

Recueil de fiabilité par la méthode de Bloc Diagramme de Fiabilité à l'aide du retour d'expérience

Reliability library using the Reliability Block Diagram method based on field return data

BONNAUD Pascal
Valeo Eclairage
Angers
pascal.bonnaud@valeo.com

SAINTIS Laurent
Polytech
Angers
laurent.saintis@univ-angers.fr

EI AMRANI Hiba
Valeo Eclairage - Polytech
Angers
hiba.el-amrani@valeo.com
hiba.elamrani@etud.univ-angers.

1 **Résumé** - Cet article présente la méthodologie d'un calcul de fiabilité suivant la méthode Bloc Diagramme grâce au Retour
2 d'expérience (REX) illustré par les premiers résultats obtenus. L'objectif de cette démarche est de mettre à disposition un
3 recueil de fiabilité des composants aux équipes projets pour répondre aux exigences clients en termes de fiabilité prévisionnelle
4 et aussi de pouvoir mettre à jour les AMDEC produit.

5 **Mots-clés** - Fiabilité, AMDEC, Bloc diagramme de fiabilité, Données de retours d'expérience, Arbre de défaillance

6
7 **Abstract** - This article presents the reliability calculation methodology following the Reliability Block Diagram method using
8 field return data illustrated with the first obtained results. This approach aims to provide project teams with a component
9 reliability compendium to meet customer requirements in terms of predictive reliability and to update FMEA products as well.

10 **Keywords** - Reliability, FMEA, Reliability block diagram, Field return data, Fault tree analysis

I. INTRODUCTION

12
13
14 Dans le contexte industriel automobile, la connaissance de la fiabilité de nos produits est nécessaire pour rester compétitif. La
15 capitalisation de nos connaissances du retour d'expérience à l'information de fiabilité, pour les équipes de développement, est
16 aussi un pilier de notre stratégie R&D, rendue plus accessible aujourd'hui grâce aux outils de digitalisation.

17 La fiabilité prévisionnelle est une discipline majeure des activités de recherche et développement car elle démontre les
18 performances des systèmes développés pour nos clients. Le but de cette communication est de montrer, sur une étude complète
19 d'un cas applicatif réel, la mise en œuvre du processus de construction d'un modèle de fiabilité système à l'aide du retour
20 d'expérience, analysé jusqu'aux composants défaillants et modes de défaillance. L'objectif est de pouvoir mettre à jour un
21 recueil de fiabilité des composants à l'aide des retours d'expérience en utilisant la méthode bloc diagramme de fiabilité. Cette
22 approche apporte encore plus de précision qualitative de la fiabilité du système car elle s'effectue au niveau des composants.
23 L'enjeu est double, d'une part pouvoir démontrer une fiabilité prévisionnelle en accord avec l'objectif client dès le début du
24 développement d'un nouveau projet et d'autre part pouvoir capitaliser un recueil de fiabilité des composants grâce à l'analyse
25 technique et l'expertise des pièces retours garantie.

26 Cette approche livre plusieurs avantages:

27 La connaissance de la fiabilité des composants permet d'identifier les plus sensibles afin de mettre en place des solutions
28 d'amélioration, en vue d'accroître la fiabilité des produits et de pouvoir mettre à jour les analyses des Modes de Défaillance,
29 des Effets et de la Criticité (AMDEC) grâce à une étude qualitative (cause et effet de défaillance des composants) et quantitative
30 (l'évaluation de la criticité).

31 Lors du développement d'un projet, les équipes de développement doivent répondre aux exigences clients en termes de fiabilité
32 prévisionnelle. Mais cette activité demande un support important de spécialistes et d'experts de fiabilité pour pouvoir répondre
33 aux exigences clients.

34 L'approche Bloc Diagramme de Fiabilité a pour but de simplifier le processus en apportant de l'autonomie aux équipes projets
35 grâce à un recueil de fiabilité des composants. Elles pourront modéliser le système (projecteur) avec les composants qui
36 définissent le système associé au nouveau projet pour calculer la fiabilité prévisionnelle.

