

Mise en œuvre interactive de l'outil FIDES ExperTool

Interactive implementation of Fides ExperTool software

Denis Tourtelier
DGA Maîtrise de l'Information
BP7 – 35998 Rennes Cedex 9
Tél : 0299429341
E-mail : denis.tourtelier@intradef.gouv.fr

Kevin ZURBUCH
LGM
5 Av Escadrille Normandie-Niémén
31700 Blagnac
E-mail : kevinzurbuch@lgm.fr

Résumé

Le développement et le rayonnement de la méthodologie FIDES en vue de sa demande de normalisation IEC doivent être soutenus par la mise à disposition d'un logiciel de mise en œuvre grand public. L'outil FIDES 2009 initialement disponible gratuitement et les différents outils commerciaux n'étaient pas adaptés à cet objectif. De plus, les évolutions et le maintien de la méthodologie nécessitent de disposer d'un outil d'expertise personnalisable afin de réaliser les expérimentations nécessaires. Des représentants de diverses sociétés se sont accordés sur le besoin d'un nouvel outil adapté à ces missions. Ils ont mutualisé leurs efforts dans d'un projet hébergé au sein de l'IMdR permettant ainsi la création d'un outil répondant à ces missions.

Le résultat de ce projet est l'outil ExperTool, qui propose une interface de saisie au format tableur (fichier .xls) et un moteur de calcul codé en Java ®. Cette architecture a été retenue par la société LGM pour répondre aux attentes des souscripteurs. L'outil a été développé dans le but de conserver une certaine simplicité et une interface accessible pour les utilisateurs finaux. La trame du fichier d'entrée et du fichier de sortie est commune, permettant à un fichier de sortie, résultat d'une première étude, d'être éventuellement modifié et réinjecté dans le moteur de calcul. Ceci permet en outre une traçabilité et une reproductibilité des résultats. ExperTool a dépassé les attentes des souscripteurs et a offert au groupe de travail et de réflexion FIDES un outil permettant de promouvoir et développer la méthodologie.

Summary

The development and the international presence of the FIDES methodology with the aim of her request of IEC standardization must be supported by providing a consumer implementation software to the general public. The FIDES 2009 tool initially available was not adapted to this aim and the commercial software could not answer it. Furthermore, the evolutions and the maintenance of the FIDES methodology require an easily tunable expertise tool to realize the necessary experiments. Several companies agreed on the necessity to get a new tool adapted to these missions and met in an IMdR project to develop a new FIDES tool.

The result of this project is the ExperTool software, which proposes a data entry interface in a spreadsheet (xls), and a Java ® coded calculation engine . This architecture was selected by the LGM Company to meet the expectations of subscribers. The tool was developed to keep simplicity and accessibility for the end users. The basis of the input data file and reports is common, allowing an output file to be modified and recomputed in the Java ® engine. This allows traceability and reproducibility of the results. ExperTool exceeded the expectations of the subscribers and offered to the FIDES workgroup a tool allowing to promote and to develop the methodology.

Contexte

Qu'est-ce que FIDES et pourquoi FIDES ?

L'évaluation de la fiabilité prévisionnelle des équipements électroniques est historiquement réalisée à l'aide du référentiel MIL-HDBK-217 (MIL217), établi par le DoD (Department of Defense). Ce référentiel utilise une approche statistique de données de défaillance issues du retour d'expérience sur des composants électroniques du début des années 80. Cependant, l'absence de mise à jour du document depuis 1995 entraîne un manque de pertinence des évaluations. Des mises à jour ont souvent été évoquées mais il n'y a jamais eu de nouvelle version rendue publique.

D'autres référentiels (RDF93 et 2000, PRISM, 217+, ..) ont été édités mais ils n'ont pas percé ou n'ont pas su gagner un niveau de confiance suffisant auprès des utilisateurs dans la prédiction réalisée. Il y a également la problématique de l'intégration dans les logiciels de fiabilité prévisionnelle du commerce, et de leur obsolescence car ils ne sont pas maintenus.

