en effet, afin de fonctionner durant les 15 heures de nuit d'hiver, après 9 h d'ensoleillement incertain, et de s'affranchir par là même du raccordement au réseau électrique et des coûts associés (voirie et consommation).
Aussi, voulons-nous remercier les responsables de l'éclairage public d'une grande agglomération qui ose la nouveauté, dans un contexte de frilosité générale, et lui offre un véritable champ d'expérimentation. Cette démarche peu commune apparait beaucoup plus profitable à l'innovation qu'une énième opération de communication (colloque, concours, etc.) cherchant à donner l'illusion que l'on s'en préoccupe.
Nous nous sentons également redevables envers nos clients du domaine de la Sûreté de Fonctionnement qui nous ont permis d'investir l'essentiel de nos gains dans l'énergie renouvelable, depuis quelques années, et le serons de nos futurs clients qui nous permettront d'investir à nouveau dans le domaine des drones où nous avons quelques brevets à exploiter.
Ainsi, l'innovation constitue-t-elle le moteur du véritable entrepreneur qui a besoin de pouvoir faire ses preuves sur un marché ouvert sans devoir partir en chasse aux subventions diverses, ruineuses pour le pays et très aléatoires pour les petites structures.
Mais, nous n'oublions pas pour autant notre activité d'origine ou l'innovation peut encore surgir, notamment à travers le Health Monitoring aux considérables enjeux.

N° 54 Juillet 2013

L'obsolescence programmée vise à réduire la durée de vie ou d'utilisation d'un produit afin d'en accélérer le remplacement. Dénoncée par certains écologistes, cet effet pervers de la société de consommation tente de renforcer un peu plus notre propension, largement entretenue, d'achat compulsif d'objets multiples. Mais peut–on changer un paradigme qui nous conduit doucement mais sûrement à la faillite écologique et financière ?
Une solution s'offre pourtant à nous. Elle consiste à passer radicalement d'une société de produits à une société de services, qui peuvent être différentiés à loisir afin de flatter l'égo et l'estime de soi qui constituent des facteurs prédominants de nos actes d'achat.

La prestation de service change en effet la donne. Le fournisseur ne cherche plus à vendre des objets mais cherche à tirer le meilleur profit de ressources existantes. Le produit développé n'est alors plus le même ou est utilisé fort différemment. Il est fait pour durer, être maintenu et exploité au mieux selon des taux d'utilisation inconnus à ce jour.
D'ores et déjà, des fabricants de pneus de poids lourds proposent de doubler le kilométrage de leur produit à travers des contrats de roulage. De même la voiture du futur, probablement électrique, sera largement partagée, tant les coûts de possession individuelle deviennent difficilement supportables en regard des distances parcourues, notamment en milieu urbain.
Mais cette modification profonde des habitudes de consommation ne sera pas sans conséquence sur l'activité du fiabiliste. Garant jusqu'alors de la tenue des périodes de garantie, il devra optimiser l'exploitation des ressources durant toute leur durée de vie, afin d'en maximiser le potentiel.
Portant sur un modèle de dégradation de batterie au lithium en fonction des conditions d'utilisation et d'environnement, le TP de la présente édition s'inscrit dans cette approche nouvelle.

N° 55 Septembre 2013

Fruit d'un investissement de 150 millions d'euros, la centrale solaire de 56 MegaWatt crête, récemment installée à Massangis (Yonne) sur un domaine de 141 ha, a une puissance ramenée à la surface au sol de 0,39 MWc / ha, soit un rendement énergétique 8 fois supérieur à celui des agrocarburants de première génération (40 tonnes annuelles d'équivalent pétrole par hectare).
Mais, notre technologie permettrait de multiplier par 10 cette puissance surfacique sans changer de panneaux photovoltaïques, et une part significative de ces derniers pourrait être supprimée ou remplacée par de simples miroirs. Les perspectives d'une telle avancée pourraient bien changer la donne dans le laborieux débat sur la transition énergétique, voire celui du renouveau productif. A titre d'exemple, chacun des multiples ronds-points qui ont fleuri ces dernières années dans nos campagnes pourrait se transformer en autant de centrales solaires d'un 1/2 MWc environ, soit la consommation de plus de 200 habitants ou d'une centaine d'automobiles électriques, à proximité des usagers sans aucune pression nouvelle sur les terres agricoles.
Cependant les moyens limités de notre TPE ne nous permettent pas de développer seuls de telles applications. Aussi sommes-nous ouverts à tout partenariat pour exploiter nos brevets tant dans le domaine solaire que dans celui de l'aéronautique (drones).
Nous poursuivons, par ailleurs, une activité soutenue en Sûreté de Fonctionnement avec la sortie de la version 14 de l'atelier SUPERCABPRO.

N° 56 Novembre 2013

La technologie offre bien des services mais occasionne également des nuisances, voire parfois même des drames. Quand certains s'extasient de ses moindres apports, d'autres s'effraient aussitôt des risques, réels ou supposés, qu'elle est susceptible d'engendrer. La plupart font l'autruche et en bénéficient sans chercher à connaitre ses éventuels dangers ou laissent le soin à d'autres de s'y exposer.
Bien souvent équivoques, les choix sécuritaires résultent pour la plupart du simple rapport de force entre lobbies antagonistes prônant d'une part un productivisme forcené, autiste à tout péril, et d'autre part un principe de précaution invitant à ne rien faire. Mais la raison peut-elle accompagner la décision ?
Longtemps nié dans un pays où les nuages radioactifs restaient hors des frontières, le danger nucléaire devrait paradoxalement diminuer depuis que Fukushima a démontré sa

terrible existence au sein même des pays développés. L'ASN (Autorité de Sûreté Nucléaire) a retrouvé de son autorité et ses injonctions, étoffées et couteuses, semblent dorénavant prises en considération.
Les ondes électromagnétiques font également débat, notamment avec l'arrivée de la 4G qui devrait en renforcer sensiblement l'intensité (jusqu'à 50%). Bien qu'il n'ait pas été encore apporté de preuve convaincante que l'exposition aux champs de radiofréquence rencontrés dans l'environnement a des effets biologiques mesurables, l'Organisation mondiale de la santé (OMS) les considère potentiellement cancérogènes, notamment quand elles concernent l'exposition choisie (usage immodéré du téléphone mobile) plutôt que l'exposition subie (antennes relais). Aussi apparait-il cocasse d'entendre les déclarations d'un ministre sur ce dossier (Fleur Pellerin) toutes aussi péremptoires que celles de son célèbre homonyme à l'époque de Tchernobyl (Pierre Pellerin).
Des recommandations pour limiter l'exposition individuelle aux ondes électromagnétiques auraient été plus adaptées, comme de ne pas téléphoner trop longtemps, d'éviter de porter son mobile sur soi, d'utiliser des oreillettes filaires, de proscrire les phases d'émission à puissance maximale (mauvaise qualité du réseau, début de conversation…), etc.
Pour notre part, il n'est pas question de se priver d'un outil aujourd'hui devenu indispensable, mais nous nous protégeons de ses effets nuisibles par une housse faisant barrière aux émissions dirigées vers notre corps. Nous nous proposons de diffuser ce moyen de protection simple, efficace et innovant, à tous ceux que les discours officiels laissent quelque peu perplexes.

N° 57 Janvier 2014

Après une duplication à l'extrême des concepts éculés développés dans les années 50, l'aéronautique civile va devoir enfin innover. En dépit de l'effort méritoire des motoristes durant toutes ces années, les contraintes énergétiques et environnementales imposent dorénavant de repenser complètement l'avion de demain, tant sur sa forme aérodynamique (aile volante, rhomboédrique, configuration canard, etc.) que ses moyens propulsifs et énergétiques (hybridation électrique et thermique, etc.). Son évolution sera également conditionnée par la fin d'une gestion archaïque du trafic aérien et par le bouleversement d'un contexte d'exploitation où le produit (achat de l'avion) s'effacera au profit du service (achat d'heures de vol) dans toute la chaine contractuelle allant de l'usager à l'équipementier de base.
Si quelques innovations technologiques faciliteront cette rupture (systèmes électriques, batteries d'accumulateurs performantes, matériaux plus légers, etc.), sa réussite dépendra surtout de la capacité à trouver les meilleurs compromis entre solutions diverses et à choisir les multiples paramètres conduisant à la réponse optimale d'un besoin à définir précisément avec le client.
L'utilisation d'outils d'optimisation globale en conception devient alors incontournable comme nous tenterons de le montrer à travers divers articles dans notre journal concernant toutes sortes d'aéronefs allant du super Jumbo au mini drone. De même l'exploitation intelligente du retour d'expérience et l'utilisation d'outils de simulation comportementale seront indispensables pour garantir que la fiabilité opérationnelle de l'avion futur sera bien au rendez-vous, et cela au meilleur coût.
Afin de mieux répondre aux besoins d'optimisation des systèmes dans tous les domaines d'ingénierie, nous envisageons d'améliorer encore nos algorithmes afin de leur apporter la récursivité nécessaire à la résolution de problématique globale (optimisation à partir d'évaluations nécessitant elles-mêmes des optimisations), l'ouverture requise à leur exploitation en ligne (contrôle adaptatif), la parallélisation des traitements (multi-cœurs) et la portabilité hors d'Excel dans différents environnement de programmation. Soucieux d'optimiser nos propres développements, nous vous invitons à participer à ce nouveau chantier en nous exprimant vos besoins spécifiques.

N° 58 Mars 2014

Si le fiabiliste est parfois considéré dans l'entreprise comme une sorte de « super contrôleur de travaux finis », générateur de coûts superflus et d'analyses tardives répondant plus à une demande contractuelle qu'à un réel besoin d'ingénierie, son image est tout autre quand il participe pleinement à la conception optimale de produits contraints par des exigences de sûreté de fonctionnement ou qu'il propose des économies significatives dans la planification des essais.
Sa maîtrise des traitements statistiques est alors mise à contribution pour accélérer l'apparition des défaillances ou des dégradations en augmentant les niveaux de stress subis durant les essais, afin de raccourcir leur durée et/ou diminuer la quantité de matériels soumis à ces derniers.
Mais si les essais de fiabilité accélérés en température (loi d'Arrhenius) sont devenus relativement courants, notamment dans le domaine des composants électroniques, ils sont d'usage moins fréquent quand les stress sont multiples et que leur influence est a priori inconnue ou que l'accélération porte sur un phénomène de dégradation complexe relatif à un ensemble mécatronique pris dans sa globalité.
Aussi, le TP de la présente édition porte-t-il sur la planification optimale des essais accélérés d'un équipement soumis à un processus de dégradation mal connu dont le niveau peut être toutefois mesuré.

N° 59 Mars 2014

Elaboré à partir d'un échantillon, un intervalle de confiance est censé encadrer un paramètre statistique inconnu d'une population avec pour probabilité la confiance. Mais que signifie réellement cette confiance qui se présente comme une aide à la décision fournie par des outils de traitements statistiques le plus souvent utilisés comme des boîtes noires ? Doit-elle engendrer une forme de croyance ou plutôt de méfiance tant les hypothèses concourant à son élaboration restent parfois mystérieuses pour le décideur ?
L'intervalle de confiance est dit exact, s'il est fondé sur la distribution d'une loi de probabilité connue, approximatif, s'il se base sur l'approximation d'une loi par une autre, ou asymptotique s'il fait appel à des théorèmes de convergence. Mais dans ce dernier cas, la confiance n'est alors assurée que lorsque la taille de l'échantillon tend vers l'infini (soit une valeur supérieure à 30 dans le monde des statisticiens) sans véritable maîtrise de la vitesse de convergence.
Par ailleurs d'autres hypothèses plus ou moins discutables se cachent derrière la confiance. L'adéquation des modèles probabilistes en est d'abord exclue. De même la représentativité des échantillons servant à leur ajustement n'entre pas dans la confiance, ce qui conduira, par exemple, à des estimations de valeurs extrêmes (niveau de crue, hauteur de vague, intensité de séisme, cours de bourse..) fondées sur des échantillons, certes bien fournis, mais hors de la temporalité des phénomènes en jeu. Enfin des extrapolations douteuses en dehors des données disponibles permettront d'estimer des quantiles en queue de distribution, soit des valeurs considérées, peut-être à tort, fort improbables.
Les manuels traitant des intervalles de confiance apparaissent bien souvent abscons et parcellaires pour le profane auquel nous dédions le TP de la présente édition, portant sur les différents types d'intervalle de confiance que rencontrent les praticiens de la fiabilité.

N° 60 Juillet 2014

Nous observons avec grand plaisir le dynamisme du groupe SdF Midi-Pyrénées qui fédère les acteurs de la région toulousaine dans le domaine de la Sûreté de Fonctionnement et sommes toujours heureux de participer à leurs rencontres notamment quand les thèmes abordés s'éloignent quelque peu de notre domaine d'expertise.
Que retenir de la brillante matinale sur le facteur humain du 20 juin dernier ?

- L'humilité de notre action dans ce domaine et l'insondabilité des comportements humains sujets aux pires erreurs mais aussi aux rattrapages inattendus de quelques situations en péril,
- L'importance des facteurs organisationnels et des situations dans l'émergence des erreurs humaines,
- L'intérêt de quantifier l'erreur humaine (10-3 / 10-1 en situation de stress par exemple) non pas pour estimer précisément la probabilité d'occurrence d'un évènement redouté mais pour hiérarchiser les préconisations et prendre l'humain en considération dans les analyses de risques,
- La complémentarité des approches techniciste et psychosociologique qui semblent vains de vouloir dissocier,
- L'insuffisante sensibilisation au facteur humain des dirigeants d'entreprises certes pour mieux maîtriser les risques techniques mais aussi pour limiter les multiples disfonctionnements organisationnels qui conduisent également au désastre économique.

La Sûreté de Fonctionnement doit aborder les aspects économiques tant en ce qui concerne les conséquences des dysfonctionnements que le coût des actions pour les éviter.

P.S. En raison d'une activité particulièrement soutenue, la nouvelle version du logiciel SUPERCABPRO ne sortira que début septembre. Cette édition ne comprend pas non plus de TP à l'attention des étudiants auxquels nous souhaitons de très bonnes vacances.

N° 61 Septembre 2014

Susceptibles de jouer sur l'offre ou la demande, les grandes réformes macroéconomiques proposées par nos décideurs pour sortir de la crise nous laissent quelque peu dubitatif, d'autant que nous avons une certaine expérience des conditions réelles de mise en œuvre (Crédit Impôt Recherche notamment). En revanche, nous sommes prêts à fournir gracieusement nos outils d'arborescence à toute collectivité locale ou nationale cherchant à identifier, parmi ses diverses missions, les obsolescences et les manques pouvant conduire à une réallocation de ressources.

Plus sérieusement, nous pensons qu'il existe des gisements d'économie à prospecter dans des domaines qui nous concernent : la disponibilité opérationnelle des systèmes (qui coute parfois très cher aux usagers) ainsi que la maintenance de ces derniers.

Trop souvent négligés ou traités de manière empirique, ces aspects constituent un enjeu majeur de compétitivité dans une économie où le produit tend progressivement à disparaitre au profit du service.

Aussi, avons-nous fait un effort particulier pour faciliter l'optimisation du maintien en conditions opérationnelles dans la nouvelle version du logiciel SUPERCABPRO (version 15) et proposons un TP sur ce thème dans la présente édition de ce journal.

N° 62 Novembre 2014

La grande messe bisannuelle des fiabilistes francophones (Lambda Mu19) vient juste de s'achever dans les riches terres de Bourgogne. La profusion des communications offertes et la densité des échanges (souvent trop brefs) nous a permis d'identifier quelques pistes d'innovation que nous ne manquerons pas de prospecter.

Cet évènement constitue, par ailleurs, un moyen singulier pour jauger l'expertise que nous revendiquons, avec certes quelques faiblesses mais aussi un domaine d'excellence apparemment unique portant sur :
- l'optimisation globale des systèmes vis-à-vis de la Sûreté de Fonctionnement, c'est-à-dire la capacité à concevoir conjointement une architecture, des conditions de maintenance et des moyens de soutien logistique répondant à un objectif sécuritaire ou de disponibilité opérationnelle, à coût minimal sur l'ensemble du cycle de vie,

- le couplage des modèles d'accélération avec ceux de fiabilité ou de dégradation dans le traitement, en ligne ou hors ligne, de données opérationnelles ou d'essai, afin de prendre en compte les conditions réelles d'utilisation et d'environnement qui leurs sont associées.
Ce second aspect nous apparait indispensable à la justification de tout modèle prévisionnel de fiabilité de composant fondé sur des données de retour d'expérience (REX) et constitue un passage obligé à la mise en œuvre du Health Monitoring.
Par ailleurs, les techniques bayésiennes peuvent s'avérer fort utiles pour combiner simplement des estimations prévisionnelles avec des données opérationnelles comme le montre le TP de la présente édition portant sur la fiabilité en ligne des satellites orbitaux.

N° 63 Janvier 2015

Dans un environnement concurrentiel exacerbé, l'intelligence fait toute la différence. Elle porte sur l'innovation susceptible d'engendrer des concepts nouveaux mais aussi sur la capacité à trouver les meilleurs compromis. L'optimisation globale résulte rarement d'une simple juxtaposition d'optima locaux accessibles aux experts des différents métiers. Les paramètres en jeu sont bien souvent multiples et leur meilleure configuration se laisse difficilement cerner par une simple étude de sensibilité. L'outil d'optimisation devient incontournable, mais se révèle très peu utilisé, même parmi nos plus beaux fleurons industriels. L'emploi de l'outil GENCAB a pourtant fait gagner 30% d'autonomie à notre drone convertible, à l'issue de sa phase de conception préliminaire.
La maîtrise de la simulation constitue également un atout trop souvent ignoré. Elle permet d'appréhender un système avant toute dépense et de ne pas découvrir ses défauts lors de l'installation. Ainsi, le TP de la présente édition porte-t-il sur un simulateur comportemental de constellation de satellites et sur l'optimisation des phases de déploiement et de renouvellement. Celui-ci est fondé sur la technique de la modélisation récursive, mise en œuvre par l'outil SIMCAB, mais d'autres techniques, tels que les réseaux de Pétri stochastiques, auraient pu être envisagées pour résoudre ce problème. C'est pourquoi, nous lançons un grand concours méthodologique auprès de nos lecteurs afin de mieux cerner les domaines et limites de chacune des méthodes de modélisation. Doté d'un prix de 3600 € en licence de logiciels CAB INNOVATION, ce concours consiste à résoudre différemment ce problème de constellation.
Nous sommes, par ailleurs, friands de problématiques diverses dans tous les domaines d'ingénierie (spatial, aéronautique, transport...) que vous pouvez nous soumettre sans aucun engagement. Ainsi, sommes-nous prêts à contribuer à la disparition de la fracture numérique au niveau mondial en aidant Elon Musk dans son projet de constellation de 700 satellites, ou Google dans celui de ballons stratosphériques récemment annoncés.