37 Pour obtenir ces résultats, l'approche essentiellement développée est issue du retour d'expérience (REX). La base de données
38 des retours garantie (pièces défaillantes lors de la période de garantie) est l'outil indispensable de ce REX. Les résultats
39 d'analyse dépendent de la qualité des données enregistrées. C'est ainsi que le retour d'expérience contribue à la maîtrise de la
40 fiabilité.

41

42

II. MÉTHODOLOGIE

43

44 La méthode bloc diagramme aboutit à une modélisation fonctionnelle d'un système en considérant que les fonctions globales
45 de celui-ci résultent d'une mise en série, dans notre cas, de fonctions élémentaires: chaque information de défaillance d'un
46 système est reliée à la défaillance d'un composant unique, considéré indépendant et réalisant une fonction autonome. Chaque
47 composant du système, considéré comme indépendant, réalise une fonction autonome. L'évaluation de la fiabilité du système
48 est alors déduite de cette modélisation fonctionnelle.

49 Différentes méthodes peuvent définir la fiabilité des composants :

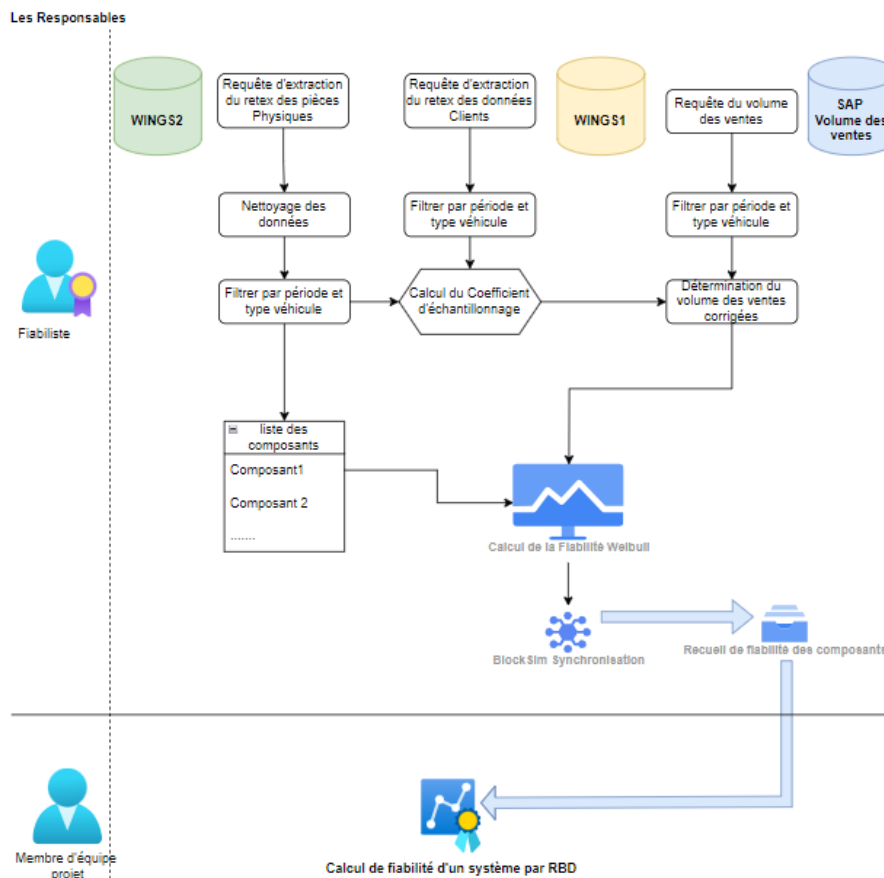
- 50 • Fiabilité expérimentale,
- 51 • Fiabilité prévisionnelle issue de calcul à l'aide de guides (Fides pour les composants électroniques).

52 Ces deux catégories de fiabilité, prévisionnelle et expérimentale, nécessitent la connaissance du profil de mission pour qu'elles
53 soient appliquées et la connaissance des mécanismes de défaillance pour définir les essais.

54 Pour s'affranchir de cette contrainte, les calculs de fiabilité des composants sont réalisés à l'aide du retour d'expériences.