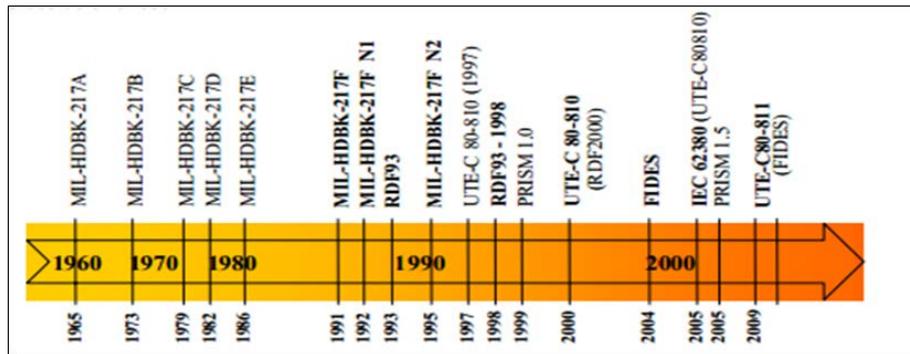


Figure 1. Historique des recueils de fiabilité électronique

Pour pouvoir disposer d'un nouveau référentiel, la DGA a réuni en consortium huit industriels majeurs des domaines aéronautiques et de défense. Une première version du guide est sortie en 2004 (FIDES 2004A) et une mise à jour a été proposée en 2010 (FIDES 2009A). L'objectif principal de FIDES est de disposer d'une méthode d'évaluation de la fiabilité de composants électroniques qui tienne compte des nouvelles technologies, notamment des composants sur étagère (COTS) qui sont de plus en plus utilisés. L'une des caractéristiques de FIDES est la mise en évidence et la prise en compte de tous les facteurs technologiques et physiques ayant un impact sur la fiabilité (règles de l'art). Ce guide considère aussi les défaillances liées aux processus de développement, de fabrication, d'exploitation et de maintenance ainsi qu'aux activités support durant tout le cycle de vie du produit. Il est consolidé par des analyses de données d'essais, de retour d'expérience et de modélisations existantes.

Pourquoi le besoin d'un nouvel outil ?

Il existait un outil « Fides Excel Mill » (FIDES MILL) correspondant à la version 2004 du guide, mais l'ajout des nouveaux modèles ainsi que la modélisation plus complexe des composants a rendu impossible sa mise à niveau. Un nouvel outil gratuit de mise en application de la méthodologie FIDES dans sa version 2009A « FIDES » (FIDES-Fiability) a été mis à disposition lors de la sortie de la nouvelle version du guide. Il est dérivé d'une version commerciale plus complète qui a été développée par la société DEKRA (ex-NORISKO). Il nécessite d'avoir une maîtrise avancée de la méthode FIDES ainsi qu'une expérience non négligeable de sa mise en œuvre et de celles des logiciels de fiabilité commerciaux en général.

En considérant les autres outils commerciaux disponibles, il a été mis en évidence que la simplicité et le côté pédagogique du premier outil gratuit étaient perdus. Force est de constater que la prise en main de ces logiciels, la réalisation d'un calcul simple et rapide n'étaient pas quelque chose d'aisément réalisable. A cela s'ajoute des problèmes liés aux droits d'administration de l'ordinateur mettant en œuvre le logiciel, qui sont de plus en plus restrictifs. Un autre point d'amélioration majeur identifié est de disposer des résultats intermédiaires de calcul (à un maximum de stades) et de pouvoir mener des études sur les résultats en se basant sur des analyses de sensibilité fines ou des expérimentations (variation des paramètres de base lors de la modification des modèles existant, voir la création de nouveaux modèles – TOURTELIER 2010).

L'ensemble de ces points ont conduit le GTR FIDES de l'IMdR (Institut pour la Maîtrise des Risques) à exprimer le besoin de disposer d'un nouvel outil qui permette de dépasser les limites du logiciel « FIDES ». Le principal objectif a été de développer un outil de calcul de fiabilité ergonomique mais qui soit cependant suffisamment performant pour réaliser des évaluations avec FIDES 2009. Il doit permettre de réaliser des expérimentations pour les nouveaux utilisateurs mais également des expertises pour le GTR FIDES dans le cadre du développement de nouveaux modèles ou d'évolution des modèles existants. Le nouvel outil a été baptisé ExperTool car il s'agit d'un outil d'EXPERimentation et d'EXPERTise.