N° 64 Mars 2015

Le journal du fiabiliste ayant dépassé sa dixième année d'existence, il était temps de revoir son format. Aussi, nous espérons que sa nouvelle mouture vous donne satisfaction. Elle conserve les anciennes rubriques ainsi que les bêtisiers qui ne semblent pas vouloir se tarir de sitôt. A travers le TP de la présente édition, qui porte sur la motorisation de notre lampadaire solaire, nous voulons illustrer la petite révolution qui se profile en conception mécanique par l'usage conjoint de l'outil d'optimisation et de l'imprimante 3 D. Cette dernière ayant fait disparaitre les contraintes de la standardisation, le champ des possibles devient infini en termes de choix de solutions.
En ce qui concerne l'optimisation, nous souhaitons étendre les fonctionnalités de l'outil GENCAB au domaine du big data, en lui permettant de déporter ses traitements sur des processeurs multiples (cloud computing) et en le dotant d'une aptitude à la récursivité (optimisation fondée sur des évaluations nécessitant, elles-mêmes, une optimisation). Les applications sont multiples telles que l'aide à la conception optimale (aéronautique…), la gestion de systèmes complexes (réseaux énergétiques, trafic aérien…), ou l'ajustement de modèles statistiques sophistiqués (gestion des risques, health monitoring, épidémiologie, météorologie…). C'est pourquoi, nous vous proposons de

participer à la rédaction de sa spécification, afin de répondre au mieux à vos besoins futurs.
Par ailleurs, le grand concours méthodologique sur la modélisation comportementale, que nous avons lancé dans la précédente édition du journal, consacre son premier lauréat. La société Fractal Système propose une modélisation de constellation de satellites par réseaux de Petri avec prédicats (voir rubrique R&D). Ce concours se déroulant durant toute l'année 2015, vous avez le temps de réfléchir aux différentes manières de formaliser un problème complexe et de nous soumettre des problématiques originales.

N° 65 Mai 2015

Le rover Curiosity déambulant sur Mars a enthousiasmé bon nombre de spectateurs, bien que ses capacités d'exploration soient limitées à une dizaine de kilomètres par an sur des terrains relativement plats. Il n'en serait pas de même avec un drone pouvant atteindre aisément les divers sites d'intérêt scientifique indépendamment du relief. Le drone constituerait alors le meilleur moyen d'exploration planétaire, comme l'illustre le projet « Mars Helicopter » que vient de lancer la NASA afin de doter ses robots de petits compagnons d'un kilogramme environ. Mais voler sur la planète rouge n'est pas une mince affaire puisque que son atmosphère, particulièrement ténue, peut s'assimiler à celle de la Terre à 35 km d'altitude.
Des profils aérodynamiques à très faible Reynolds doivent être développés et la configuration même du drone est toute à repenser. Ayant nous-mêmes imaginé et breveté de nouvelles configurations d'aéronef pour des applications terrestres, nous avons testé l'une d'elles à ce nouvel usage. Puisse-t-elle, dans nos rêves les plus fous, devenir « Mars proven » car nos premières évaluations de performances s'avèrent très prometteuses.
Pour réussir un tel projet, la conception se doit d'être optimale. Aussi le TP de la présente édition porte-t-il sur l'optimisation de formes au moyen de courbes de Bézier. Elle concerne ici le dimensionnement de pale de rotor d'hélicoptère et sera bientôt reprise pour concevoir les profils aérodynamiques quelque peu exotiques dont nous avons besoin en environnement martien.

N° 66 Juillet 2015

Dans la conception des expériences, l' « Optimal design » correspond à des plans expérimentaux qui sont optimaux par rapport à un critère statistique. Dans le domaine de la Sûreté de Fonctionnement, ces plans optimaux permettent de diminuer le coût des essais de caractérisation de fiabilité ou de vieillissement, car toute autre approche nécessite un plus grand nombre d'essais pour estimer des paramètres avec la même précision.
L'un des critères les plus employés est la D-optimalité qui consiste à choisir l'essai suivant qui maximise le déterminant de la matrice de variance covariance afin de minimiser la variance des estimateurs. Cette méthode est notamment mise en œuvre dans la méthode Neyer, d'estimation de fiabilité des systèmes pyrotechniques (mono-coup), que nous améliorons dans le TP de la présente édition par l'utilisation d'un outil d'optimisation globale.
Mais l' « Optimal design » peut également se traduire par une conception optimale consistant à généraliser l'usage des outils d'optimisation en ingénierie afin d'améliorer, tout à la fois, les performances techniques, économiques et environnementales. Cette conception optimale, que nous mettons en œuvre dans le développement de nos drones, est par exemple illustrée par le précédent TP relatif à l'optimisation de la forme d'une pale de rotor d'hélicoptère.
Conscient des apports de notre outil d'optimisation globale GENCAB dans ces divers domaines, bien que sa généricité puisse être améliorée, nous nous proposons de bâtir un standard de formalisation des problématiques d'optimisation et d'ouvrir en open source

nos algorithmes qui fonctionneront dorénavant sur des architectures multicœurs distribuées entre clusters multiples au sein du « cloud ».
En retour à cette ouverture, nous attendons un apport collaboratif de la communauté des chercheurs des domaines de l'optimisation et du « Big data » afin d'accélérer la mise à disposition d'outils facilitant la conception optimale dans tous les domaines d'ingénierie dont l'aéronautique notamment (voir rubrique R&D).

N° 67 Septembre 2015

L'enjeu technico-économique des plans d'expériences est considérable dans de nombreux domaines dont celui de la Sûreté de Fonctionnement qui se nourrit du Retour d'Expérience mais aussi de divers essais de fiabilité ou de dégradation.
Ils permettent d'organiser au mieux les essais dans le cadre d'une recherche scientifique ou industrielle et recouvrent une double problématique :
- la planification que l'on cherche à élaborer pour obtenir un maximum d'informations à partir d'un nombre minimum d'essais, ou pour maximiser la robustesse d'un modèle théorique du phénomène étudié (surface de réponse),
- l'exploitation au mieux des essais réalisés.
Aussi, les plans d'expériences font-ils l'objet d'une publication scientifique abondante ainsi que de nombreux outils de mise en œuvre. Cependant la planification optimale et la résolution des modèles non linéaires semblent relativement mal traitées car elles passent par l'emploi de techniques d'optimisation devant s'affranchir des optima multiples.
C'est pourquoi le logiciel GENCAB de l'atelier SUPERCABPRO s'est enrichi, dans sa dernière version, d'un outil de plan d'expériences.
Outre la maitrise des incertitudes (intervalle de confiance) dans le traitement des modèles linéaires (polynômes de degré 1 à 3) ou non linéaire, celui-ci propose deux méthodes de planification optimale avec prise en compte d'éventuelles contraintes :
- la D-optimalité, qui consiste à maximiser le déterminant de la matrice de Fisher afin de minimiser la variance des estimateurs et donc leur précision,
- la maximisation des distances minimales qui permet d'occuper l'espace des configurations possibles de manière homogène afin de rendre robuste les courbes de réponses.
Il propose, par ailleurs, des cas d'application spécifique à notre discipline (essais accélérés de fiabilité et de dégradation) ainsi qu'un outil propre aux systèmes mono coup (One shot) qui améliore la méthode Neyer utilisée pour tester les matériels pyrotechniques (voir TP n° 60).
Le TP de la présente édition porte sur les plans d'expériences.

N° 68 Novembre 2015

Si nous nous interrogions sur l'éthique de l'ingénieur dans notre dernier bêtisier, force est de reconnaitre que l'actualité nous a rattrapés depuis avec l'affaire Volkswagen et son logiciel tricheur, qui interpelle directement notre communauté. En effet, les particules fines seraient responsables de plus de 40 000 morts chaque année en France, soit 8 % des décès annuels, et les moyens de transport généreraient 40 % à 80 % de leur émission en ville, d'après le rapport Clean Air for Europe de la Commission européenne publié en 2005.
Ignorée, semble-t-il, par la direction du constructeur, cette affaire renvoie au vieux débat sur le rattachement hiérarchique du fiabiliste aux équipes d'ingénierie, afin de mieux l'intégrer dans le processus décisionnel, ou à la direction de la qualité, pour lui offrir une voie de recours sur les aspects sécuritaires.
Elle illustre également l'absence de rationalité en politique, où l'on s'accommode aisément de normes différentiées, selon les solutions et intérêts des acteurs, ainsi que d'une vérification incertaine de leur conformité.
Fasse que ce scandale débouche sur l'élaboration de règles claires et applicables à tous afin de rendre la conception des véhicules véritablement optimale, tant en ce qui

concerne les coûts que le respect de l'environnement, plutôt que de l'axer sur des opportunités de niche. La norme de pollution Euro 6, applicable depuis le 1er septembre 2014, autorise par exemple les moteurs à essence à injection directe à rejeter dix fois plus de particules que les moteurs diesel (6 10^12 par kilomètre) dont notamment les très fines qui sont les plus nocives pour la santé.
Pour notre part, nous sommes prêts à faire partager nos travaux de recherche sur l'optimalité de la motorisation hybride des aéronefs que nous destinons aux drones.
Par ailleurs, le TP de la présente édition porte sur la planification optimale d'essais de mélange qui peut être appliquée au choix des carburants.

N° 69 Janvier 2016

A quoi ressembleront les avions du futur ? Auront-ils de gros moteurs (open rotors) sur le fuselage, des ailes originales de forme rhomboédrique, des propulseurs hybrides chimiques/électriques et les plus gros seront-ils des ailes volantes ? Une seule certitude... leurs constructeurs, que ce soit Airbus, Boeing ou tout autre chalenger, seront dotés d'outils d'optimisation multidisciplinaire qui ne se contenteront plus de juxtaposer des optima locaux issus des différents métiers, en multipliant pires cas et marges cachées aux interfaces, mais seront capables de trouver l'optimum global recouvrant tous les domaines interdépendants d'expertises aéronautiques (aérodynamique, structure, propulsion, commande de vol, analyse de mission, etc.), face aux évolutions erratiques du prix du pétrole et aux impératifs de la lutte contre le réchauffement climatique.
Favorisée par les nouvelles technologies issues d'Internet et du Big Data, la révolution vertueuse engendrée par ces outils balaiera tous les domaines d'ingénierie (automobile, transport ferroviaire, construction navale, lanceurs et satellites spatiaux, etc.), mais elle peine à se manifester en raison d'un manque de standardisation des outils disponibles, qui ne se révèlent pas toujours performants et sont peu accessibles à des spécialistes métiers qui n'ont pas forcément une expertise en recherche opérationnelle et aide à la décision.
C'est la raison pour laquelle nous développons et proposerons au cours de l'année 2016 une plateforme open source d'optimisation générique hautement distribuée. En effet, l'expertise que nous avons acquise à travers nos outils existants (Gencab) et notre connaissance intime des problématiques systèmes sur nos projets internes (drones, lampadaires solaires) ou externes (systèmes spatiaux) nous donne une place privilégiée pour réussir un tel développement. Celui-ci s'inscrit dans un projet collaboratif qui a pour ambition de fédérer une communauté de chercheurs, développeurs, industriels et donneurs d'ordres. Afin d'aider son financement, tout en diffusant et vulgarisant les techniques d'optimisation au près du plus grand nombre (algorithmes génétiques et simplexe non linéaire), nous proposons notre outil Gencab Basic* à un tarif promotionnel (1000 Euros et moitié moins pour les universitaires).
Nous souhaitons, par ailleurs santé, bonheur et réussite à tous nos fidèles lecteurs et que l'année 2016 soit celle de l'intelligence et des ambitions retrouvées.

** Outil et didacticiel complet sous Excel à l'exception des fonctions relatives à l'ajustement probabiliste et aux plans d'expériences.*

P.S. Nous laisserons nos étudiants se remettre des fêtes de fin d'année en reportant le TP prévu sur "la Planification optimale d'essais accélérés d'équipements mécaniques" à la prochaine édition de ce journal.

N° 70 Mars 2016

Nous avions déjà souligné, dans une précédente édition du journal, l'intérêt des méthodes de planification optimale pour mener des essais de fiabilité ou de dégradation. Diminuant la variance des estimateurs, la méthode D-optimale permet ainsi d'améliorer

la précision des résultats obtenus à l'issue d'une campagne d'essais ou d'en réduire le coût en effectuant moins d'essais pour un même niveau de précision. Mais comment bien démarrer cette planification sachant que toute estimation requiert un nombre minimum de résultats d'essais ? Exploitant une connaissance a priori, les techniques bayésiennes semblent appropriées pour prendre en compte une expertise préalablement acquise, mais elles font appel à des calculs souvent complexes dont la justesse est parfois difficile à garantir. Aussi, avons-nous développé une méthode bayésienne, simple et robuste, qui consiste à transformer une connaissance a priori en un minimum de résultats d'essais virtuels, au moyen de deux boucles d'optimisation imbriquées. La première estime les paramètres recherchés à partir de résultats d'essais virtuels par la méthode du maximum de vraisemblance sous le contrôle de la seconde qui veille à ce que la configuration d'essais conduise à une estimation conforme à la connaissance a priori.
Cette méthode originale est maintenant supportée par l'outil d'optimisation Gencab, afin de planifier des essais d'équipements mono coup (One shot) détruits après utilisation tels que les matériels pyrotechniques. Son domaine d'application devrait prochainement s'étendre aux essais accélérés de fiabilité et de dégradation, ainsi qu'à divers types de plans d'expériences.
Aussi, le TP de la présente édition est une reprise de celui portant sur la méthode Neyer que nous avons enrichie.

N° 71 Mai 2016

Longtemps oubliée par nos donneurs d'ordres nationaux, la fiabilité opérationnelle est devenue aujourd'hui une performance incontournable des spécifications techniques, bien que souvent formalisée de manière imprécise, qui apparut tout d'abord dans les marchés à l'export. Mais répondre à cette exigence légitime du client peut se faire de manière plus ou moins habile, tant en termes de crédibilité que de coûts générés (essais, suivi, analyses, etc). Aussi en avons-nous fait l'objet du TP de la présente édition qui répond à deux problématiques types de fiabilité opérationnelle, l'une prévisionnelle avant exploitation et l'autre en ligne ou justificative, durant ou après des opérations effectuées dans des conditions d'utilisation et d'environnement incertaines.
Dans un autre registre, nous déplorons toujours la méconnaissance des deux outils de base de l'analyse et de l'ingénierie que constituent la simulation et l'optimisation, pour la plupart des ingénieurs et analystes sortant de nos brillantes écoles et universités. Faut-il s'étonner que des formations, relevant plus souvent d'un patchwork d'expertises scientifiques diverses que d'une construction des savoirs nécessaires à la résolution des problématiques du domaine enseigné, conduisent à de telles lacunes ? La simulation de Monte-Carlo n'est pas réservée aux "bac + 8" et devrait être enseignée dans nos lycées dès les premiers cours de probabilité et statistiques, afin d'en illustrer et comprendre les concepts comme dans la plupart des écoles d'Outre-Atlantique. Quant à l'optimisation, connaitre au moins son existence et sa capacité à choisir les meilleures solutions dans des domaines divers au moyen d'outils d'une désarmante simplicité d'utilisation, au-delà de la trajectoire d'un lanceur ou des sempiternels problèmes de voyageurs de commerce ou de sacs à dos.
Pour répondre aux enjeux sous-jacents, parfois considérables, nous proposons dorénavant une formation appliquée d'une journée sur la simulation et sur l'optimisation, incluant une licence temporaire de nos outils (voir programme).

N° 72 Juillet 2016

Accaparés par la conception orientée modèle (Model-Based), la gestion des exigences, les niveaux de maturité technologique (TRL)..., les grands prêtres de l'ingénierie système semblent oublier le potentiel considérable des outils mathématiques d'optimisation, tant sur la durée de développement des projets que sur la performance des produits et la réduction des coûts.

Permettant de choisir entre des solutions multiples faisant chacune l'objet d'un dimensionnement optimal, ces outils, qui achèvent leur développement dans l'univers fécond du Big data, vont révolutionner la conception. Ils s'adaptent à toutes les problématiques industrielles de type boîte noire, où seul le résultat de calcul ou de simulation est accessible, ont une capacité multidisciplinaire afin de mettre en cohérence les différents métiers, répondent à des objectifs multiples et s'affranchissent des optima locaux. Leur emploi ne nécessite aucun acquis mathématique particulier, autre qu'un vernis basique et la connaissance propre à l'analyste.
Aussi, le risque de déclassement industriel des retardataires dans un domaine très mal connu apparaît-il probable.
Pour notre part, nous nous sommes confrontés à l'essentiel des problématiques d'optimisation industrielles que sont :
- l'ajustement des modèles probabilistes, le plus souvent (mal) traité par des outils inadaptés,
- la planification optimale des essais et plans d'expériences (courbes de réponse)
- la conception optimale,
- l'optimisation d'architecture et de soutien logistique,
- l'optimisation système,
- l'ordonnancement (PERT) robuste aux aléas.

A titre d'illustration, le TP de la présente édition porte sur la planification optimale d'essais accélérés de fiabilité d'équipements soumis à usure.
Fondée sur la D-optimalité et la méthode Caboum, cette planification améliore la précision des résultats obtenus à l'issue d'une campagne d'expérimentations ou diminue les coûts en réduisant le nombre d'essais.