55 En effet, au niveau de l'industrie automobile, la disponibilité des données des retours garantie, n'ayant subi aucune réparation
56 est exhaustive et permet donc de pouvoir réaliser les calculs de fiabilité opérationnelle et les paramètres de fiabilité associés
57 pouvant alors conduire à déterminer une fiabilité prévisionnelle sous certaines conditions.

58 A. PROCESSUS



59

60

Fig 1 : Description du processus

61 La spécificité de l'approche exposée est liée au **processus standardisé d'analyse de pièces** des retours garantie (cf. Fig 1).
 62 L'ensemble des sites Valeo analysent les pièces retours garantie selon un processus décrit suivant un standard interne permettant
 63 d'identifier le composant défaillant et le mode de défaillance et de pouvoir aussi identifier une défaillance intrinsèque de
 64 responsabilité Valeo d'une défaillance extrinsèque relevant d'un mauvais usage. Ce processus est suivi par des Audits internes
 65 nous assurant que la démarche est rigoureusement adoptée.
 66 C'est au travers de ce processus que notre démarche peut être appliquée.
 67 L'ensemble de ces informations est intégré dans une base de données cloud pour le groupe Valeo permettant d'avoir accès à
 68 l'ensemble des analyses des pièces.
 69 Le verrou à lever repose sur le fait que les analyses sont réalisées sur un échantillon du Retex. Cet échantillon est variable dans
 70 le temps et variable en fonction des pays dans lesquels les véhicules sont vendus. Le calcul de fiabilité peut être réalisé
 71 uniquement avec la connaissance du volume de véhicule mis en service associé à cet échantillon, directement relié au coefficient
 72 d'échantillonnage. La qualité des résultats réside donc sur la méthode de détermination de l'échantillonnage, que nous
 73 détaillerons dans une partie spécifique.

74 *1) Présentation des bases de données de retours garanties*

75 Les données d'entrée à disposition sont des informations des retours clients pendant la période de garantie (pouvant varier de
 76 24 à 60 mois selon les constructeurs, pays). Ces Informations sont centralisées dans une base de données pour l'ensemble des
 77 sites Valeo dénommé WINGS (Warranty INcidents Getting Solved).
 78 Cette application se présente sous une forme intégrant 2 bases de données indépendantes (cf. Fig 2).
 79



Fig 2 : Application WINGS

82 *a) WINGS 1*

83
 84 Cette application intègre l'ensemble des réclamations clients (Constructeurs) d'un format spécifique converti en un format
 85 Standard Valeo afin de pouvoir être intégré suivant un modèle unique avec l'ensemble des constructeurs et l'ensemble des sites
 86 Valeo (cf. Fig 3).
 87 La mise à jour des données est mensuelle avec l'ensemble des constructeurs.
 88 Cette base contient uniquement des informations de traçabilité du véhicule et le symptôme identifié par le garagiste (Verbatim
 89 textuel) [1]. Elle n'a pas l'information du composant défaillant et ne peut pas permettre de faire l'analyse de fiabilité au niveau
 90 du composant.
 91

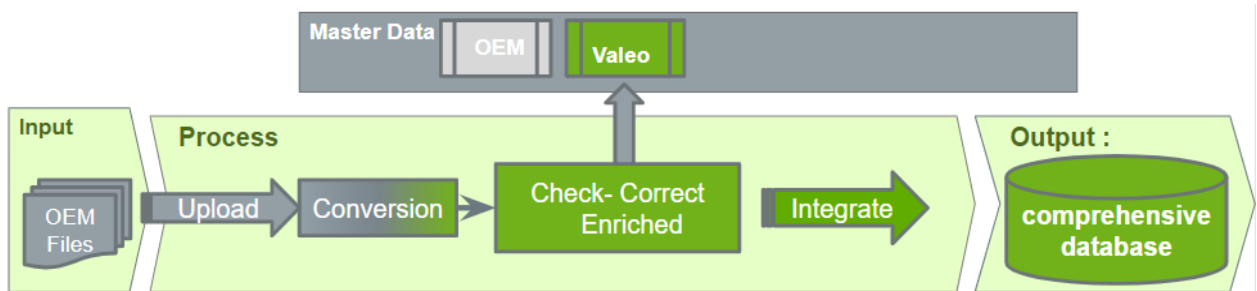


Fig 3 : Processus de chargement des données dans l'application WINGS 1

92
 93
 94
 95

96
97
98
99
100
101
102
103
104

b) WINGS 2

Cette application permet de suivre le processus d'analyse des défaillances des retours terrains pour l'ensemble des sites Valeo. Un échantillon des déposes est envoyé au fournisseur Valeo pour une analyse des défaillances. WINGS2 est donc un échantillon de WINGS1 avec des informations complémentaires d'analyse :

- Les résultats des tests effectués pour la confirmation de la défaillance,
- L'identification du composant défaillant,
- L'identification du mode de défaillance.