Déterminer les besoins du nouvel outil

Afin de fournir un outil permettant de répondre aux attentes de l'ensemble des souscripteurs, une recherche des principes directeurs du nouvel outil a permis d'établir les spécifications suivantes :

- Il devra couvrir l'intégralité des modèles présents dans la méthodologie FIDES 2009A
- Il devra être ergonomiquement simple et accessible afin de pouvoir soutenir la diffusion de la méthodologie.
- Il devra pouvoir être modifié librement par la seule structure de maintien de la méthodologie FIDES dans le cadre du GTR IMdR pour prendre en compte les futures évolutions du guide
- Il devra pouvoir être mis en œuvre depuis des environnements Windows (Xp, Vista, Seven) et depuis les plateformes Linux (Red Hat, Suse, Debian, etc, ...)
- Il devra pouvoir être mis en œuvre sans nécessiter l'utilisation des droits administrateurs et sans avoir recours à des logiciels payants (autre que le système d'exploitation du poste cible)
- Il disposera d'une fonction d'import/export des données d'entrée et d'un fichier de sortie d'export des résultats dans un format exploitable sous une suite bureautique classique (Office Excel (r) ou OpenOffice Calc, Libre Office ...)
- Il permettra de traiter des calculs par paquets (benchmark)
- Il devra être documenté, faire l'objet d'un manuel utilisateur destiné à des débutants de la méthodologie (guide de mise en œuvre « pour les nuls ») et pouvoir être maintenu (code source structuré et commenté) par les membres du GTR FIDES de l'IMdR
- Il devra faire l'objet d'une validation de la bonne programmation des différents modèles de la méthodologie FIDES (conformité à la méthodologie)

Réflexion sur l'architecture

Afin de répondre aux besoins exprimés ci-dessus, une réflexion a été menée en amont par les souscripteurs sur l'architecture du logiciel. Le besoin de simplicité au niveau de l'ergonomie a conduit au choix d'un formalisme d'entrée s'inspirant de l'outil « Excel Fides Mill » qui avait été apprécié pour sa simplicité. Le besoin de portabilité multi-OS, le contournement de la problématique des droits administrateurs et l'absence de contraintes sur l'utilisation de logiciels payants se sont traduits par le choix d'un moteur de calcul indépendant du formulaire de saisie et commun à différents systèmes d'exploitation (une seule version du moteur). Il en résulte donc un besoin bipolaire : un moteur de calcul et un fichier d'entrées/sorties.

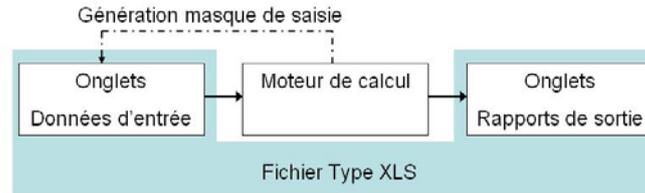


Figure 2. Besoin d'un binôme fichier entrées/sorties et moteur de calcul

Le choix d'un système relativement épuré prend en compte la volonté du GTR IMdR FIDES de disposer d'un outil simple et évolutif. Il répond également au souhait de ne pas créer et mettre à disposition un outil trop complet ou performant (au sens industrialisation) car il n'a pas vocation à remplacer les outils commerciaux déjà disponibles. L'objectif est ici de disposer d'un outil de découverte pour le grand public mais également d'un outil précis pour les expertises liées à l'évolution de la méthodologie. Le résultat de ces réflexions est contenu dans le cahier des charges du nouvel outil d'expérimentation FIDES (20111028_CDC_P010-4V4).

Réalisation de l'outil

L'élaboration du nouvel outil a été confiée à la société LGM. Ce choix a été conforté par l'expérience de cette entreprise sur la méthodologie FIDES et par les travaux qu'elle avait menés en interne sur la création de nouveaux développements pour les outils de fiabilité prévisionnelle. Très rapidement, l'équipe en charge du projet a su cerner les besoins et proposer le diagramme de fonctionnement présenté ci-dessous pour répondre à l'ensemble des besoins exprimés.

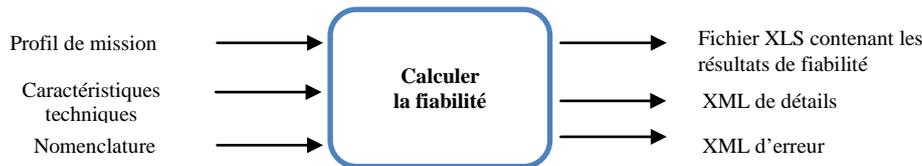


Figure 3 : Fonctionnement général de FIDES ExperTool

L'architecture proposée repose sur l'articulation de modules indépendants ainsi que d'interfaces dédiées aux différentes fonctions. L'objectif est de dissocier chaque fonctionnalité pour un développement simplifié mais également d'anticiper les problèmes de développement pour proposer deux modes de fonctionnements: calcul unitaire et calculs en pack (benchmarking). Une décomposition plus poussée (proposée ci-dessous) permet de mettre en évidence la conception en blocs modulaires permettant d'obtenir une structure robuste et ouverte à de futures évolutions.