N° 73 Septembre 2016

Loin du contrôleur de la 25ème heure, révélant des faiblesses quand tout est terminé, le fiabiliste d'aujourd'hui se situe à la pointe de l'innovation dans les activités d'ingénierie :
- il cherche à répondre au juste besoin (analyse fonctionnelle),
- il appréhende les risques au plus tôt, sachant que la confiance n'exclut pas le contrôle,
- il assure la sécurité des personnes et des biens,
- il évite l'empilement des marges mais garantit leur existence (dimensionnement probabiliste),
- il exploite le Retour d'Expérience (REX), tant qualitatif que quantitatif,
- il assure une disponibilité de service dans des modes de fonctionnement nominaux ou faiblement dégradés,
- il dimensionne au mieux les ressources et circuits logistiques (redondance, stocks de rechange, etc.)
- il planifie les essais de manière optimale (D-Optimalité),
- il développe le diagnostic et le pronostic (Health monitoring) comme aide à la décision (exploitation, maintenance, renouvellement, etc.).

Telle est notre vision d'un acteur essentiel à la conception optimale contrainte par des performances techniques et des objectifs de Sûreté de Fonctionnement que nous cherchons à promouvoir en cette nouvelle rentrée.
Par ailleurs, la version 17 de l'atelier de Sûreté de Fonctionnement SUPERCABPRO est maintenant disponible. Outres des améliorations significatives de son aide en ligne, elle étend notamment les fonctionnalités de traitement des plans d'expériences et de planification optimale des essais de fiabilité par la mise en œuvre de la méthode Caboum.

N° 74 Novembre 2016

La grande messe bisannuelle des fiabilistes francophones a rassemblé ses fidèles dans la bonne ville de Saint-Malo. Quels faits marquants ressortent à nos yeux de ce Lambda Mu 20 ?

- L'optimisation des systèmes vis-à-vis de la Sûreté de Fonctionnement suscite encore relativement peu d'intérêt. Les quelques communications sur le sujet se limitent, pour l'essentiel, à de simples études de sensibilité effectuées par des méthodes d'évaluation diverses.
- Portant sur l'équilibrage des réseaux électriques, l'une traite cependant d'une problématique d'optimisation stochastique à fort enjeu sociétal. Confronter à la variabilité de la demande (voulue ou subie), l'intermittence de productions de certaines énergies renouvelables et au manque de flexibilité de celle d'origine nucléaire, elle apparait contrainte par la vulnérabilité de cette dernière car la disponibilité du réseau concourt à la sécurité des centrales au même titre que les générateurs électriques de secours (au fuel).
- Le Retour d'Expérience semble encore relever d'un vœu pieu dans certains secteurs, tant la confidentialité des données constitue un élément de blocage entre les intervenants. Aussi, risquons-nous d'attendre encore longtemps les trains avant que les mines de données existantes soient enfin exploitées pour optimiser les matériels et leur maintenance.
- Portant sur le diagnostic, le pronostic et l'aide à la décision, le Health Monitoring est un thème en émergence qui s'invite dans ce congrès à large spectre, en dépit de son caractère très mathématique.
- L'absence de TPE innovante se fait cruellement sentir dans un salon industriel dont seuls les généralistes de la maîtrise des risques ou les gros industriels en recherche de notoriété peuvent dorénavant s'offrir le prix de location d'un stand (3500 €).

Par ailleurs, le TP de la présente édition porte sur une application simple et didactique des plans d'expériences qui illustrent les capacités de traitement offertes par l'outil Gencab pour leur planification et exploitation.

N° 75 Janvier 2017

Nous souhaitons, santé, bonheur et réussite en 2017 à tous nos fidèles lecteurs auxquels nous soumettons une réflexion que certains trouverons peut être iconoclaste : Faut-il brûler l'AMDEC ?

L'Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et Criticités (AMDEC) est certainement l'outil du fiabiliste le plus connu pour maîtriser les risques techniques. De fait, il est requis au cours du développement de la majorité des systèmes. Faut-il pour autant continuer d'alimenter des cohortes d'analystes en maintenant un outil lourd et coûteux dont la valeur ajoutée s'avère bien incertaine au fil du temps ?

Fondée sur une démarche inductive ascendante, l'AMDEC consiste à analyser les effets au niveau système des modes de panne de composants élémentaires. Bien adaptée à l'étude de circuits électroniques à base de composants discrets, elle l'est moins pour des composants intégrés dont les modes de défaillance ne sont que partiellement traités (court-circuit et circuit-ouvert mais rarement dérive de paramètre ou défaillance à effets non déterministes). Par ailleurs, elle couvre mal les erreurs de conception (anomalies aux interfaces...), de réalisation (logiciel, montage...) et d'opérations (procédures…) et ne prend pas en compte les défaillances multiples. De plus, elle a peu d'impact réel sur la conception car elle s'appuie sur une définition détaillée souvent tardive.

A cette faiblesse intrinsèque s'ajoutent des pratiques dévoyées par un soit-disant besoin de confidentialité (les schémas de conception détaillée n'étant plus accessibles). Le fonctionnement des systèmes est alors peu ou mal décrit, l'analyse est sous traitée à des non-spécialistes et devient une simple liste des effets identifiés sans réelle possibilité de vérifier leur complétude.

Mais par quoi la remplacer ? L'Analyse Préliminaire des Risques (APR) repose sur une démarche déductive (basée sur l'imagination et le retour d'expérience) consistant à identifier les causes possibles d'événements redoutés quelle qu'en soit la nature (matérielle, logicielle, humaine, etc.). Le système est décomposé préalablement en

entités de taille réduite afin de pouvoir être appréhendé par l'analyste selon différents points de vue (fonctionnel, temporel, processus, etc.).
Cette réflexion sur le papier a un véritable impact sur la conception car elle est ouverte et précoce. Elle implique les experts des différents métiers, cible l'effort sur les points critiques, permet de faire des recommandations efficaces (protections, ségrégations, règles de conception, etc.) et mémorise la raison des choix techniques. Sa seule faiblesse réside dans la difficulté à estimer a priori la charge de travail correspondante qui dépend de la complexité du système et non plus du nombre de ses composants.
Une revue peut alors être organisée avec le client pour valider les architectures et définir les actions à mener ; un mécanisme de vérification de leur bonne prise en compte pouvant être mis en place dans un esprit de compréhension mutuelle de la confidentialité (contrôle par un tiers, déclaration sur l'honneur avec fortes pénalités en cas d'omission constatée, etc.).
Ainsi la réussite de projets conséquents ne reposerait plus sur l'insouciance ou l'incompétence de quelques-uns et nous n'aurions plus à alimenter notre bêtisier au moment où il n'y a plus rien à faire.

P.S. Nous n'oublions pas nos étudiants, après ces congés bien mérités, qui trouveront un TP sur la fiabilité d'un générateur solaire dans la présente édition.

N° 76 Mars 2017

Avec la parution d'un premier ouvrage sur « L'estimation en Sûreté de Fonctionnement » dans la collection « La fiabilité en pratique », Cab Innovation devient éditeur de livres et plus seulement d'outils. Son offre s'étoffera bientôt d'un second ouvrage intitulé « Modélisation, évaluation et optimisation en Sûreté de Fonctionnement », puis d'un troisième sur les «Méthodes d'analyse des risques et la fiabilisation des systèmes », avec des versions en langue anglaise disponibles avant la fin de l'année.
Mais cette activité nouvelle ne se limitera pas à la diffusion de notre seule expertise. Elle a pour vocation de s'ouvrir à d'autres auteurs de nos domaines de prédilection scientifiques et techniques que sont la maîtrise des risques, l'optimisation, l'énergie solaire et les drones. L'idée sous-jacente est d'offrir un canal rémunérateur aux auteurs qui le méritent avec des droits sensiblement supérieurs aux pratiques en vigueur (un tiers du prix du livre au lieu de 5 à 10 %). Démarrant par de la vente par correspondance, cette activité sera prochainement supportée par un système de paiement en ligne sur notre site Internet.
Par ailleurs, notre activité sur les drones est en plein développement. Le concept du « rotor volant » améliore leurs performances mais constitue surtout une alternative à la formule intrinsèquement peu fiable du multirotor dont les promesses d'usages (surveillance, cartographie, média, agriculture, transport de colis, etc.) risquent d'être compromises par divers incidents et accidents. Aussi envisageons-nous d'externaliser l'activité de Cab Aerospace pour faciliter son envol.

P.S. Une activité trop soutenue ne nous a pas permis de rédiger un nouveau TP. Nous nous rattraperons dans la prochaine édition du journal.

N° 77 Mai 2017

L'expert est la personne qui facture 10 000 $ le changement d'une pièce à trois dollars, mais c'est aussi celui qui sait sur quel rouage intervenir parmi mille. Au-delà de cette

boutade qui illustre parfaitement la situation, l'expert est l'homme de l'art apte à fournir un avis pertinent pour aider à la décision. Mais que vaut l'expertise aujourd'hui dans les domaines techniques et comment développer et maintenir des savoirs spécialisés quand il devient difficile de vivre de son expertise ?
Le secteur de l'industrie a perdu 1,5 millions d'emplois en France ces trente dernières années et s'est fortement restructuré en limitant l'activité de Recherche & Développement à la portion congrue dans l'entreprise. De même, l'activité de prestation de services dans le domaine technique s'est structurée autour de gros généralistes et a vu disparaitre le tissu foisonnant des bureaux d'études et sociétés de conseil préexistants. L'activité de formation n'est pas en reste avec l'imposition récente de certification et labellisation, outre le respect scrupuleux du code des marchés publics, qui favorise la concentration du secteur et la prolifération de formateurs individuels en sous-traitance. Faut-il alors s'étonner que l'expertise s'effiloche dans notre pays et que la perte de savoir-faire conduise à des déboires cuisants au sein même de nos fleurons industriels ?
Cab Innovation s'adapte à ce contexte en pleine évolution. Nous avons, tout d'abord, repensé notre offre de formations à partir des aptitudes et compétences qu'elles permettent d'acquérir. Vous pouvez ainsi tester vos connaissances en Sûreté de Fonctionnement et identifier d'éventuels besoins de formation à travers un quiz teinté de touches d'humour.
Nous avons, par ailleurs, créé une boutique d'achat en ligne d'outils de simulation, optimisation et maîtrise des risques, de manuels de référence et de prestations techniques diverses.

P.S. Le TP que nous vous proposons dans la présente édition a pour objet de vulgariser et de démystifier les réseaux bayésiens.

N° 78 Juillet 2017

Le test de niveau de connaissances en Sûreté de Fonctionnement, proposé dans la précédente édition de notre newsletter, a rencontré un franc succès et nous en remercions nos lecteurs. Cependant, le niveau des réponses reçues s'est révélé inférieur aux attentes (moyenne de 11,5/20 avec un écart-type de 2,7), ce qui n'est pas grave en soit dans les domaines de la fiabilité et de la disponibilité où les conséquences des erreurs sont essentiellement pécuniaires, mais apparait plus gênant dans celui de la sécurité. Aussi nous laissons ce quiz actif, pour combler une partie des lacunes qui nourrissent notre bêtisier depuis plus de quinze ans, et nous vous proposons un TP sur la démarche de modélisation markovienne afin d'améliorer les pratiques.
Ce TP est directement issu de l'ouvrage intitulé « De la quantification du risque à l'optimisation des systèmes » que nous publions dans la collection « La fiabilité en pratique ». Par ailleurs, notre offre de formation est aujourd'hui référencée sur Data Dock, passage dorénavant obligé de toute formation professionnelle. Elle répond aux six critères de qualité afin de satisfaire au mieux les besoins individuels et renforcer les aptitudes et compétences qu'elles permettent d'acquérir (voir justificatifs).

N° 79 Septembre 2017

Le livre d'Alain Villemeur, « la Sûreté de fonctionnement des systèmes industriels », a longtemps constitué la bible des fiabilistes dans notre pays pour maîtriser les risques. Aussi, notre collection « la fiabilité en pratique » a-t-elle pour ambition de reprendre le flambeau en lui apportant un retour d'expérience sur les méthodes employées et en l'enrichissant de techniques nouvelles pour optimiser les systèmes devant répondre à des exigences de Sûreté de Fonctionnement. Outre l'apport de méthodes en émergence telles que le dimensionnement probabiliste, la planification optimale des essais (méthode Caboum) ou le Health monitoring, cette optimisation concerne notamment la disponibilité opérationnelle.
La disponibilité de service n'a pas toujours été une préoccupation majeure de nos grands donneurs d'ordres et opérateurs nationaux qui ont longtemps privilégié la culture de la performance et de la sécurité. Le client a longtemps été (et est parfois encore) oublié derrière la notion d'usager et n'a vraiment été considéré qu'en début de ce siècle grâce à certains marchés à l'export (TGV coréen, A380, etc.). La disponibilité opérationnelle des systèmes mérite pourtant la plus grande attention car elle en garantit le retour d'investissement et donc la viabilité économique des projets. Son évaluation résulte du traitement de modèles comportementaux plus ou moins sophistiqués qui ne sont pas toujours suffisamment explicités dans les analyses, en termes de représentation et hypothèses considérées, pour permettre la contre-expertise. Mais cette disponibilité opérationnelle peut être également appréhendée de manière conservative, au moyen de simples formules analytiques, comme le propose le TP de la présente édition.

P.S. Afin de faciliter les échanges entre les fiabilistes francophones, nous venons de créer le groupe Sûreté de Fonctionnement sur linkedIn.

N° 80 Novembre 2017

Le « Health and Usage Monitoring Systems » (HUMS) est un terme générique qui recouvre l'amélioration de la disponibilité et de la sécurité des produits par des techniques de collecte et d'analyse de données.
Mais comment mettre en pratique une activité si prometteuse ?
Certains bardent leurs systèmes de capteurs multiples afin de pouvoir les exploiter ultérieurement par les techniques du Big data. L'intelligence artificielle s'est, en effet, considérablement renforcée, après avoir battu le champion du Monde du jeu de Go en 2016, par des réseaux de neurones capables d'apprendre seuls en simulant les situations (AlphaGo Zero de Google). Mais un système n'est pas un jeu aux règles pré-établies, et la compréhension de ses comportements par la machine risque de ne pas être encore acquise quand il sera déjà obsolète.
D'autres gardent confiance dans l'intelligence humaine pour identifier les phénomènes de défaillance et de dégradation des systèmes, établir des modèles correspondants et rechercher le juste nécessaire en observations directes ou indirectes de l'état de fonctionnement.
De tels modèles sont proposés dans les manuels de la collection « La fiabilité en pratique » qui s'est récemment enrichie d'un livre intitulé « Maîtrise des risques & fiabilisation des systèmes ».

P.S. Une activité trop soutenue ne nous a pas permis de rédiger un TP pour la présente édition du journal. Nous invitons les étudiants et personnes intéressées à revisiter les 69 TP déjà existants.

N° 81 Janvier 2018

Nous souhaitons, santé, bonheur et réussite en 2018 à tous nos fidèles lecteurs auxquels nous soumettons quelques réflexions sur l'évolution future de nos pratiques d'estimation de fiabilité.
Avec l'intégration toujours plus poussée des composants électroniques, l'hypothèse du taux de panne constant considérée dans les recueils de fiabilité, devient discutable car des phénomènes d'usure (wear-out) apparaissent après quelques années d'utilisation.
Quelles en sont les conséquences pratiques ?

- La loi exponentielle ne peut plus être utilisée pour modéliser la fiabilité des composants.
- L'ajustement de nouveaux modèles nécessite des données (éventuellement accélérées) acquises après une durée d'utilisation suffisamment longue pour caractériser les dégradations.
- Le taux de défaillance des cartes électroniques ne peut plus se calculer par une simple sommation des lambdas mais leur courbe de fiabilité s'obtient par le produit des fiabilités des composants à différents instants.
- La fiabilité et la disponibilité des architectures de systèmes ne peuvent plus se calculer au moyen de modèles markoviens homogènes (à taux constants), mais peuvent être estimées par simulation de Monte-Carlo en simulant des durées de défaillances conditionnées à l'absence de panne à l'instant courant.
- Les hypothèses de fiabilité des composants à l'état off restent à déterminer.

De plus en plus prégnante, cette problématique, fait l'objet du TP de la présente édition qui se réfère au livre « Sûreté de Fonctionnement & Optimisation des systèmes » aujourd'hui disponible.
Cet ouvrage propose au lecteur une vision à peu près exhaustive des méthodes d'évaluation qualitative et quantitative utilisées en Sûreté de Fonctionnement, avec leurs domaines d'application et limites éventuelles. Il porte également sur la fiabilisation des systèmes et leur optimisation, contrainte par la satisfaction d'exigences de Sûreté de Fonctionnement, ainsi que sur des pistes d'amélioration prometteuses telles que le dimensionnement probabiliste, la planification optimale des essais (méthode Caboum et D-optimalité) ou le Health monitoring.

N° 82 Mars 2018

Le lancement du Falcon Heavy et le retour de deux des trois fusées Falcon-9 assemblées les unes aux autres nous a enchantés car il réhabilite un métier d'ingénieur largement galvaudé et dévalorisé dans notre pays. Ce énième succès d'Elon Musk, après tant d'autres considérés par beaucoup comme autant de paris fous, ne peut que nous interroger sur notre manque d'ambition et sur les ravages des préceptes dominants de l'ingénierie (externalisation des fabrications et de l'expertise au moindre coût, délais incompressibles de maturité des technologies, etc.). La conception doit (re)devenir

optimale en offrant de réelles innovations et/ou des services à faible coût pour avoir des chances de réussir.
De notre côté, nous tentons de promouvoir, depuis longtemps, l'usage généralisé des outils d'optimisation en conception et sentons actuellement un léger frémissement d'intérêt sur le sujet. Aussi, le TP de la précédente édition porte-t-il sur les essais accélérés qui méritent d'être optimisés pour en réduire les coûts. En effet, les normes correspondantes sont essentiellement descriptives (EN 62506) et donnent pas de recommandations précises sur la mise en œuvre pratique des essais telles que le nombre de pièce à tester, les types et conditions de stress à appliquer ou la valeur des paramètres des lois d'accélération à considérer (énergie d'activation de la loi d'Arrhenius par exemple).