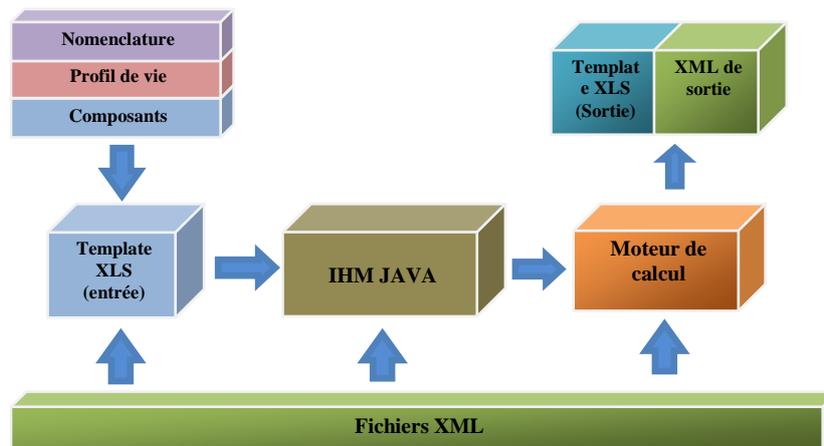


Figure 4 : Architecture générale de FIDES ExperTool

Le développement de l'outil aura duré 18 mois avec une importante phase de conception (traduction de la structure des modèles FIDES) pour simplifier au maximum la structure et le codage. Ensuite, d'importants tests et recettes ont été menés pour s'assurer (tant du côté des souscripteurs au projet que du côté LGM) du bon fonctionnement de l'outil et de la pertinence des résultats.

Cette phase de vérification qui aura pris 3 mois peut paraître assez longue mais elle est en réalité très courte en regard des possibilités et des combinaisons offertes par le guide FIDES. Après 4 mois de mise à disposition de l'outil, seuls quelques problèmes de mise en forme mineurs dans le fichier Template d'entrée ont été mis en évidence. La pertinence des calculs proposés est confirmée, les rares erreurs confirmées n'ayant à chaque fois qu'un impact minime sur les résultats (erreur inférieure à 1 FIT dans des cas d'emploi spécifiques).

Mise en œuvre de l'outil

Afin de disposer d'une interface claire et lisible, l'outil se décompose en deux éléments.

Le premier élément est l'IHM Java (r) qui comporte le moteur de calcul et permet de générer un template vierge ou de pointer le template complété par des données d'entrée à exploiter.

Une fois le fichier pointé, un bouton est utilisé pour lancer le calcul et une fenêtre de visualisation/communication permet d'informer l'utilisateur sur le bon déroulement (ou non) du calcul aux étapes clés :

- Importation
- Calcul
- Export

Ce système de visualisation offre également des informations sur le temps de traitement.

La barre des menus propose des raccourcis vers l'aide utilisateur, les sites FIDES et LGM, et le disclaimer.

Le second élément est le template de saisie des informations. La bonne prise en compte des besoins d'ergonomie et de simplicité de mise en œuvre pour la saisie et l'exploitation des résultats de sortie se traduit par le recours à plusieurs groupes d'onglets (code couleur) permettant la saisie des paramètres.

Ce premier ensemble permet de saisir les paramètres P_i et le profil de vie qui seront applicables à l'ensemble du projet. Un premier onglet permet de saisir les principaux facteurs P_i ainsi que le profil de vie. Le facteur P_i part manufacturing peut ici être défini par défaut s'il n'est pas précisé par la suite pour chacun des composants. Il est également possible de saisir un nom de projet ainsi que quelques commentaires. Le second onglet permet de déterminer à l'aide de l'audit les valeurs de P_i application par phase et le troisième de déterminer la valeur du P_i Durcissement. Il est également possible de figer des valeurs arbitraires. Le second ensemble permet de saisir les composants (par famille) de l'étude ainsi que leurs caractéristiques (quantités, stress, paramètres spécifiques au composant...)



Figure 5 : Interface IHM de FIDES ExperTool

Name	Component type	Description appendix 1	Description appendix 2
IC1	Integrated Circuits [ECIC]	PDIP, TO116, Plastic Dual In line Package / 8 à 68	FPGA, CPLD, FPGA Antifuse, PAL [ECIC_57]
IC2	Integrated Circuits [ECIC]	PDIP, TO116, Plastic Dual In line Package / 8 à 68	Analogue and Hybrid circuit (MOS, bipolar, BiCMOS) [ECIC_58]
IC3	Integrated Circuits [ECIC]	PDIP, TO116, Plastic Dual In line Package / 8 à 68	Microprocessor, Microcontroller, DSP [ECIC_59]
IC4	Integrated Circuits [ECIC]	PDIP, TO116, Plastic Dual In line Package / 8 à 68	Flash, EEPROM, EPROM [ECIC_60]
IC5	Integrated Circuits [ECIC]	PDIP, TO116, Plastic Dual In line Package / 8 à 68	SRAM [ECIC_61]
IC6	Integrated Circuits [ECIC]	PDIP, TO116, Plastic Dual In line Package / 8 à 68	DRAM [ECIC_62]
IC7	Integrated Circuits [ECIC]	PDIP, TO116, Plastic Dual In line Package / 8 à 68	Digital circuit (MOS, bipolar, BiCMOS) [ECIC_63]
IC8	Integrated Circuits [ECIC]	CERDIP, CDIP Ceramic Dual-In-Line Package / 8 à 20	Digital circuit (MOS, bipolar, BiCMOS) [ECIC_63]
ASIC1	ASIC [ECAS]	PDIP, TO116, Plastic Dual In line Package / 8 à 68	Digital ASIC, simple function [ECAS_01]
ASIC2	ASIC [ECAS]	PDIP, TO116, Plastic Dual In line Package / 8 à 68	Digital ASIC, complex function (with IP and/or μP core memory blocks) 0.075
ASIC3	ASIC [ECAS]	PDIP, TO116, Plastic Dual In line Package / 8 à 68	Analogue, mixed ASIC [ECAS_03]
ASIC4	ASIC [ECAS]	PDIP, TO116, Plastic Dual In line Package / 8 à 68	Digital ASIC [ECAS_04]

Figure 6 : Onglet de saisie Electronic Component

Une dernière série d'onglets permet de disposer des résultats des calculs selon plusieurs présentations pour pouvoir mener une analyse plus ou moins poussée des taux de défaillance. Il est ainsi possible de disposer des taux de défaillance des composants en séparant les parts imputables aux stress ou les parts imputables aux phases. Une représentation graphique est proposée ainsi qu'un rapport compact. L'onglet Data servant de source aux graphiques est laissé visible pour permettre à l'utilisateur de modifier les plages de valeurs pour les graphiques.

λ Total		Results										
8 006 350,7 FIT		Results					STRESS					
Model	Component type	Component name	λ Total	Quantity	λ Unitaire	Thermal	Thermal Cycling	Mechanical	Humidity	Thermo-Elec	chemical	Electrical
Results by family of components			8005350,660	852								
COTS function	COTS Board	81219.23846	19			41337,36	37627,15	234,0054	1852,436		168,2838	
ELECTRONIC COMPONENT	ALUMINIUM CAPACITOR [ECAC]	6,888554652	2				2,805091	0,020837		4,042627		
ELECTRONIC COMPONENT	ASIC [ECAS]	3256,727544	6			2704,187	534,5025	1,468328	16,57018			
ELECTRONIC COMPONENT	Ceramic capacitors [ECCC]	59,32467307	8				34,31007	0,380281		24,63432		
ELECTRONIC COMPONENT	Connectors [ECCO]	855,8121896	20			441,4774	126,9402	16,50138	57,86137		213,0319	
ELECTRONIC COMPONENT	Discrete semiconductors [ECDS]	762,6430963	7			742,2828	17,73462	0,026872	2,598823			