N° 83 Mai 2018

Même si Marcel Dassault a toujours considéré qu' "un bel avion est un avion qui vole bien", la conception aéronautique n'est pas un travail d'artiste mais résulte d'une optimisation plus ou moins réussie du comportement d'un corps dans un fluide. C'est la raison pour laquelle l'emploi d'algorithmes mathématiques d'optimisation dépasse largement les capacités humaines et aboutit à des formes dont l'esthétique n'aurait pas été reniée par le grand constructeur. Les performances s'améliorent alors de plusieurs dizaines de pourcents (consommation, charge utile, vitesse, autonomie, rayon d'action) quand les outils ne sont pas utilisés à la marge pour améliorer ponctuellement des formes prédéfinies (éléments finis). Un TP proposé dans cette édition cherche à montrer l'apport des outils d'optimisation en conception, tous domaines confondus, en prenant pour exemple le dimensionnement d'un drone.
Mais l'optimisation ne se limite pas à la conception et porte également sur le Maintien en Condition Opérationnelle (MCO) qui constitue une problématique majeure de la Sûreté de Fonctionnement. Ainsi, la disponibilité des aéronefs militaires stagne autour de 44% dans notre pays et de seulement 30% en métropole, d'après le rapport de Christian Chabbert cité par Michel Cabirol dans La Tribune. Portant notamment sur la planification des actions de maintenance, celle-ci relève d'une optimisation sous contrainte qui peut être rendue robuste à l'aléa en exploitant des données de Retour d'Expérience (REX) ou intégrer des informations sur l'état de dégradation des matériels dans le cadre du Health Monitoring (maintenance prédictive). Un second TP proposé dans cette édition traite de cette problématique en cherchant à améliorer la disponibilité d'une flotte d'avions.
Nous espérons que cette double action de vulgarisation sur l'optimisation suscite de l'intérêt chez nos lecteurs et aide au développement de notre projet collaboratif de plateforme open source d'optimisation générique hautement distribuée (Gencab Indra) qui apparait beaucoup plus prometteur que bien d'autres projets largement financés dans le domaine du Big data.

N° 84 Juillet 2018

De nombreux abonnés du journal du fiabiliste n'ont pas répondu à notre demande de réabonnement ou résiliation. Or le règlement européen en matière de protection des données personnelles (RGPD) ne nous permet plus de vous envoyer des informations sans votre accord dûment justifié.
Aussi, les distraits, les débordés des messageries, les accros aux anti-spams et ceux qui ne surveillent jamais leur corbeille de courrier indésirable ne seront pas surpris d'être

définitivement éliminés de la liste des abonnés après ce dernier envoi sans réponse de leur part. Nous rappelons que les adresses qu'elle contient ne sont pas transmises à des tiers, sous quelque forme que ce soit, et que le désabonnement est toujours possible en utilisant le lien correspondant ou en retournant le journal avec pour objet le mot « Résiliation ».
Accaparés par cette activité de gestion des abonnés, nous ne proposons pas de nouveau TP dans la présente édition mais une contribution à la résolution d'une problématique en émergence concernant la prise en compte de l'usure des composants électroniques dans les estimations de fiabilité (voir rubrique R&D).
Nous avons, par ailleurs, remanié profondément notre offre de formation afin de l'enrichir et de l'adapter aux contraintes de chacun. Celle-ci ne comprend plus que des sessions indépendantes d'une journée, dispensées aux dates à votre convenance en cherchant à regrouper au moins deux stagiaires par session (plusieurs sessions successives sur plusieurs jours restant possibles). Nous espérons ainsi transformer en expert les divers acteurs de la Sûreté de Fonctionnement.

N° 85 Septembre 2018

Si on rechigne toujours à investir dans une activité dont on ne voit pas immédiatement l'effet, force est de constater que des carences en Sûreté de Fonctionnement se sont cruellement manifestées durant l'été.
La gare Montparnasse a été bloquée pendant près d'une semaine en plein chassé-croisé à cause de l'incendie d'un poste électrique, ses trois circuits indépendants d'alimentation ayant été branchés à la même installation du gestionnaire de réseau électrique.
L'EPR a pris à nouveau du retard en raison de soudures défectueuses, après les anomalies des cuves de réacteur et le ferraillage de béton non conforme.
Un nième pont (onzième en cinq ans) s'est écroulé en Italie en raison d'une maintenance imparfaite. Attendait-on les promesses du big data pour exploiter les données observables ?
La ligne n° 1 du métro parisien a subit une panne géante bloquant ses passagers durant plusieurs heures, un TGV a déraillé en gare de Marseille….
… Mais tout n'est à pas perdu. Le besoin d'entretien de nos infrastructures a fait l'objet récemment d'un audit, la Défense semble vouloir mettre un peu de rationalité dans la maintenance de ses aéronefs et nous observons, nous-même, un regain d'intérêt pour une discipline quelque peu délaissée.

N° 86 Novembre 2018

L'optimisation reste dans notre pays l'apanage de quelques mathématiciens de haut vol très peu au fait des problématiques industrielles, alors qu'elle devrait constituer l'un des outils de base de tout expert métier. Mais, par méconnaissance ou élitisme déplacé, notre monde académique rechigne à diffuser largement les bases de techniques particulièrement simples d'usage et d'une redoutable efficacité. Ainsi, les méthodes évolutionnaires inventées à la fin du siècle dernier (algorithmes génétiques, recuit simulé, etc.) sont très bien adaptées aux problématiques industrielles de type boîte noire pour trouver la configuration de nombreux paramètres donnant la meilleure solution au problème de l'expert (sans cependant garantir que celle-ci ait bien été identifiée). Leur (trop) lente convergence peut être considérablement accélérée par l'hybridation de méthodes globales et locales comme le met notamment en œuvre l'outil Gencab depuis

près d'une vingtaine d'années (ses algorithmes sont décrits en annexe de l'ouvrage Sûreté de Fonctionnement & optimisation des systèmes). Le domaine de la Sûreté de Fonctionnement est particulièrement concerné par ces techniques pour exploiter les données de retour d'expérience, dimensionner les conditions d'essais ou concevoir au mieux les systèmes et leurs conditions d'exploitation et de maintenance. Aussi, le TP de la présente édition explique les rudiments de l'optimisation et montre son apport au traitement des problématiques du fiabiliste. Par ailleurs, une synthèse du "Bêtiser du fiabiliste" a été présentée dans le cadre de la journée du groupe SdF Occitanie, le 28/09/2018 à Toulouse (voir rubrique R&D).

N° 87 Janvier 2019

Si d'aucuns s'enthousiasment des promesses suscitées par l'analyse de corrélations dans des données massives (profilage, diagnostic, Health Monitoring, maintenance prédictive, voiture plus ou moins autonome...), un aspect méconnu du Big Data va bientôt engendrer une innovation de rupture dans tous les domaines d'activité. Capable d'explorer l'espace infini des solutions possibles, l'optimisation multidisciplinaire (MDO : Multidisciplinary Design Optimisation) est, en effet, susceptible d'améliorer considérablement les performances et caractéristiques des produits de demain. La MDO cherche l'optimum de conception entre les divers métiers sans plus tenter de trouver de mauvais compromis entre les divers spécialistes. Elle est déjà utilisée en aéronautique pour améliorer les caractéristiques aérodynamiques et structurelles des profils en phase de conception détaillée. Mais cette optimisation, à la marge, peut être étendue à la conception amont pour faire émerger de meilleures solutions radicalement différentes. Cette révolution en marche se propage aux domaines de conception automobile, navale, électronique et informatique et n'épargnera probablement aucun secteur. Aussi, avons-nous le plaisir de débuter notre nouvelle collection éditoriale « L'ingénierie en pratique » par l'ouvrage intitulé « L'optimisation multidisciplinaire, l'autre enjeu du Big Data » qui vulgarise les notions en optimisation que tout ingénieur devrait connaître et propose des pistes prometteuses d'amélioration méthodologique.
Nous envisageons également d'éditer prochainement un guide de mise en œuvre des essais accélérés de fiabilité et de dégradation afin de compléter les normes sur le sujet (EN 62506) qui fournissent peu de recommandations précises sur leur réelle application (nombre de pièces à tester, types et conditions de stress à appliquer, modèles théoriques à utiliser, valeur des paramètres des lois d'accélération, etc.). Aussi, souhaitons-nous constituer un comité de lecture regroupant quelques membres d'entreprises concernées qui se verront offrir un exemplaire du guide finalisé afin de les remercier de leur regard critique.
Par ailleurs, nous présentons nos vœux de bonheur, santé et prospérité en 2019 à tous nos lecteurs auxquels nous n'avons pas eu le temps de rédiger un nouveau TP pour leurs étrennes. Qu'ils se consolent en relisant la riche collection déjà à leur disposition.

N° 88 Mars 2019

Vulgariser la résolution des problématiques industrielles en offrant une vision synthétique de l'état de l'art, telle est l'ambition de notre activité d'édition dont les collections sur les pratiques de l'ingénieur vont bientôt s'enrichir de deux livres en préparation : l'un sur le dimensionnement probabiliste et l'autre sur les essais accélérés (voir rubriques R&D). Il nous semble en effet opportun de proposer aux concepteurs et spécialistes métiers les

moyens de se réapproprier une expertise théorique trop souvent externalisée ou confiée à des instances académiques éloignées de l'industrie. Or cette expertise apparaît cruciale dans le processus d'innovation car c'est elle qui fait la différence entre une conception ordinaire et une conception optimale répondant mieux aux attentes tout en réduisant les risques et diminuant les coûts.
Par ailleurs, le projet collaboratif de développement d'outils d'optimisation hybrides dédiés à la conception multidisciplinaire (Gencab Indra) prend forme et pourrait bénéficier d'une structure de développement de projets innovants pour en faciliter le financement (IRT Saint-Exupéry). Les entreprises et structures académiques intéressées peuvent d'ores et déjà nous contacter. Les fondements théoriques de ce projet et sa spécification préliminaire font l'objet d'un ouvrage aujourd'hui disponible.

P.S. La liste des TP proposés dans ce journal s'allonge et nous commençons à manquer d'idées de thèmes nouveaux. Aussi, n'hésitez pas à nous faire part de vos problématiques originales pour nous inspirer.

N° 89 Mai 2019

Si les modèles d'accélération intéressent les brasseurs, dont la production de bière évolue en fonction des conditions climatiques (température, humidité…) et chocs événementiels (matchs de foot…), ils ne peuvent pas être ignorés des concepteurs, tant les conditions environnementales et d'usages influencent la fiabilité des produits.
Mais cette complexité se révèle un atout dans le domaine des essais d'endurance ou de fiabilité menés pour démontrer la capacité d'un produit à réaliser sa mission. Elle permet, en effet, de réduire la durée des essais et/ou le nombre de pièces à tester en augmentant les niveaux de stress (température, vibration, humidité…). Permettant de passer des conditions de stress en essai à ceux de la vie opérationnelle, le facteur d'accélération apparaît alors quelque peu magique. Mais, il n'est pas l'apanage de quelques experts obscurs et repose sur des fondements théoriques solides ainsi que des hypothèses à justifier par l'expérience ou à valider par les essais.
Afin d'en faciliter l'usage et aider à optimiser les essais, nous avons rédigé un guide de mise en œuvre des essais accélérés que nous aimerions enrichir de l'expérience de certains de nos lecteurs. Aussi, nous proposons ce livre en pré-achat dans une version préliminaire, qui sera remplacée gratuitement, dans un délai de trois mois, par une version définitive bénéficiant des remarques et commentaires reçus d'ici là. Ce mode original de coconstruction devrait garantir à ce référentiel de répondre à toutes les problématiques rencontrées.

N° 90 Juillet 2019

La testabilité est trop souvent négligée par les concepteurs alors qu'elle impacte directement les coûts d'exploitation des produits ainsi que la faisabilité et le coût des essais de fiabilité ou de durabilité. Intégrant l'observabilité directe ou indirecte des niveaux de dégradations ou d'usure, en fonctionnement et sans nécessité de démontage préalable, elle conduit naturellement à la maintenance prédictive, dans le cadre du Health Monitoring, et à des essais plus courts et moins consommateurs de ressources (pièces en test et moyens de mesure).
Intégrant l'état de dégradation courant, un même modèle de fiabilité permet alors d'établir un pronostic à partir d'un diagnostic, ou de réaliser des essais accélérés sur un

nombre réduit de pièces fournissant chacune une profusion de données (et non pas une simple date de panne).
Ainsi, la possibilité de mesurer l'état de dégradation d'une pompe ou d'un moteur en ligne et/ou en essai doit dorénavant être sérieusement envisagée pour ne pas concevoir des produits obsolètes. Décrivant ces différents aspects, notre guide de mise en œuvre des essais accélérés sera bientôt enrichi à partir des commentaires reçus de nos lecteurs et est aujourd'hui complété par le TP de la présente édition qui explique, plus en détail, comment passer d'un modèle de dégradation à un modèle de fiabilité.

N° 91 Septembre 2019

Si le Health Monitoring et la maintenance prédictive intéressent aujourd'hui la majorité des opérateurs de systèmes, force est de constater que le diagnostic a beaucoup plus profité des capacités du Big data (notamment pour détecter des signaux faibles) que le pronostic qui reste une activité encore largement balbutiante.
Ce dernier nécessite, en effet, de disposer de modèles de fiabilité ou de dégradation des produits, dans des conditions d'utilisation et d'environnement variées, qui ne peuvent être établis qu'à partir d'un retour d'expérience conséquent généralement tardif.
Or de tels modèles sont susceptibles d'être immédiatement fournis par les essais accélérés de durabilité ou de fiabilité, réalisés en fin de conception pour démontrer la capacité des produits à assurer leur mission. Répondant à un double objectif, ces essais se trouvent alors grandement valorisés et leur coût d'autant plus facile à justifier.
Il en est de même pour notre guide de mise en œuvre des essais accélérés qui a été enrichi à partir de commentaires d'industriels impliqués que nous remercions ici.

N° 92 Novembre 2019

Le soutien logistique intégré (SLI) est l'activité qui consiste à définir les moyens en soutien d'un système (opérateurs, lots de rechanges, moyens de test, documentation, etc.) nécessaire à l'obtention d'un niveau de disponibilité opérationnelle tout en en maîtrisant le coût global de possession.
Mais peut-on dissocier le SLI et la Sûreté de Fonctionnement (SdF) dans les activités de conception sans conduire à une dérive des coûts ?
L'optimisation d'un système porte à la fois sur son architecture et ses conditions de soutien, en jouant sur les niveaux de redondance, les classes de qualité des composants, les activités menées à tout moment (H24) ou limitées aux heures ouvrables, la dimension et la localisation des stocks de rechanges, leur durée de réapprovisionnement, etc.
Seule une même entité peut trouver la configuration optimale qui répond aux exigences opérationnelles en minimisant les coûts, au moyen d'un outil d'optimisation hybride (globale/locale) capable de jongler avec les nombreux paramètres de diverses natures d'une fonction de grande complexité (modèle de disponibilité opérationnelle et de coût de possession).
Mais ce regroupement dans l'activité de conception concerne également d'autres métiers (mécanique, électrique, aérodynamique, etc.). Aussi, les outils doivent répondre aux besoins de l'optimisation multidisciplinaire pour aider à concevoir le meilleur.

P.S. Des cas test d'applications industrielles sont recherchés dans le cadre du projet Gencab Indra d'optimisation multidisciplinaire (voir rubrique R&D).

N° 93 Janvier 2020

Habitué à gérer l'aléa, le fiabiliste occupe une place privilégiée dans les équipes d'ingénierie pour concevoir les produits de demain. Ceux-ci seront bien différents de ceux développés jusqu'à présent :

• la demande s'oriente vers la fourniture de service,

• l'engagement de fiabilité s'exerce sur la durée d'exploitation et non plus sur une période de garantie,

• la préservation de l'environnement et l'exploitation durable des ressources terrestres sont incontournables,

• l'introduction du Health Monitoring et de la maintenance prédictive est dorénavant exigée par la plupart des opérateurs de systèmes.

L'objectif n'est plus de concevoir un bon produit mais de proposer celui qui donne le plus de satisfaction au(x) moindre(s) coût(s), sans inutiles marges cachées, au moyen du dimensionnement probabiliste et de l'optimisation multidisciplinaire.

Afin de contribuer à ce changement de paradigme, nous publions un ouvrage de référence « La fiabilité aujourd'hui » qui présente en 12 chapitres les différents aspects d'une science de l'ingénieur en pleine (r)évolution (voir extrait). Renouvelant la collaboration fructueuse expérimentée sur le précédent ouvrage « Mise en œuvre des essais accélérés », ce livre est proposé dans une version préliminaire afin de recevoir vos commentaires avant l'été. Il sera remplacé gracieusement par sa version enrichie à l'occasion du congrès Lambda Mu (octobre 2020).

Cette bible (444 pages) devrait vous aider à affronter la prochaine décennie sur le plan méthodologique et tout d'abord cette année 2020 que nous vous souhaitons bonne et heureuse.

Ce début d'année nous donne également l'occasion de fêter les 20 ans de Cab Innovation.

N° 94 Mars 2020

L'optimisation hybride (globale / locale) multidisciplinaire peut devenir accessible aux experts métiers pour trouver des solutions innovantes plus performantes dans tous les domaines. Telle est l'hypothèse de recherche de notre activité principale de R&D pour ces trois prochaines années, qui se décline en trois opérations distinctes :

• la conception et le développement d'une plateforme d'optimisation hybride multi-niveaux massivement parallèle,

• l'identification, la formalisation et l'évaluation de problématiques types pouvant bénéficier de l'optimisation hybride multidisciplinaire,

• le développement expérimental d'un drone au moyen d'outils d'optimisation hybride multidisciplinaire.

Les deux premières opérations ayant une vocation collaborative, nous invitons les industriels et laboratoires de recherche intéressés à se faire connaitre. Elles concernent également la fiabilité qui est menée de concert avec les autres métiers.