Figure 7 : Présentation du rapport de sortie par stress

Pour les utilisateurs avancés ou plus exigeants, le moteur de calcul génère un fichier XML qui contient l'intégralité des étapes de calculs, offrant ainsi la possibilité de contrôler la pertinence des résultats jusqu'au plus bas niveau ou de réaliser des analyses plus fines sur les résultats (déterminer la grandeur d'un type de stress composant par phase par exemple). Ce rapport XML permet de vérifier l'intégralité des variables de base issues de la saisie, de connaître les paramètres applicables à chacune des phases mais également d'apprécier la part imputable à chacun des stress.

```
<component model="ELECTRONIC COMPONENT" group="" componentType="Connectors" [ECCO] componentName="ConnSupp4" quantity="1.0">
  <byPhase>
    <phase name="PH3">
      <intermediateResult name="PiInduced" value="2.3255851069437212" />
      <intermediateResult name="piPM" value="10.0" />
      <intermediateResult name="Math.pow(1.0 * 1.9 * 1.6046230816172982, 0.511 * Math.log(4.4))" value="2.3255851069437212" />
      <intermediateResult name="internPiRuggedizing" value="1.6046230816172982" />
      <intermediateResult name="internPiApplication" value="1.9" />
      <intermediateResult name="T Ambiante" value="15.0" />
      <intermediateResult name="PiChem" value="0.30000000000000004" />
      <intermediateResult name="internSensitivity" value="4.4" />
      <intermediateResult name="PiMech" value="0.023237900772445" />
      <intermediateResult name="internPiPlacement" value="1.0" />
      <intermediateResult name="PiTh" value="0.0" />
      <intermediateResult name="PiRh" value="0.13496502829088275" />
      <intermediateResult name="PiToy" value="0.012272946525532442" />
      <intermediateResult name="Lambda0Connector" value="0.3252967212995442" />
      <intermediateResult name="exposant Th" value="0.13070658601696347" />
      <intermediateResult name="Delta T" value="15.0" />
    </phase>
  </byPhase>
</component>
```

Figure 8 : Extrait d'un rapport XML

Afin de faciliter la première prise en main de l'outil par de nouveaux utilisateurs, un fichier pré-rempli est disponible sur le site FIDES pour pouvoir se faire la main et disposer d'un exemple en cas de problèmes rencontrés lors de la saisie. Le package logiciel comporte également un guide utilisateur avec un chapitre « quick start » pour les utilisateurs souhaitant essayer par eux-mêmes de compléter une saisie pour un composant.

Présent et avenir de l'outil

L'outil FIDES ExperTool est téléchargeable gratuitement sur le site internet FIDES (fides-reliability.org) après s'être enregistré. Cette inscription permet également de prendre connaissance de la FAQ de l'outil et d'échanger sur les problèmes rencontrés ou les diverses questions sur le forum.

En ce qui concerne la configuration matérielle pour mettre en œuvre le logiciel, le groupe de souscripteurs recommande un processeur dual cœur et 2Go de mémoire vive. ExperTool peut être exécuté dans sa version portable (Eléments java requis intégré dans le bundle de l'outil qui offre également la possibilité de l'exécuter depuis une clé usb) uniquement sur un environnement Windows (Xp et supérieurs), et dans sa version light sur toute plateforme (Windows, Linux, Mac Os, ...) en mesure de mettre en œuvre le langage Java dans version 1.7.21 et supérieure.

Comme évoqué précédemment, l'outil et le template comportent actuellement quelques erreurs qui sont clairement identifiées et vont faire l'objet de corrections. Le retour des utilisateurs a déjà permis de mettre en avant des axes d'amélioration tels que la limitation à 20 phases au sein du profil (limite liée au format xls qui restreint le fichier à 256 colonnes), ou une modification du formalisme des graphes de résultats.

A ce jour, différentes évolutions souhaitables sont déjà identifiées :

- Développement d'un interpréteur pour le fichier XML afin d'offrir l'ensemble des résultats intermédiaires dans des formats prédéfinis et ainsi exploiter au mieux les données présentes dans le fichier XML.
- Ajout d'un module d'analyse de sensibilité permettant de ne plus avoir à configurer un ensemble de fichiers en vue de réaliser un benchmark (une ou plusieurs variables sont sélectionnées et une plage de variation est définie)
- Développement d'un template dans un format plus étendu (à voir ODS ou XSLX) pour pouvoir prendre en compte des profils supérieurs à 20 phases.

Eléments qui seront abordés lors de la présentation interactive

La présentation interactive aura pour objectif de :

- Présenter la composition des packs logiciels téléchargeables en ligne
 - Version light
 - Version Java embedded
- Aborder l'utilisation du template de démonstration proposé sur le site FIDES pour une première prise en main
 - Principaux paramètres et saisie des différentes familles de composants
 - Pourquoi les familles de composants sont-elles découpées ainsi ?
- Montrer la simplicité de réalisation d'un calcul pour une résistance (par rapport à un logiciel commercial)

- Combien de temps faut-il pour réaliser un calcul pour une résistance ?
- Présenter la construction du fichier XML de sortie pour aller plus loin dans les analyses
 - Le fichier XML peut paraître complexe au premier abord mais il est en fait très accessible
 - Quelles sont les pistes envisagées pour l'exploitation de fichier XML ?
- Présenter l'ouverture de l'outil à des améliorations/modifications et éventuelles customisations
 - L'évolutivité d'ExperTool a été anticipée dès sa conception
 - Principe des balises et des fichiers de configuration

Conclusion

Le projet « nouvel outil FIDES » est un succès tant dans sa préparation que dans son développement. La prise en compte du retour d'expérience de personnes mettant en œuvre la méthodologie FIDES et des logiciels commerciaux ont permis d'identifier les éléments clés pour fournir aux nouveaux utilisateurs un outil simple et pertinent.

Le temps de développement a été plus important que prévu initialement. Il reste cependant très raisonnable en regard de la prise en compte de l'ensemble des modèles présents dans le guide FIDES 2009A. Le logiciel développé permet de répondre à l'ensemble des besoins exprimés, et le groupe de souscripteurs considère que la forte implication de l'équipe LGM dans le projet a permis d'obtenir une architecture modulaire robuste et évolutive. L'important travail de vérification de la pertinence des résultats et des possibilités de configuration a permis de mettre à disposition un produit qui ne souffre que de peu d'erreurs

Le résultat obtenu tant au niveau du template que du moteur de calcul permet d'affirmer que l'outil ExperTool va au-delà des attentes du groupe de souscripteurs. De plus, la solution logicielle retenue offre une pérennité appréciable et une stabilité dans le temps qui permettra de réaliser les expérimentations nécessaires aux évolutions du guide.

La mise en œuvre est simple et relativement intuitive, la reprise des intitulés du guide papier est un point simplifiant l'expérience de l'utilisateur lors de ses premiers essais. Un autre point important est la disponibilité d'un fichier de démonstration et d'une notice exhaustive qui permettent aux nouveaux utilisateurs de se familiariser avec les calculs de la méthodologie.

Les premiers retours utilisateurs et le faible nombre de questions relatives à la mise en œuvre d'ExperTool sont autant d'indicateurs de la bonne accessibilité et de la facilité de prise en main. Le logiciel actuel est satisfaisant mais perfectible : il y a encore matière à améliorer la solution proposée pour fournir un outil d'expérimentation le plus pertinent et accessible possible.

La possibilité de développement de modules complémentaires pour les analyses de sensibilité et le traitement poussé des résultats sont deux objectifs qui devront être atteints dès que possible.

Remerciements

Les auteurs remercient le groupe de souscripteurs pour leur participation à l'élaboration et le suivi du projet, l'équipe LGM pour son implication dans ce développement ainsi que l'IMdR pour avoir hébergé et offert la possibilité de réaliser ce projet au sein de sa structure.

Les auteurs remercient également tous les acteurs qui ont contribué au développement et au déploiement de la méthode FIDES qu'ils soient au sein du consortium, de l'IMDR, du Ministère de la Défense, de l'industrie ou d'autres organismes.

Références

(FIDES 2009A), UTEC80811, 2010, Guide FIDES 2009 Edition A, « méthodologie de fiabilité pour les systèmes électroniques »
(MIL217, 1995), Military Handbook 1995, MIL-HDBK-217F « Reliability prediction of electronic equipment »,
(FIDES MILL) Outil FIDES Excel Mill d'expérimentation de la méthodologie FIDES 2004A
(FIDES-Fiability) Outil FIDES d'expérimentation de la méthodologie FIDES 2009A dérivée du logiciel commercial Fiability
(TOURTELIER, 2010) D. Tourtelier et al., 2010, « Influence du profil de vie sur l'évaluation de la fiabilité de systèmes électroniques », Lambdamu 17
(20111028_CDC_P010-4V4) Cahier des charges IMdR : Création d'un outil d'expérimentation FIDES 2009