Par ailleurs, vous trouverez dans la rubrique R&D des articles répondant à des interrogations du groupe « Sûreté de Fonctionnement de LinkedIn » qui rassemblera bientôt plus de 3500 membres.

N° 95 Mai 2020

Trente-deux ans après le nuage de Tchernobyl qui s'était « arrêté à la frontière », nos autorités sanitaires dénigrent le port d'une protection alternative (masque en tissu, foulard, écharpe, etc.) face à la pandémie. Une double barrière de sécurité même imparfaite entre malades et bien-portants présente pourtant une efficacité qui n'est pas très éloignée de celle de la simple barrière censée protéger les soignants. Mettant à nouveau l'opprobre sur toute une communauté d'experts, ce mensonge « pour la bonne cause » aurait pu être évité en interdisant le port des masques réservés aux soignants (masque FFP2), afin que le grand public ne cherche pas à s'en procurer par tous les moyens et que la fragile logistique mise en place ne soit pas perturbée par les divers trafics.
Nous avons tenté de diffuser cette évidence via les réseaux sociaux et même via l'appel à projet "COVID-19" lancé en urgence par l'Agence Nationale de la Recherche (ANR). A défaut, nous avons réquisitionné nos maigres moyens de production pour fabriquer des visières de protection avec nos imprimantes 3D qui ont été distribuées à quelques centaines de soignants désarmés. Nous pouvons également mettre notre outil d'optimisation hybride à la disposition des virologues qui souhaiteraient ajuster leur modèle stochastique avec des données statistiques.
Mais tout n'est pas gris dans cet environnement morose, une première en aéronautique a eu lieu dans la ville rose (Toulouse) : le catapultage d'un drone par une fusée à eau, qui valide celui du drone « La Cabiota » en attente du déconfinement pour prendre son envol.

N° 96 Juillet 2020

Un modèle est une représentation simplifiée de la réalité, utilisé pour décrire une situation ou pour réaliser des prédictions.
Il est explicatif s'il se fonde sur des lois physiques ou simplement descriptif s'il ne fait qu'exploiter des observations.
Il est déterministe s'il donne un résultat à un jeu d'hypothèses ou stochastique s'il intègre le hasard et l'imprécision dans son résultat sous forme de distribution statistique.
Il peut être à la fois explicatif, stochastique, et descriptif en ce sens qu'il prend en compte des lois physiques, utilise le calcul de probabilité ou la simulation de Monte-Carlo et fait l'objet d'ajustement ou de calibration à partir d'observations, comme ceux que nous développons pour estimer la disponibilité de systèmes complexes.
Mais en dépit de la précision des résultats et des intervalles de confiance, la validité d'un modèle repose sur l'emploi d'une méthodologie rigoureuse :

- le modèle ne peut se fonder que sur des connaissances établies ou exploiter des observations représentatives de l'ensemble du domaine étudié,
- les variables aléatoires ne peuvent être modélisées par des lois de probabilité que si elles sont indépendantes (durée de fonctionnement et de réparation d'un matériel par exemple),
- la complexité de la modélisation doit être maîtrisée par des tests divers (vraisemblance des résultats, comparaison avec d'autres modèles, test pas-à-pas dans le cas de systèmes à états discrets, etc.).

De tels modèles ont été utilisés pour estimer la propagation de l'épidémie du Covid 19, mais sans vraiment respecter la rigueur scientifique requise comme le montre très justement une analyse critique de la SCM d'un article académique.

Pour illustrer notre propos, un TP sur les modèles de dégradation en mécanique est proposé dans la présente édition (voir rubrique R&D).

N° 97 Septembre 2020

Promouvoir l'excellence en ingénierie est un moyen d'affronter les incertitudes du monde de demain. Aussi, le livre « La fiabilité aujourd'hui » a pour modeste ambition de devenir l'encyclopédie de référence en fiabilité afin d'en améliorer les pratiques et faciliter les échanges. Couvrant l'ensemble de la Sûreté de Fonctionnement, dont les techniques les plus avancées (Big data, PHM, maintenance prédictive, dimensionnement probabiliste, etc.), cet ouvrage a bénéficié de l'apport de ses premiers lecteurs dans sa version préliminaire, afin de répondre au mieux aux problématiques industrielles. Il pourrait s'enrichir périodiquement à partir des remarques et commentaires de ses nouveaux lecteurs et faire l'objet d'une version anglaise pour faciliter le dialogue au sein des entreprises tournées vers l'international.
Nous comptions lancer cet ouvrage fédérateur dans le cadre du congrès Lambda-Mu 22, mais le Covid-19 a perturbé nos plans et nous espérons pouvoir le présenter dans le cadre de séances de discussion à distance. Aussi n'hésitez pas à le faire connaître autour de vous, afin que l'information circule autant que ce maudit virus !
Par ailleurs, nous avons le plaisir de vous annoncer la naissance de notre dernier né qui sera présenté au salon UAV DAY. D'un poids de 4 kg (classe C2 de l'EASA), ce drone innovant de type STOVL (avion à décollage court et atterrissage vertical) a pour nom Cabiota, en raison de sa forme de mouette si particulière, que lui ont dessiné nos outils d'optimisation multidisciplinaire (voir rubrique R&D).

N° 98 Novembre 2020

L'expertise technique ne semblait pas une priorité des entreprises du monde d'hier, si on se réfère aux demandes de formation professionnelle qui concernent surtout les langues (anglais), le respect des obligations légales, le développement personnel, le management et le leadership. Mais il pourrait en être autrement, si nous voulons rester acteurs du monde de demain, sans attendre que les trains de la modernité nous viennent de Chine, d'outre Atlantique ou d'ailleurs.
En dépit de son caractère mortifère et de son impact sur l'emploi, la crise engendrée par la COVID-19 constitue une formidable opportunité pour bâtir une industrie plus sûre, plus verte et plus économe, avec des personnels formés à l'état de l'art des sciences et des techniques. Pour aider les entreprises à repartir de l'avant, sans risque et à moindre coût, nous dispensons dorénavant nos formations d'expertise technique en distanciel et pouvons également fournir des MOOCs (Massive Open Online Courses) à l'attention des entreprises, des écoles d'ingénieurs et des universités, tels que ce rappel sur les probabilités et statistiques disponible ici. Nous offrons également gracieusement la licence de l'atelier Supercabpro le temps du confinement et proposons quelques pistes pour innover dans la rubrique R&D.
Par ailleurs, notre communication au congrès Lambda mu, sur la caractérisation de l'usure des composants électroniques et la prise en compte du vieillissement dans les recueils de fiabilité, a été pré-enregistrée et peut être visionnée ici.

N° 99 Janvier 2021

Nous vous présentons nos meilleurs vœux de santé, bonheur et réussite en 2021, dans un contexte que nous souhaiterions plus agréable. La crise sanitaire révèle l'état de désindustrialisation de notre économie et des enquêtes montrent la faiblesse de nos structures académiques (voir bêtisier). Doit-on attendre des solutions venues d'en haut ou adopter des modes de fonctionnement plus pertinents ?
La formation technique intéresse peu de salariés, fait l'objet de contraintes administratives (data-dock, suivi formel, certificat, etc.) et est de plus en plus souvent dispensée à distance. Aussi allons-nous produire des supports de formation avec des partenaires, tels que cette vidéo : "Comment estimer la fiabilité ou le potentiel restant d'un composant soumis à usure ?"
De même, nos livres scientifiques et techniques vont se maintenir à l'état de l'art en collaboration avec leurs lecteurs. L'encyclopédie "La fiabilité aujourd'hui" sera complétée, approfondie et enrichie d'exemples, dont les fichiers de calcul seront fournis avec l'ouvrage, dans sa version 2021.
Enfin, nous sommes ouverts aux partenariats en Recherche & Développement dans nos domaines de prédilection, qu'il s'agisse de caractériser la fiabilité de composants soumis à usure, sur laquelle nous intervenons dans le cadre du programme de recherche Clean Sky2 de l'Union Européenne, que celui de la fiabilisation et de l'amélioration des performances des drones à voilure fixe, pour lesquels nous disposons d'un démonstrateur technologique performant, ou de l'applicabilité des méthodes d'optimisation hybride multidisciplinaire à tous les domaines d'ingénierie (voir rubrique R&D).

N° 100 Mars 2021

Ce centième numéro du journal du fiabiliste nous donne l'occasion de faire un retour sur le parcours atypique de notre petite entreprise, Cab Innovation, dont le rayonnement apparaît sans rapport avec la taille. Depuis plus de 15 ans (Septembre 2004), nos lecteurs ont été régulièrement informés des enjeux et avancées de la Sûreté de Fonctionnement, dont nous avons nous-même pris part dans le domaine des essais notamment. Des cohortes de fiabilistes en herbe (et aussi confirmés) se sont enrichies et formées en exploitant les travaux pratiques diffusés gracieusement avec le journal (78 TP à ce jour). Un retour d'expérience conséquent a été partagé sous la forme humoristique du « bêtisier du fiabiliste » et celui-ci a été complété par le « bêtisier de la recherche » dont la pointe d'ironie tente de faire réagir face à une réalité que la crise met aujourd'hui à nue. Notre propre recherche n'est pas négligeable, avec près de 80 communications acceptées par divers comités scientifiques, et nos outils sont encore les seuls à résoudre certaines problématiques. L'expérience acquise bénéficie désormais à notre activité d'édition d'ouvrages de référence dont une encyclopédie de la fiabilité. Nous rassemblons par ailleurs un certain nombre d'acteurs en animant deux groupes sociaux sur LinkedIn, « Sûreté de Fonctionnement » (4 507 membres à ce jour) et « Drone concept » (2 592 membres).
Allons-nous nous reposer sur nos lauriers en ces temps incertains ? Notre curiosité est intacte ! Aussi, allons-nous continuer à défricher les terres du Health Monitoring et de la maintenance prédictive avec une nouvelle contribution scientifique (ESREL 2021), un ouvrage en préparation sur sa mise en œuvre et le TP de la présente édition portant sur le processus Variance Gamma qui est particulièrement bien adapté à la modélisation des phénomènes de dégradation et à l'élaboration des modèles prédictifs. Nous poursuivons également notre programme de recherche et développement dans le domaine des

drones. Si l'idée de cheminer ensemble vous tente, nous sommes ouverts à toute collaboration et partenariat.

P.S. Nous enrichissons l'offre de notre boutique en ligne avec les fruits de notre R&D. Vous y trouverez aussi bien des outils logiciels pour ajuster le processus Variance Gamma que matériels pour découper des ailes d'avion au fil chaud.

N° 101 Mai 2021

Si certains veulent réindustrialiser nos régions dans le monde d'après, peut-on continuer à concevoir les produits comme avant, selon une approche déterministe (pire cas) qui multiplie les marges cachées et rejette les solutions les plus avantageuses par divers effets de seuil (ressources, matériaux, etc.) ? Le dimensionnement probabiliste apparaît beaucoup plus vertueux sur les plans économique et écologique car il considère les aléas de toute nature portant sur la mission, l'environnement et l'état des systèmes à l'état courant (sollicitation, dispersion, dégradation, etc.). Ce changement de paradigme apporte également de la résilience aux produits qui peuvent alors répondre à plus de sollicitations qu'initialement prévu, tout en étant inopérants dans des situations peu communes, par un manque transitoire de performance ou de ressource, conformément aux exigences de disponibilité de service. Cette approche offre une plus grande liberté aux concepteurs qui doivent alors démontrer que les risques encourus sont bien maîtrisés, sans se contenter d'appliquer des normes prescriptives ou des coefficients de sécurité qui n'offrent aucune garantie sur l'ampleur réelle des dispersions. Appliqué à des structures, des mécanismes ou des systèmes complets, le dimensionnement probabiliste est supporté par la simulation de Monte-Carlo (améliorée par des techniques de réduction de variance) ou par des méthodes analytiques (FORM SORM, Résistance-Contrainte…) fondées sur des distributions normales ou des variables aléatoires quelconques ayant préalablement fait l'objet d'une transformation (Nataf et Rosenblatt). Mais quelle que soit l'approche choisie, la conception ne peut plus se contenter de la géniale intuition des concepteurs sans qu'ils soient épaulés par de puissant outils d'optimisation hybride (globale/locale) capable de trouver des solutions radicalement nouvelles particulièrement difficiles à imaginer.
A travers le dimensionnement simpliste d'une brouette, le TP de la présente édition vous propose de découvrir ces différentes approches qui font par ailleurs l'objet d'une nouvelle offre de formation dans notre catalogue intitulée "Conception optimale des systèmes à risques".

N° 102 Juillet 2021

Applicable depuis le 01/01/2021, la règlementation européenne des drones (EASA) n'est plus seulement prescriptive mais est fondée sur la maîtrise des risques en opération. Ces risques concernent notamment la chute du drone au sol, susceptible de heurter des personnes ou des biens, et le vol incontrôlé, pouvant engendrer une collision avec un autre usager de l'espace aérien.
L'EASA préconise l'emploi de la méthode SORA (Specific Operation Risk Assessment) pour sécuriser les opérations à risque intermédiaire (catégorie spécifique) et obtenir leur agrément par les autorités de l'aviation civile, sans devoir suivre un lourd processus de certification.

Elle offre ainsi une vraie opportunité aux développements de nouveaux usages, sachant que les opérations de drones de moins de 25 kg peuvent être autant (voire plus) fiables et sécurisées que celles réalisées par des avions ou hélicoptères : l'arrêt d'urgence est relativement aisé, les fonctions critiques peu nombreuses et quelques algorithmes ingénieux de surveillance permettent de descendre la probabilité de risque d'accidents par heure de vol en dessous du seuil de 10-7, sans devoir multiplier les redondances de matériels toujours pénalisantes en poids, consommation d'énergie et indisponibilité opérationnelle.
Saurons-nous développer les nouveaux services portant sur la surveillance des terres et océans, le secours aux personnes, l'urgence médicale, le désenclavement des zones rurales, la lutte contre les départs de feu, l'épandage de précision, l'acheminement de colis, la défense... avant qu'ils ne nous soient imposés par d'autres ?
Décrite dans l'encyclopédie de Sûreté de Fonctionnement (La fiabilité aujourd'hui), la méthode SORA et son application aux drones Cabiota (4 kg) et Cabiota XL (25 kg) ont été présentées lors d'une matinale du groupe Sûreté de Fonctionnement Occitanie. Elle pourrait contribuer au développement d'applications aéronautiques nouvelles, vraiment écologiques et profitables à l'ensemble de la communauté. L'avenir de l'aéronautique s'écrit avec les drones !

N° 103 Septembre 2021

La dernière version de l'atelier Supercab Pro devrait combler les adeptes de la maintenance prédictive avec de nouvelles fonctionnalités d'analyse des processus de dégradation. Des phénomènes divers, tels que l'usure de mécanismes ou la propagation de fissures, peuvent être modélisés par des processus de Lévy non stationnaires, afin de considérer la variabilité de la vitesse de dégradation, et accélérés pour tenir compte des conditions d'utilisation et d'environnement.
Des trajectoires de dégradation quelconques, discontinues et non monotones, peuvent être traitées au moyen du processus Variance Gamma qui a été introduit à la fin des années 90 dans le secteur de la finance pour représenter le prix des options. Outre l'économie et la maintenance prévisionnelle, ce processus intéresse bien des domaines, dont l'écologie, comme l'atteste le TP de la présente édition qui cherche à prévoir la température de la surface de la Terre à la fin du siècle, selon diverses hypothèses d'émissions de gaz à effet de serre. Une vidéo synthétise cette problématique générale du fiabiliste : Comment établir un pronostic à partir d'un observable de dégradation?
Par ailleurs, nous serons présents au congrès ESREL, où nous approfondirons cette thématique, ainsi qu'à l'UAV show, où nous présenterons les fruits de notre activité d'expertise et de consulting dans le domaine des drones à très hautes performances.

N° 104 Novembre 2021

La maintenance prédictive (ou conditionnelle) suscite beaucoup d'intérêt, mais sa mise en œuvre peine à se concrétiser. Les techniques d'apprentissage et les réseaux de neurones, issus du Big data, ont permis d'améliorer le suivi de l'état des matériels (diagnostic) en sachant détecter des signaux faibles ou des signatures caractéristiques d'un état de dégradation. Mais l'estimation d'un potentiel restant (pronostic) s'avère beaucoup plus difficile car elle nécessite l'apprentissage préalable de tous les états de dégradation possibles avant défaillance, dans des conditions d'utilisation et d'environnement variées. La maintenance prédictive ne peut donc se suffir de

l'intelligence artificielle que pour des produits dotés d'un long retour d'expérience opérationnel dans un marché de masse. Elle implique l'emploi d'un modèle prédictif capable de décrire l'évolution des produits dans diverses conditions de stress (température, vibration, humidité, sollicitation…), afin de pouvoir élaborer un pronostic à partir de l'état courant. Un tel modèle est également utilisé dans le cadre des essais accélérés d'endurance ou de fiabilité qui servent à démontrer la capacité d'un produit à réaliser sa mission. Il permet de réduire la durée des essais et/ou le nombre de pièces à tester en augmentant les niveaux de stress par rapport aux niveaux réellement subis pendant la vie opérationnelle.
Outre une récente communication sur les modèles de dégradation (ESREL), nous achevons la rédaction d'un livre didactique sur la mise en œuvre des essais accélérés et de la maintenance prédictive que vous pouvez d'ores et déjà réserver pour les fêtes de fin d'année (voir brève).
Par ailleurs, nous avons pu constater à l'UAV show que Cab Innovation propose les drones « long range » à propulsion électrique ayant la plus grande autonomie dans les classes C2 (4 kg) et C3 (25kg) de l'EASA (éligible à la catégorie Specific). Aussi, avons-nous démarré une activité de R&D sur une motorisation hybride susceptible d'offrir au drone Cabiota une portée de 6000 km rendant possible la traversée de l'Atlantique Nord par ce petit aéronef de 4 kg. Ce projet pourrait s'ouvrir à des collaborations dans le cadre d'un projet RAPID ou ANR. Les laboratoires de recherche et les industriels intéressés sont invités à nous contacter (voir la rubrique R&D).

N° 105 Janvier 2022

Après avoir été bloqués à l'autre bout du monde (Argentine) par le vilain virus, nous vous présentons tardivement nos meilleurs vœux de santé, bonheur et réussite en 2022, dans un contexte de reprise économique dont nous prenons notre part.
Notre activité d'édition d'ouvrages scientifiques et techniques à l'usage des praticiens poursuit son développement :

- une nouvelle publication sur la « Mise en œuvre des essais accélérés et de la maintenance prédictive » devrait favoriser l'émergence de produits répondant aux nouvelles exigences de qualité de service,
- un ouvrage sur la « Conception optimale déterministe et probabiliste » sortira en cours d'année pour aider au développement de meilleurs produits, en termes de coût, réponse aux besoins, réduction de déchets et ressources consommées (voir rubrique R&D),
- notre encyclopédie de la Sûreté de Fonctionnement et de l'optimisation des systèmes, « La fiabilité aujourd'hui », fera l'objet d'une mise à jour en fin d'année.

Notre activité de R&D n'a pas faibli pendant la crise avec le développement des drones à propulsion électrique dotés de la plus large autonomie dans les classes C2 (4 kg) et C3 (25 kg) de l'EASA, éligibles à la catégorie d'opérations spécifiques.

N° 106 Mars 2022

La conception des produits est dorénavant contrainte par des exigences environnementales et sociétales, en termes de réduction de déchets, de ressources consommées, d'efficacité énergétique et de réponse au juste besoin, auxquelles il n'est plus possible de se soustraire. Répondant à ces enjeux, la conception optimale consiste à trouver les meilleures solutions, conformes à ces exigences, au moyen d'outils d'optimisation. Mais l'usage de l'optimisation est encore rare dans les bureaux d'études

où la première solution trouvée est souvent celle qui est finalement retenue. Certes, des logiciels de CAO propres aux différents métiers (mécanique, aérodynamique, thermique, etc.) permettent d'évaluer les solutions, notamment par la méthode des états finis. Mais la recherche de l'optimum se limite le plus souvent à la comparaison de quelques solutions ou à l'analyse de sensibilité de certains paramètres. L'optimisation n'est pourtant pas l'apanage de mathématiciens de haut vol. Elle doit être mise en œuvre par les concepteurs eux-mêmes qui sont les seuls à pouvoir formuler leur problématique. L'optimisation peut être réalisée par des outils génériques faciles d'emploi, tels que notre outil d'optimisation hybride (Gencab). Celui-ci permet de trouver des solutions difficiles à imaginer car situées au-delà du voisinage des solutions connues. Par ailleurs, la conception peut se fonder sur un dimensionnement déterministe, en s'appuyant sur des hypothèses et normes plus ou moins conservatives (coefficient de sécurité par exemple), ou suivre une approche probabiliste susceptible de réduire les marges tout en maîtrisant les dispersions (tolérance, dérive, condition environnementale, mission, etc.). Afin d'en vulgariser les fondements théoriques, nous nous sommes attelés à la rédaction d'un ouvrage intitulé : Conception optimale déterministe et probabiliste. Illustré de cas d'application, ce livre didactique sortira avant l'été.

N° 107 Mai 2022

La maintenance prédictive améliore la disponibilité et la sécurité des systèmes tout en réduisant les coûts d'exploitation, la consommation de ressources et la production de déchets. Ce Graal des opérateurs est-il le fruit de l'intelligence artificielle (I.A.) comme l'avancent certains data scientists ? Comprendre les principes de l'IA s'avère indispensable pour en appréhender les capacités et limitations.
Les techniques de fouille de données et d'apprentissage permettent d'améliorer significativement le diagnostic en sachant détecter des signaux faibles ou évaluer des états de dégradation.

- Une signature caractéristique des données observées est élaborée par diverses méthodes (indicateur statistique, calcul symbolique, réseau de neurones, etc.).
- Une distance est alors établie à partir des signatures afin de pouvoir identifier des comportements singuliers ou caractériser des équipements plus ou moins âgés ou dégradés (clustering).

L'apport de l'I.A. s'avère plus limité en ce qui concerne le pronostic (estimation du potentiel restant) qui requiert un apprentissage de tous les comportements opérationnels, dans toutes les conditions d'utilisation et d'environnement. La maintenance prédictive ne peut donc se suffire de l'intelligence artificielle que pour des produits peu sophistiqués fonctionnant dans des conditions stables ou des systèmes complexes dotés d'un long retour d'expérience opérationnel dans un marché de masse.
Le pronostic peut également résulter de lois de dégradation non stationnaires accélérées, fondées sur des processus de Lévy. Le choix d'un seuil de fonctionnement permet alors d'obtenir un modèle de fiabilité en ligne qui peut être élaboré dès la fin de conception des produits par des essais accélérés, puis enrichi en opération.
Ses aspects font l'objet de deux récentes communications.

N° 108 Juillet 2022

S'il apparaît nécessaire de concilier les besoins de la Sûreté de Fonctionnement (SdF) et du Soutien Logistique Intégré (SLI), le cloisonnement en différents métiers nuit

gravement à l'optimisation des systèmes. Ainsi, la disponibilité intrinsèque (avec stock de rechanges infini) n'a pas beaucoup de sens pour un client qui ne s'intéresse qu'à la disponibilité opérationnelle et au coût d'usage de son produit pour un certain niveau de performance, en tenant compte de l'apport éventuel du Health Monitoring et de la maintenance prédictive.
Mais le cloisonnement des métiers ne se limite pas au domaine de la fiabilité, et l'optimisation globale des systèmes est encore loin d'être atteinte dans les bureaux d'études où la première solution trouvée est généralement retenue, après quelques ajustements.
En dépit des outils numériques actuellement disponibles, le processus de conception reste traditionnel et s'apparente à un long travail d'essais/erreurs :

- un premier modèle numérique du concept (prototype virtuel) est d'abord élaboré par le concepteur,
- ce modèle est testé à l'aide de différents outils de simulation numérique (aérodynamique, mécanique, thermique …) afin d'évaluer ses performances et pouvoir valider ses caractéristiques.
- après analyse des résultats, le concept est alors modifié et re-testé autant de fois que nécessaire jusqu'à l'obtention d'une solution conforme aux exigences du cahier des charges.

Cette solution acceptable n'a alors aucune raison d'être optimale, en termes de performance et de coût, et sera vite dépassée par celle d'un concepteur plus talentueux (ou plus chanceux).
L'optimisation n'est pourtant pas l'apanage de mathématiciens de haut vol et doit être effectuée par les concepteurs, eux-mêmes, s'ils veulent assurer la pérennité de leur activité face à la concurrence et répondre aux exigences environnementales et sociétales en termes de réduction de déchets, ressources consommées, efficacité énergétique et réponse au juste besoin, auxquelles il n'est plus possible de se soustraire.
Elle peut être réalisée au moyen d'outils génériques, relativement faciles d'emploi, et se fonder sur des méthodes d'optimisation hybride (globale/locale) capables de trouver des solutions difficiles à imaginer car situées au-delà du voisinage des solutions connues.
L'optimisation peut porter sur un dimensionnement déterministe, s'appuyant sur des hypothèses et normes plus ou moins conservatives (coefficient de sécurité ou analyse de pire cas), ou sur une approche probabiliste susceptible de réduire les marges tout en maîtrisant les dispersions (tolérance, dérive, condition environnementale, mission, etc.).
Tel était l'objet de notre intervention à la journée du groupe SdF Occitanie du 24/06/2022, dont l'enregistrement est disponible sur LinkedIn, et le contenu de notre nouvel ouvrage : Conception optimale déterministe et probabiliste.

N° 109 Septembre 2022

L'atelier Supercab Pro s'enrichit d'une fonction générique d'interface entre le tableur Excel et des applications externes, fonctionnant sous Windows, telles que les logiciels de simulation aérodynamique xfoil, AVL ou QPROP. Cette fonction originale peut être notamment utilisée par l'outil d'optimisation hybride (globale / locale) Gencab pour trouver des solutions nouvelles au-delà du voisinage des solutions connues, comme l'illustre le TP de la présente édition portant sur la conception optimale d'une aile d'avion.
De très bonnes configurations d'aéronef peuvent ainsi être trouvées en phase de conception amont, avant de chercher à les « peaufiner » par des méthodes d'optimisation multidisciplinaire locale, telles que la méthode du gradient calculer par une méthode

adjointe. Cette fonction peut également se coupler à l'outil de simulation de Monte-Carlo Simcab, pour évaluer la propagation des incertitudes et maîtriser les dispersions. Son caractère générique permet d'améliorer les produits dans de très nombreux domaines d'ingénierie (mécanique, électrique, électronique…) au moyen de simulateurs divers. Sa sortie est quasiment en phase avec celle du livre « Conception optimale déterministe et probabiliste », qui lui est complémentaire. Par ailleurs, nous avons enrichi notre offre de formation en fiabilité et optimisation des systèmes par une série de vidéos portant sur nos différents cours. Nous tentons ainsi d'apporter notre contribution méthodologique à la reconstruction du monde de demain.

N° 110 Novembre 2022

A la demande des industriels qui nous sollicitent et de l'IMDR tout récemment (voir info n° 48), nous sommes régulièrement amenés à répondre à la question : comment prévoir en fiabilité ?
Tout d'abord, méfions-nous des experts et regardons les faits. Le retour d'expérience s'avère stratégique pour tirer les leçons du passé, bien plus que tous les modèles explicatifs. Si la physique sait décrire les fonctionnements nominaux, elle se révèle beaucoup moins solide quand survient l'imprévu. Certes des modèles physiques de dysfonctionnement existent, mais ils sont le plus souvent rudimentaires, tels que la loi de Paris pour décrire les propagations de fissure, ou se limitent à l'hypothèse que la vitesse des phénomènes est déterminée par les niveaux de stress (température, vibration, humidité, etc.). Quel modèle descriptif utiliser alors, en adéquation avec la réalité passée, et quelles sont ses chances de prévoir correctement l'avenir pour être utilisé comme modèle prédictif ?
Si le retour d'expérience se limite à des durées de fonctionnement ou que les pannes sont aléatoires sans aucun signe avant-coureur, seules des lois de fiabilité (telles que la loi de Weibull) permettent d'élaborer d'imprécises prévisions. Mais si l'observation du passé recouvre la cinétique des dégradations (wear out), une panoplie de modèles s'offre à nous.
- Les modèles à espace d'états considèrent une suite d'états de dégradation plus ou moins prononcés (réels ou fictifs) et des lois de passage entre ces états. Cette famille markovienne s'enrichit régulièrement de nouveaux membres (PM, PDM, MMC, POMDP, GPOMDP, PDMP, etc.) qui ne font pas toujours l'objet de véritables applications.
- Les modèles issus de l'intelligence artificielle (I.A.), tels que les réseaux de neurones (perceptron multicouche), sont capables de mémoriser un nombre phénoménal de situations, au moyen d'une signature élaborée à partir de multiples observations. Utilisés pour la détection d'anomalie (diagnostic), leur force est de pouvoir identifier des signaux faibles, dès que la nouveauté survient, ou des signatures caractéristiques d'un état de dégradation. Mais leur apport s'avère plus limité dans le domaine du pronostic qui requiert un apprentissage préalable de tous les comportements possibles dans toutes les conditions d'utilisation et d'environnement. Ces modèles ne peuvent alors s'appliquer qu'à des produits relativement simples, en termes de diversité des fonctionnements, ou dotés d'un très riche retour d'expérience acquis dans un marché de masse (automobile…).
- Les modèles continus portent sur une grandeur physique observable, telle qu'une largeur de fissure, un courant de fuite ou un échauffement par exemple, dont on cherche à modéliser la trajectoire d'évolution. Ces trajectoires peuvent être estimées par des méthodes de régression ou, de manière plus précise, par des processus de Lévy (gamma,

Wiener, variance gamma, Poisson composé…). Choisis selon l'évolution des phénomènes (monotone, continue, discontinue, chocs…), ces processus sont rendus non stationnaires, pour traduire leur variation de vitesse, et accélérés, pour tenir compte des stress liés aux conditions d'utilisation et d'environnement. Le choix d'un seuil de fonctionnement permet alors de passer d'un modèle de dégradation à un modèle de fiabilité.
Ne reposant que sur le retour d'expérience, et donc sur la représentativité de celui-ci, ces différents modèle doivent être régulièrement mis à jour par des techniques d'ajustement ou d'apprentissage. Des modèles de fiabilité en ligne, utilisables dans le cadre de la maintenance prédictive (prévisionnelle), peuvent être ainsi élaborés dès la fin de conception des produits, lors des essais accélérés d'endurance ou de fiabilité, puis enrichis en exploitation. Les modèles prédictifs étant tous entachés d'erreur, il est conseillé de suivre des indicateurs de qualité des prédictions en partageant l'information disponible en données d'apprentissage et en données de validation. Par ailleurs, des techniques bayésiennes peuvent être utilisées pour consolider des sources de données entre elles ou faciliter le démarrage d'un recueil d'information, plutôt que considérer véritablement le jugement des experts.

P.S. Nous avons également répondu à la question : "Comment sécuriser les drones légers ?", dans le cadre du congrès Lambda mu 23 (voir vidéo et article).

N° 111 Janvier 2023

Bonheur, santé et réussite en 2023 à nos lecteurs qui doivent dorénavant affronter un environnement particulièrement incertain.
Quarante ans de globalisation ont rendu, en effet, nos sociétés beaucoup moins résilientes, mais un rééquilibrage semble en marche, impulsé notamment outre-Atlantique par l'«Inflation Reduction Act». La qualité des services et des biens ne se limite plus au seul prix à la consommation mais intègre la préservation de l'environnement, le maintien de l'emploi sur place, le raccourcissement des chaînes de production, la disponibilité opérationnelle, notamment.
Ce changement de paradigme constitue un véritable challenge pour les ingénieurs qui doivent concevoir autrement. Les clefs du renouveau industriel passent alors par la recherche des meilleurs compromis, le choix de solutions optimales durant tout le cycle de vie, la maintenance prédictive, l'exploitation judicieuse des essais, etc.
A cette fin, les ouvrages que nous publions et les outils que nous développons devraient vous aider dans cette démarche, et nous vous offrons, à titre d'échantillon, une vidéo de formation expliquant comment améliorer le pronostic de durée de vie résiduelle de vos produits.

N° 112 Mars 2023

Notre industrie est toujours à la peine. Outre les difficultés d'approvisionnement et de recherche d'une main d'œuvre qualifiée, son agilité est freinée par des processus de fonctionnement qui ne sont adaptés qu'aux temps calmes. Comment répondre à un besoin urgent d'expertise technique quand il se présente ? Peut-on attendre des mois qu'une autorisation budgétaire soit accordée par le système d'information de l'entreprise pour résoudre un problème qui survient ou profiter d'une opportunité à saisir ? Telle est

la problématique rencontrée par beaucoup d'organisations dont les processus d'acquisition de connaissance (formation) ou d'appel à des supports extérieurs (prestation de service) interdisent toute réactivité.
Nous tentons de pallier cette difficulté en proposant dorénavant une offre de formation en ligne modulaire dans les domaines de la Sûreté de Fonctionnement et de la conception optimale. Par l'accès à de courtes vidéos (10 minutes maximum) et aux supports associés sur des sujets précis, chaque personne peut ainsi prendre en main sa formation dans les domaines qui la concerne et faire éventuellement appel à un expert, si elle en éprouve le besoin. Réalisé directement à la demande via notre boutique en ligne ou dans le cadre d'abonnements préétablis, le service est alors immédiat et les coûts de gestion réduits au maximum de part et d'autre.
Cette offre nouvelle, très complète sur les aspects méthodologiques, reprend le contenu de différentes formations que nous dispensons toujours dans un format classique, en entreprise et à l'université. Nous vous en offrons un échantillon représentatif portant sur un rappel en probabilité et statistique. Celui-ci constitue l'un des modules déjà réalisés dans la liste détaillée ci-après.

N° 113 Mai 2023

La valorisation des systèmes et des actifs industriels, durant toute leur vie opérationnelle, est devenue un enjeu incontournable de beaucoup d'opérateurs qui ne se contentent plus des estimations prévisionnelles et des périodes de garantie de leurs fournisseurs. La surveillance en ligne des produits (Health Monitoring), soumis à des phénomènes de défaillance aléatoire ou d'usure, permet d'améliorer fortement la fiabilité opérationnelle et la durabilité tout en réduisant les coûts de maintenance. Cette dernière est alors conditionnée au dépassement d'un seuil de dégradation, ou mieux encore, fondée sur la modélisation des phénomènes de dégradation dans le cadre d'une maintenance prévisionnelle (prédictive). Mais, au-delà du choix des observables (variables et covariables), comment procéder à cette modélisation ?
Peut-on modéliser la physique de défaillance au-delà de quelques cas d'école ? Quel modèle choisir à partir des seules données observées (data driven) : processus de Levy (Gamma, Wiener, Variance Gamma…), processus markovien (systèmes à états), réseau de neurones… ? Comment ajuster ces modèles par maximisation de la vraisemblance ou par d'autres techniques d'apprentissage (Machine Learning) ? Comment associer les modèles de dégradation aux modèles d'accélération (Arrhenius, Basquin, etc.) pour tenir compte des conditions d'utilisation et d'environnement ?
Tel est l'objet d'un projet de l'Institut pour la Maîtrise des Risques (IMDR P23-1) qui se propose de comparer les différentes approches de modélisation de la cinétique de dégradation d'un composant ou d'une structure, au travers de la résolution de deux cas d'application industriels.
Nous nous associerions volontiers à ce projet afin de comparer et enrichir notre propre expertise, qui porte notamment sur la caractérisation du vieillissement par des processus de Levy non stationnaires accélérés, avec des techniques fondées sur les réseaux de neurones et leurs méthodes d'apprentissage. Aussi, sommes-nous prêts à collaborer avec une entreprise ou laboratoire de recherche dont l'expertise est complémentaire de la nôtre, afin de répondre au mieux aux attentes d'un projet qui nous paraît crucial dans le contexte actuel de ré-industrialisation.

N° 114 Juillet 2023

L'estimation de fiabilité n'est pas un art divinatoire ou une exigence chimérique imposée dans la spécification des produits, mais recouvre une démarche rationnelle de maîtrise de la conception dont l'enjeu n'est trop souvent perçu qu'au lendemain de graves dysfonctionnements.
Elle est égale au produit des fiabilités des divers composants (hors redondance ou dépendance) dont chacun peut être affecté par différents modes de défaillance influencés par les conditions d'utilisation et d'environnement.
Elle se calcule selon la nature des technologies mises en œuvre.
Le mode de défaillance peut être lié à un phénomène d'usure ou présenter un caractère aléatoire dont le taux est alors constant et peut s'estimer par la loi du Khi-2 à partir de données de retour d'expérience ou de résultats d'essais (nombre de défaillances pendant une durée cumulée).
Ce taux peut s'agréger à une connaissance a priori (celui donné par un recueil de fiabilité par exemple) au moyen de techniques bayésiennes, pour améliorer sa précision ou simplifier les essais (nombre de pièces à tester ou durée).
La fiabilité liée à un phénomène d'usure non observable peut être estimée en ajustant une loi de probabilité (Weibull, lognormale…) à partir de données de retour d'expérience ou de résultats d'essais.
Dans le cas où la dégradation est observable, la fiabilité peut être estimée de la même manière au moyen d'un modèle de dégradation (processus de Wiener non stationnaire…) en choisissant un seuil limite de fonctionnement.
La précision de l'estimation est alors bien meilleure (ou les essais grandement simplifiés) puisque chaque composant fournit de nombreuses données relatives à son niveau de dégradation courant et non pas une seule durée de fonctionnement.
Le modèle de fiabilité ou de dégradation peut se coupler à des lois d'accélération (Arrhenius…) dont les paramètres (Energie d'activation…) peuvent être directement estimés par l'ajustement si les conditions d'essais ou de retour d'expérience sont hétérogènes.
La fiabilité peut concerner un composant passif ou un ensemble mécanique, dont l'estimation résulte plutôt d'une analyse de la conception que d'un retour d'expérience ou de résultats d'essais (onéreux et parfois difficilement réalisables).
- Dans le cas d'un dimensionnement déterministe, les aléas et dispersions de toute nature sont couverts par des marges à travers des coefficients de sécurité ou des analyses de pire cas.
- Dans le cas d'un dimensionnement probabiliste, la fiabilité peut être estimée par une simulation de Monte-Carlo du fonctionnement opérationnel ou par des méthodes analytiques fondées sur des variables aléatoires préalablement transformées en variables gaussiennes (Résistance - Contrainte, FORM-SORM…).

Telle est la méthodologie générale d'estimation de fiabilité que nous proposons actuellement à des opérateurs spatiaux dans le cadre d'une étude, mais qui peut se décliner à tous les domaines d'ingénierie. Elle est présentée plus en détail dans nos derniers ouvrages : « Mise en œuvre des essais accélérés et de la maintenance prédictive » et « Conception optimale déterministe et probabiliste ».

N° 115 Septembre 2023

Cab Innovation lance un nouveau produit à l'intention des ingénieurs et analystes, qui reprend et améliore certaines fonctionnalités de la suite Supercab pro.
Nommé « Cab Designer » ce produit offre une puissante capacité d'optimisation et de simulation sous Excel, ou sous tout autre outil fonctionnant sous Windows (le simulateur aérodynamique Xfoil par exemple), via une invite de commande.
Il hybride des méthodes d'optimisation globale (Algorithmes Génétiques) et locale (Simplex ou Nelder-Mead) afin de trouver efficacement la solution optimale sans partir d'une solution connue.
Il traite de nombreux types de paramètres (réel, entier, binaire, alphanumérique, permutation, combinaison avec ou sans répétition, arrangement) et gère les contraintes éventuelles, en acceptant ou en interdisant leur violation passagère (méthode de pénalité ou du point intérieur).
L'optimisation peut être réalisée à différents niveaux afin de résoudre des problématiques d'optimisation multidisciplinaire dans lequel une optimisation principale pilote des optimisations secondaires réalisées dans les divers métiers.
De type Monte-Carlo, la simulation permet de caractériser les dispersions dans les calculs. Les variables aléatoires sont définies selon diverses lois de probabilité (Bêta, Binôme, Chi carré, Erlang, Exponentielle, Gamma, Géométrique, Gumbel, Hypergéométrique, Lognormal, Normal, Normal Standard, Pareto, Pearson, Poisson, Student, Triangulaire, Uniforme, Variance Gamma, Weibull) et les résultats peuvent être obtenus sous la forme de moyenne, écart type ou quantiles, avec les courbes de distribution et les données associées.
L'optimisation peut porter sur un résultat de simulation, tel que la valeur d'un quantile, ayant une certaine probabilité de ne pas être dépassé.
Cab Designer devrait ainsi permettre aux concepteurs d'imaginer des solutions beaucoup plus innovantes que la première trouvée répondant au cahier des charges, en prenant en compte les dispersions de toute nature.
Par ailleurs, nous venons d'achever le développement des supports vidéo de notre offre de formation approfondie en Sûreté de Fonctionnement et optimisation des systèmes.

N° 116 Novembre 2023

Au-delà de la réponse à une exigence contractuelle, l'estimation de fiabilité participe à la maîtrise de la conception d'un produit. Mais la probabilité de bon fonctionnement en opération n'est pas simple à évaluer car elle dépend de facteurs multiples tant sur les technologies mises en œuvre que sur les conditions d'utilisation et d'environnement. Recouvrant diverses normes et manuels, l'étendue du corpus méthodologique concerné rend parfois difficile l'obtention d'une réponse à une problématique donnée.
Aussi, avons-nous été sollicités pour rédiger un guide pratique sur la fiabilité des équipements optoélectroniques qui ont pour caractéristiques d'être constitué d'éléments actifs ou passifs, et dont certains sont soumis à des phénomènes d'usure.
Le domaine d'emploi d'un tel guide dépasse largement celui de ses prescripteurs, car il est adapté à tout type de composant qui se dégrade dans le temps, tel que les transistors de puissance ou les composants électroniques les plus récents dont la finesse de gravure engendre des phénomènes de vieillissement. Aussi, avons-nous décidé d'en éditer une version générique.
Le guide se présente sous la forme de différents chapitres applicables selon la situation et les caractéristiques du produit à évaluer :

- élément simple ou composants multiples,
- conditions opérationnelles uniformes ou hétérogènes,
- composant actif ou passif (fiabilité mécanique),
- disponibilité éventuelle de données de fiabilité,
- absence d'usure ou phénomène de dégradation,
- niveau de dégradation observable ou pas,
- connaissance a priori disponible,
- essais à mettre en œuvre...

N° 117 Janvier 2024

L'ouvrage devrait sortir au début de l'année prochaine en étant accompagné des feuilles de calcul des différents exemples traités sous Excel (130 €) ou pas (65 €). N'hésitez pas à nous faire par de votre intérêt et suggestions éventuelles avant sa diffusion.

Nous vous présentons nos meilleurs vœux de santé, bonheur et réussite en 2024, dans un contexte incertain de ré-industrialisation que nous cherchons à revitaliser par nos modestes contributions :

- Le logiciel d'optimisation et de simulation, Cab designer V.1, devrait faciliter la recherche de solutions optimales et la maîtrise des incertitudes au sein des équipes multidisciplinaires,
- Le livre "Guide d'estimation de la fiabilité" devrait contribuer à l'amélioration de la qualité des produits en garantissant leur disponibilité opérationnelle.

Un TP portant sur l'optimisation du dimensionnement des essais de fiabilité vous est également proposé en guise d'étrenne.
Par ailleurs, les bêtisiers de ce journal semblent beaucoup intéresser nos lecteurs, au point de susciter une demande de droit de réponse à l'article « La norme : un ouvrage méthodologique pour les nuls… qui veulent bien le rester », que nous accordons ici bien volontiers :
Courrier des Présidents de la commission de normalisation Sûreté de Fonctionnement UF 56 de l'AFNOR et de la commission Normalisation et Réglementation de l'IMdR.

N° 118 Mars 2024

Notre guide d'estimation de la fiabilité sera présenté au congrès Lambda Mu 24, à Bourges. Issu du domaine spatial pour répondre à un besoin spécifique en optoélectronique, ce guide est rapidement devenu générique et multisectoriel. Outre les composants électroniques (avec ou sans usure), il couvre la fiabilité mécanique, traite des architectures de systèmes, de la mise en œuvre des essais accélérés et même des composants monocoups. Précis mais synthétique (108 pages), il donne immédiatement aux lecteurs l'information nécessaire à la résolution de sa problématique, sans nécessité de prérequis. Il propose la méthode la plus adaptée à chaque situation, avec une description claire de son principe et de ses limitations et la délivrance systématique d'un exemple d'application sous Excel (32 fichiers de calcul sont fournis avec l'ouvrage). Ce guide pratique devrait ainsi trouver sa place auprès des concepteurs, qui ne disposent pas tous de la culture de la fiabilité, pour réaliser des produits fiables et économes en ressources. S'appuyant sur les nombreuses publications scientifiques et ouvrages de référence de leurs auteurs, il constitue, par ailleurs, un "garde-fou" méthodologique susceptible d'éviter les erreurs trop souvent rencontrées dans notre métier. Le guide

peut être accompagné de vidéos de formation couvrant l'ensemble des domaines de la Sûreté de Fonctionnement, de la simulation et de la conception optimale. Par ailleurs, un TP sur l'estimation de la fiabilité avec un niveau de confiance est proposé dans la présente édition.

N° 119 Mai 2024

Notre nouveau logiciel d'optimisation hybride et de simulation de Monte-Carlo dans l'environnement Excel, Cab Designer, vient de se voir doté d'un algorithme de calcul numérique de la matrice de Fisher. Cette fonctionnalité, indispensable à la bonne exploitation des données de retour d'expérience ou d'essais, permet d'obtenir les résultats d'ajustement de modèles probabilistes, par la méthode du maximum de vraisemblance, avec un niveau de confiance. Susceptible de trouver l'optimum global à partir de n'importe quelle configuration initiale de paramètres multiples, et donc une meilleure vraisemblance que celle obtenue par tout autre outil, ce logiciel s'est, par ailleurs, enrichi de nombreux exemples issus de notre Guide d'estimation de la fiabilité, portant sur des modèles de fiabilité ou de dégradation non stationnaire, qui sont accélérés pour tenir compte des conditions d'utilisation et d'environnement.
Ce guide est, par ailleurs, disponible en version de poche pour répondre à la demande d'étudiants.

N° 120 Juillet 2024

Une entreprise nous a récemment sollicité pour monter en compétence dans les domaines de la Sûreté de Fonctionnement et de l'ingénierie système.
Afin de répondre au mieux à ce besoin, nous avons imaginé une offre recouvrant :

- la totalité de nos outils (atelier Supercab pro + Cab Designer)
- 40 vidéos de formation en ligne en Sûreté de Fonctionnement et conception optimale
- 4 ouvrages de référence
    - La fiabilité aujourd'hui,
    - Mise en œuvre des essais accélérés et de la maintenance prédictive,
    - Conception optimale déterministe et probabiliste,
    - Guide d'estimation de la fiabilité

Par cette offre globale au tarif de 5 K€, nous voulons aider les entreprises à renforcer des compétences essentielles dans un contexte de réindustrialisation.
Par ailleurs, notre Guide d'estimation de la fiabilité a fait récemment l'objet d'une présentation au groupe SdF Occitanie dont nous vous offrons la vidéo sur YouTube ou Linkedin et le fichier pdf. Cet ouvrage fera l'objet d'une communication au congrès Lambda Mu 24 à Bourges, en octobre 2024.

N° 121 - Septembre 2024

La 24ème édition du congrès Lambda Mu, qui aura lieu en octobre à Bourges, s'intitule "Les métiers du risque : clés de la réindustrialisation et de la transition écologiques".
Diminuer les dysfonctionnements par des analyses de risques systémiques, dimensionner les systèmes au juste nécessaire et améliorer leur maintenance par des méthodes prédictives impactent l'efficacité économique et la préservation de

l'environnement. Mais la principale clé de ces différents enjeux porte sur la formulation claire des objectifs des actions à mener, des critères pour les atteindre et des contraintes à satisfaire. L'optimum impose alors des accommodements judicieux entre des solutions diverses et des paramètres multiples. Or l'usage des techniques d'optimisation reste encore marginal dans notre pays. Le rejet de tout compromis par l'ensemble de notre classe politique rejaillit-elle sur nos promotions d'ingénieurs ?
Pour notre part, nous pouvons nous enorgueillir d'avoir été pionnier en la matière en associant l'optimisation à la Sûreté de Fonctionnement dès le début des années 2000, tant pour améliorer les solutions à évaluer que pour ajuster des modèles probabilistes complexes. Nos outils d'optimisation hybride (globale/locale) et de simulation de Monte-Carlo (propagation des incertitudes) peuvent, par ailleurs, se coupler aux outils d'évaluation fonctionnant sous Windows, tel que le simulateur aérodynamique Xfoil que nous avons notamment utilisé pour développer le drone Cabiota.
Nous espérons pouvoir vous présenter de telles applications, lors du congrès Lambda Mu, en collaboration avec un grand fournisseur d'outils d'évaluation des systèmes complexes. Notre Guide d'estimation de la fiabilité y fera également l'objet d'une communication (voir vidéo sur YouTube).

N° 122 – Novembre 2024

L'Ukraine démontre la supériorité des drones sur les champs de batailles et en devient leader avec une production massive d'engins peu couteux, très performants et difficiles à brouiller, tel que le GOR de la société Airlogix (vidéo), capable de voler 4 heures et de franchir une distance de 260 km au moyen d'une propulsion électrique.
Ces performances remarquables sont toutefois encore assez éloignées de celle du drone Cabiota (8 heures de vol, 500 km d'autonomie) dont la mise en production a été stoppée net par l'arrêt d'approvisionnement des composants électroniques pendant près de deux ans à la suite de l'épidémie de Covid.
Sans doute trop en avance par rapport aux besoins de son temps, sa production pourrait reprendre rapidement, en collaboration ou sous licence (les personnes intéressées peuvent nous contacter), pour répondre à des problématiques diverses de surveillance ou de transport de charge utile (2,5 Kg dans la classe C2 de l'EASA à 4 kg).
Sa forme aérodynamique particulière a été obtenue avec l'aide des mêmes outils d'optimisation paramétrique hybride que nous utilisons pour ajuster des modèles probabilistes complexes dans le domaine de la fiabilité. Cab Designer est ainsi incontournable en conception optimale, d'autant qu'il peut se coupler à divers outils métiers d'évaluation ou de simulation dans l'environnement Windows.

N° 123 – Janvier 2025

Quoi de neuf à Cab Innovation en ce début d'année 2025 ? Dans cette période d'incertitude, nous investissons plus que jamais et élargissons encore notre domaine d'activité. Outre la Sûreté de Fonctionnement, l'optimisation, les drones, l'énergie

solaire et la mécanisation du maraîchage biologique, notre société vient d'acquérir et exploite dorénavant un grand gite rural à 45 km de Toulouse dans un parc ombragé.
Quel rapport avec nos activités précédentes ? Ce lieu nous sert d'abord de terrain d'expérimentation pour nos développements, dont notamment une centrale solaire en cours de brevet, qui devrait permettre de doubler la production électrique sur une même surface au sol, un tracteur électrique, une herse à axe vertical…
Ce gîte est, par ailleurs, doté de deux salles de réunion de 14 personnes que nous proposons aux entreprises pour des activité diverses (séminaire, formation, présentation de produit, événement professionnel, team building…).
Nous pouvons d'ailleurs en profiter pour dispenser nos formations de groupe, au vert dans un cadre particulièrement propice à l'échange.
Par ailleurs, nous améliorons les possibilités de couplage de notre outil d'optimisation hybride, Cab designer, avec les divers outils de simulation fonctionnant sous Windows et devrions bientôt vous donner des nouvelles intéressantes à ce sujet (voir rubrique R&D).
Enfin, nous vous offrons une réduction de 50 % sur notre Guide d'estimation de la fiabilité au format de poche, en guise d'étrenne (voir extraits et vidéo).

N° 124 – Mars 2025

Et si on cherchait à mieux concevoir plutôt qu'utiliser l'IA pour mal recopier ! ChatGPT a suscité une véritable bulle d'investissements en laissant entrevoir la possibilité de remplacer des cohortes de travailleurs de niveau moyen (programmeurs, journalistes, musiciens…) par des machines. L'IA générative est, en effet, capable de répondre à des questions et de générer du contenu (code, texte, image…) en se fondant sur un apprentissage « profond » réalisé à partir de multiples données existantes stockées sur des serveurs. Outre les aspects éthiques, relatifs à l'impact sociétal de ces technologies qui détruisent des emplois et favorisent le pillage des données personnelles ou non libres de droits, la prolifération des data centers et fermes de calcul accapare une part de plus en plus grande de la production d'électricité (2 à 3 % de la consommation mondiale en 2022). En utilisant les données de manière plus efficace, l'IA chinoise Deepseek vient de démontrer que ces investissements sont probablement excessifs. Or une partie d'entre eux pourrait être consacrée à mieux concevoir, plutôt que recopier, en généralisant l'emploi des techniques d'optimisation qui consistent à rechercher le meilleur résultat, afin d'améliorer un fonctionnement, une utilisation, une organisation, etc. Fondées sur l'évaluation de configurations multiples, ces techniques peuvent résoudre des problématiques particulièrement complexes, notamment si elles bénéficient d'une capacité de parallélisation des traitements. Mais en dépit d'objectifs concrets, tels que l'amélioration de performances, la réduction de coûts ou l'affectation de ressources, l'usage de l'optimisation est encore peu développé dans les bureaux d'études :

- la première solution trouvée est généralement celle qui est finalement retenue après quelques ajustements,

• la recherche de l'optimum se limite le plus souvent à la comparaison de quelques solutions ou à l'analyse de sensibilité de certains paramètres,
• les méthodes d'optimisation multidisciplinaire fondées sur l'algorithme du gradient, calculé par la méthode adjointe, ne savent qu'améliorer localement une bonne solution, telle que la forme aérodynamique et structurelle d'une aile.

L'optimisation globale permet d'obtenir des solutions parfois très lointaines des sentiers battus et des configurations déjà explorées alors que l'IA ne permet que l'obtention de résultats déjà éprouvés ou du moins évalués. Aussi, notre projet « Gencab Indra » de parallélisation massive des traitements réalisés par notre outil générique d'optimisation hybride « Cab Designer », particulièrement efficace, sans blocage sur les optima locaux et très facile d'emploi, pourrait intéresser quelques investisseurs.

Cet outil devrait intégrer prochainement un algorithme de couplage performant entre optimisation et simulation de Monte-Carlo (voir rubrique R&D).

N° 125 - Mai 2025

Nous venons d'achever une R&D collaborative particulièrement fructueuse avec la société TotalEnergies OneTech portant sur le couplage de l'outil d'optimisation hybride Cab Designer à la suite logicielle de modélisation et de simulation comportementale GRIF.

Intégrant des moteurs de calcul performants (ALBIZIA et MOCA-RP), cette suite permet d'évaluer la qualité de service (disponibilité, niveau de production, etc.) et le coût d'exploitation de systèmes complexes, tant en condition nominale qu'en présence d'aléas.

Ce couplage permet de trouver la configuration optimale de paramètres qui maximise les performances dans une enveloppe de coût, ou garantit les performances au minimum de coût.

Cette innovation majeure est susceptible d'améliorer grandement la rentabilité de nombreux systèmes industriels dans différents secteurs d'activité (énergie, aérospatial, chimie, armement, etc.).

A titre de démonstration, elle a été utilisée dans le domaine spatial pour optimiser le déploiement et le renouvellement d'une constellation de satellites en fonction de divers paramètres (type de lanceur, délai de fabrication…).

Le TP proposé dans cette édition du journal porte ainsi sur différents cas test dont celui d'une constellation de satellites modélisée par un réseau de Pétri.

Cab Designer peut également se coupler à d'autres outils d'évaluation fonctionnant sous Windows, tel que l'outil Xfoil de simulation aérodynamique notamment.

Les personnes intéressées par ce type de couplage peuvent nous contacter.

N° 126 – Juillet 2025

Peut-on se satisfaire de l'à-peu-près en conception et en exploitation des systèmes, dans un monde globalisé où l'innovation requiert les meilleures solutions ?

L’emploi de méthodes d’optimisation s’impose notamment dans le domaine de la fiabilité pour définir un système de soutien logistique performant ou exploiter au mieux des données de retour d’expériences ou d’essais.
Aussi avons-nous créé la Newsletter « L'optimisation appliquée » sur LinkedIn pour sensibiliser les ingénieurs et analystes aux techniques d’optimisation et leur proposer des méthodes et outils capables de résoudre leurs problématiques dans tous les domaines d’ingénierie.
De même nous avons créé le groupe « Optimisation multidisciplinaire » qui constitue un lieu d’échange sur les problèmes rencontrés et les manières de les résoudre, notamment pour trouver les meilleurs compromis entre les différents métiers.
Par ailleurs, nous offrons une réduction de 25 % sur notre ouvrage « Conception optimale déterministe et probabiliste » à l'occasion de nos 25 ans d’existence, dans la limite des stocks disponibles.

N° 127 - Septembre 2025

Nous avons le plaisir de vous annoncer la sortie du logiciel Cab Designer version 2, un puissant outil d’amélioration et d’innovation, dans tous les domaines d’ingénierie, qui met, à la portée de tous, les techniques d’optimisation et de simulation les plus efficaces.
Son algorithme d’optimisation hybride (algorithmes génétiques + simplexe) permet d’identifier des solutions radicalement nouvelles sans partir de solutions connues, en évitant le blocage sur des optima locaux, tout en accélérant considérablement la vitesse de convergence.
Il couvre tous les types de problème d’optimisation, dont l’ajustement de modèles probabilistes complexes (lois de fiabilité et de dégradation accélérées notamment) en obtenant une vraisemblance supérieure à celle des outils existants tout en estimant les intervalles de confiance par une méthode de calcul originale.
Sa capacité de simulation de type Monte-Carlo et de couplage entre l’optimisation et la simulation, dans des temps raisonnables, permet de résoudre tout un champ de problématiques nouvelles de nature déterministe et aléatoire.
Outre la résolution de problèmes dans l’environnement Excel, il se couple aux logiciels fonctionnant sous Windows via leur invite de commande, tels que « GRIF » pour optimiser la conception et le soutien logistique des systèmes, ou « Xfoil » pour améliorer les performances aérodynamiques des aéronefs.
Il intègre un algorithme innovant de type OCBA (Optimal Computing Budget Allocation), qui permet de diminuer considérablement la durée des optimisations couplées à la simulation de Monte-Carlo, ainsi que des fonctionnalités nouvelles telles que la génération de courbes de sensibilité au voisinage des optima.
Afin de satisfaire le plus grand nombre d’utilisateurs, Cab Designer est proposé à des tarifs différenciés aux entreprises, aux TPE de moins de 10 salariés, aux écoles et universités et aux non professionnels.
Cet outil générique d’optimisation des systèmes fera l’objet d’une communication lors de la Journée thématique du groupe SdF Occitanie du 3 Octobre.

Nous avons créé, par ailleurs, la Newsletter LinkedIn « L'optimisation appliquée » pour sensibiliser les ingénieurs et analystes aux techniques d'optimisation.

N° 128 - Novembre 2025

Savez-vous que vous pouvez piloter n'importe quel logiciel Windows depuis une feuille Excel, notamment vos outils métiers ?

L'évaluation des performances d'un produit implique l'utilisation de logiciels spécialisés (CFD, FEA, etc.). Pour trouver une configuration optimale ou gérer les incertitudes, vous devez jongler entre les interfaces. C'est long, répétitif et source d'erreurs.

Le logiciel d'optimisation et de simulation Cab Designer propose une méthode générique de couplage en ligne de commande pour automatiser ce processus.

Il transforme votre feuille de calcul en un véritable moteur de workflow : les premières colonnes du fichier définissent les actions séquentielles d'écriture et d'envoi des fichiers d'entrée, de lancement des exécutables et de lecture et récupération des résultats.

Ainsi en aéronautique, la forme d'un profil d'aile et les conditions de vol sont envoyées au simulateur aérodynamique Xfoil puis les coefficients de portance et de traînée sont récupérés en temps réel. L'optimisation est réalisée en une fraction du temps, avec des milliers de scénarios testés automatiquement !

De même l'architecture et le soutien logistique de systèmes divers peuvent être optimisés avec le logiciel GRIF (de Total) pour assurer la qualité de service attendue (disponibilité, niveau de production...) au minimum de coût.

Un TP portant sur cette méthode de couplage ainsi que sur l'optimisation à partir de résultats de simulation de Monte-Carlo vous ait proposé dans la présente édition, en français ou en anglais (voir rubrique R&D).

N° 129 - Janvier 2025

Dans un contexte industriel de plus en plus compétitif et globalisé, l'innovation requiert le meilleur en conception pour pouvoir émerger.
La première solution trouvée ne suffit plus !
Aussi, Cab Innovation accompagne dorénavant ses partenaires en se focalisant sur son offre d'optimisation de performance, de coût et de fiabilité des produits et systèmes.
Cette offre concerne notamment l'outil d'optimisation hybride, « Cab Designer » qui peut se coupler à tout type de logiciel spécialisé (CFD, FEA, etc.) sous Windows. L'optimisation est alors réalisée avec des milliers de scénarios testés

automatiquement. Il peut ainsi fonctionner avec les simulateurs aérodynamiques Xfoil (2D) et AVL (3D), pour optimiser la forme d'un profil, d'une aile ou d'un avion complet, ou avec la suite logiciel GRIF (de TotalEnergies) pour améliorer la conception et l'exploitation de systèmes complexes.
Cette offre recouvre également une activité de service dans des domaines divers, tels que la Sûreté de fonctionnement, pour exploiter les données de retour d'expériences ou améliorer le soutien logistique, ou tels que l'aéronautique pour concevoir des drones performants et les avions moins polluants de demain.
Cette activité soutenue nous conduit à réduire la voilure sur le contenu du journal du fiabiliste qui perd ses fameux bêtisiers au profit d'une meilleure présentation des solutions innovantes que nous proposons.

N° 130 - Mars 2025

Outre le Journal du fiabiliste, nous avons créé la newsletter Intelligence Optimale, qui explore la convergence entre IA, physique et mathématiques pour repousser les limites de l'ingénierie. Cette publication s'interroge sur les pratiques professionnelles, dont deux questions critiques pour vos opérations :

1 - Pourquoi stocker du REX et ne pas l'exploiter ?

Les promesses du Health Monitoring ont multiplié les capteurs et l'enregistrement de téraoctets de données. Mais l'IA échoue à prédire et la mine d'or se transforme en cimetière numérique.

Pourquoi ça bloque ?

- L'IA traite la data sans savoir comment la raccrocher à des lois physiques (thermique, fatigue, usure…).
- L'expert métier sait bâtir des modèles physiques, mais manque d'outils pour les adapter correctement au terrain (Maximum de Vraisemblance).

C'est la raison pour laquelle nous ajustons les modèles probabilistes complexes via une optimisation hybride (Algorithmes Génétiques / Nelder-Mead) et obtenons une vraisemblance supérieure aux standards du marché.

En explorant l'historique opérationnel inexploité d'un composant critique du domaine ferroviaire, sensible à la température et au cyclage thermique, nous avons pu ainsi estimer les paramètres d'un modèle de dégradation sans effectuer le moindre essai.

De même, vous pouvez transformer vos données observées en opération ou en essai en modèle de maintenance prédictive, tel que le Processus de Wiener, non stationnaire accéléré en température, proposé ici à titre d'exemple

2 - Pourquoi évaluer le MCO quand on peut l'optimiser ?

Le coût du Maintien en Condition Opérationnelle (MCO) dépasse souvent le prix d'acquisition des systèmes. Pourtant, malgré des exigences de qualité de service, l'indisponibilité reste la norme et les budgets dérapent.

La disponibilité est une science de l'aléa (Markov, Petri, Monte-Carlo). Mais si l'évaluation permet de vérifier la tenue d'une exigence (spécifiée généralement en valeur moyenne), l'optimisation garantit la robustesse au meilleur coût.

C'est pourquoi nous couplons l'optimisation hybride à des simulateurs comportementaux : notre logiciel Cab Designer pilote vos outils métiers (GRIF/ALBIZIA, MOCA-RP, SUPERCAB...) dans des espaces de recherche non-linéaires, directement depuis une feuille Excel.

Ainsi, vous pouvez piloter votre MCO, et ne plus simplement le subir, comme dans les exemples proposés ici portant sur une constellation de satellites et une unité de production.

N° 131 - Mai 2026

Dans un monde industriel où la recherche d'une solution simplement satisfaisante ne suffit plus, comment garantir le meilleur au moindre coût pour des systèmes toujours plus complexes ?

C'est le défi relevé par notre communication au prochain congrès Lambda Mu (en collaboration avec le CNES, TotalEnergies, SATODEV et I3) dont nous vous proposons un résumé dans ce numéro (voir la rubrique R&D "L'optimisation hybride en conception").

Cette quête de l'efficience ne se limite pas à l'industrie. Dans un monde aujourd'hui obsédé par la peur de voir l'intelligence artificielle remplacer l'humain, nous avons choisi de prendre du recul en éditant deux ouvrages quelque peu iconoclastes :

Le bêtisier de la recherche, l'IA sauvera-t-elle un système grippé ? : Ce livre analyse le naufrage de la recherche et de l'innovation en France à partir du contenu des bêtisiers édités dans ce journal depuis une quinzaine d'années, et s'interroge sur l'apport éventuel de l'IA pour y remédier.

L'art de bien tricher avec l'IA : Un véritable manifeste pour l'efficience collaborative avec l'IA, illustré par la co-conception d'un robot autonome innovant, de l'émergence d'une idée au dépôt du brevet" (cf. rubrique R&D).

Bonne lecture ! Et si ce numéro vous a plu, partagez-le avec vos collègues et votre réseau.

N° 132 - Juillet 2026

Nous avons le plaisir de vous offrir le Graal en maintenance prédictive, un modèle de dégradation robuste qui surpasse largement les capacité de l'IA "boîte noire", directement accessible dans l'environnement Excel.

Comment vous en asssurer ? Faites commes nous ! Demandez à une IA générative un audit sans complaisance, par rapport à l'exisant et à l'état de l'art international, sur le niveau de notre approche hybride en 3 étapes décrite ci-dessous.

1️⃣ La Physique d'abord : Les conditions environnementales (température, humidité, vibrations...) sont traitées par des lois physiques éprouvées (Arrhenius, Peck, Basquin...). L'hypothèse sous-jacente de ces modèles SVA (Standard de Vie Accélérée) est que seul le facteur d'échelle est modifié par le niveau de stress : le temps est ainsi ramené à un temps accéléré par un simple facteur d'accélération FA.

2️⃣ L'Aléatoire maîtrisé : Pour modéliser la dispersion naturelle et le caractère aléatoire des dégradations, nous nous appuyons sur des processus stochastique de Lévy : Gamma (dégradation monotone) ou Wiener.

3️⃣ L'IA pour la non-stationnarité : Au lieu d'utiliser des fonctions empiriques (telles que pt^q) un réseau de neurones modélise l'évolution du rythme d'usure au cours du temps. Le temps accéléré et d'éventuelles covariables, qui ne peuvent pas être traitées par des lois SVA, sont les entrées d'un perceptron calculé par une macro-fonction Excel (voir rubrique R&D).

Le réseau de neurones ne modélise pas directement la dégradation, mais l'évolution dans le temps des paramètres du processus stochastique.

Grâce à son moteur d'optimisation hybride (algorithmes génétiques / simplexe), le logiciel Cab Designer ajuste simultanément, par la méthode du maximum de vraisemblance, l'intégralité des paramètres : des énergies d'activation (Arrhenius) aux poids et biais du réseau de neurones.

Outre la maintenance prédictive, le logiciel Cab Designer à la capacité de faire avancer tous les métiers de l'ingénierie en pouvant se coupler aux outils de dimensionnement fonctionnant sous Windows, comme l'explique notre communication au prochain congrès Lambda Mu : L'optimisation hybride en conception

N° 133 - Septembre 2026

Remplacer de la masse salariale par du temps de calcul n'est pas une vision d'avenir ; c'est une vision comptable. La véritable rupture apportée par l'intelligence artificielle ne réside pas dans l'automatisation des tâches répétitives, mais dans l'amplification sans précédent de nos capacités d'ingénierie.

Bâtir des « cathédrales » plutôt que des « favelas numériques » exige toutefois une méthode rigoureuse d'ingénierie collaborative homme-machine. C'est le sens de notre ouvrage : Bien tricher avec l'IA - Pour redonner le pouvoir aux créateurs (également disponible en version internationale).

Appliquée à nos propres outils, cette démarche nous a permis de franchir un cap. Nous dévoilons au prochain congrès Lambda Mu la nouvelle suite Cab Designer V3, dédiée à l'optimisation hybride, la simulation Monte-Carlo (pour la propagation d'incertitudes) et la Sûreté de Fonctionnement. Elle intègre la refonte complète de notre atelier Supercab Pro.

La suite s'articule autour de quatre briques sous Microsoft Excel (disponibles ensemble ou séparément) :

- New Cabtree V1 : Arbres de défaillances (CEI 61025, ARP4761) avec résolution exacte par décomposition de Shannon, mémoïsation et algorithme MOCUS optimisé.
- New Supercab V1 : Modélisation markovienne (CTMC) par scaling & squaring, calcul asymptotique automatique et prise en compte réaliste de la logistique MCO.
- Petricab V1 : Solveur d'événements pour Réseaux de Petri stochastiques propulsé par un moteur C++ multicoeur (OpenMP) et gestion des lois non markoviennes (voir rubrique R&D).
- Cabmodel V1 : Unification essais accélérés (ALT) et REX, processus de dégradation stochastiques (Wiener, Gamma) et métamodèles neuronaux pour capturer les dérives multiphysiques (voir rubrique R&D).

L'ingénierie à haute vitesse n'est plus une promesse théorique : c'est notre réalité opérationnelle.

La multiplication des composants, l'interconnexion des réseaux et l'emploi de redondances créent l'illusion qu'une complexité accrue suffit à garantir la sécurité. L'expérience opérationnelle nous rappelle pourtant que la robustesse d'un système ne se mesure pas au nombre de barrières ajoutées, mais à la clarté avec laquelle nous identifions ses points critiques.

Dans les bureaux d'études, l'analyse par arbres de défaillances (FTA) est trop souvent reléguée au statut d'exercice de conformité documentaire a posteriori. Pire encore, en présence de sous-systèmes imbriqués et d'événements répétés, les approximations de calcul mènent à deux types de dérive : une sous-évaluation du risque par omission des causes communes, ou une surévaluation imposant des matériels superflus.

Cette édition décrit notre nouveau solveur d'arbres de défaillances, New Cabtree V1, conforme aux normes CEI 61025 et ARP4761. Cette brique essentielle à la sûreté de fonctionnement fait partie d'une nouvelle génération d'outils, intégrée au logiciel Cab Designer Version 3.

Bâtir des « cathédrales » d'ingénierie exige des fondations solides. Aussi, avons-nous mobilisé notre méthode de conception collaborative homme-machine, documentée dans notre ouvrage « Bien tricher avec l'IA » pour développer cette suite logicielle, sous Microsoft Excel®.

L'état de l'art n'exige plus des infrastructures logicielles hermétiques mais s'exprime désormais au cœur de votre outil de travail quotidien.

Cette édition détaille également la passerelle d'interfaçage à vos outils métiers vous permettant de réaliser des optimisations multi-disciplinaires (voir rubriques R&D).