2) Description détaillée du processus

La description du processus VDA [2] est schématisée en Fig 4.

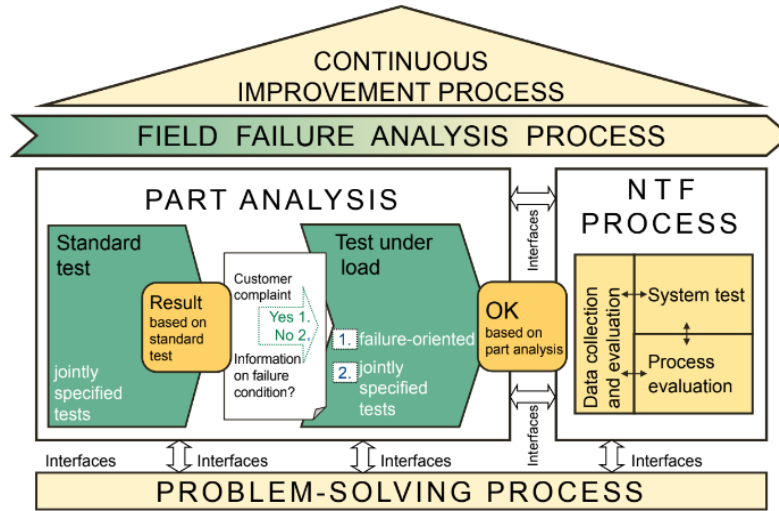


Fig 4 : Processus d'analyse des pièces retours garanties

L'étude se base principalement sur l'extraction de données WINGS 2, puisqu'elle apporte l'information du composant défaillant et la nature de la défaillance (impossible avec WINGS 1 car aucune analyse de pièce est effectuée).

a) Extraction du REX des pièces physiques

Des extractions de la base de données sont alors disponibles en fonction de filtres sélectionnés. Ci-dessous un exemple de retour client de WINGS 2 en Fig 5.

WINGS Claim link	Customer Name	VIN	Customer Part Description	Part Reception date	Failure code	Root Cause	Responsibility	Valeo Production date	Repair date	MIS	Vehicle sale date
WUH1-24-0019		23Z49N3-cD+	R83 FCL R	5 Feb 2024	LA-LGLG04-DMFM01	R83 FCL 光导定	Valeo Manufacturing	20 Jul 2022	7 Jul 2023		6 12 Jan 2023

Fig 5 : Extrait de WINGS 2

Chaque ligne représente une réclamation client, et pour chacune plusieurs informations (champs) sont disponibles :

- WINGS Claim link (lien redirigeant vers la réclamation dans le WINGS entier)
- Customer Name: Nom du constructeur
- VIN: identifiant du véhicule codé (pour des raisons RGPD)
- Customer Part Description: Code projet véhicule
- Failure code: Code définissant la défaillance/défaut du composant
- Responsibility: intrinsèque (Valeo) ou extrinsèque (customer)
- Production date: Date de production
- Repair date: Date de réparation
- Vehicle sale date: Date de mise en service
- MiS : Nombre de mois en usage : C'est l'unité utilisée pour le modèle de fiabilité.
Le choix de cette variable a un double avantage :

108
109
110
111
112
113
114
115
116
117
118

139
136
137
138

- Il s'affranchit de la connaissance de la loi de roulage (étude en kilomètre).
- Le résultat de fiabilité en nombre d'années est l'information partagée avec les services qualité et finance.

L'explication du code de défaillance peut facilement s'extraire, depuis la liste standard des défaillances, contenant l'ensemble des codes associés au composant défaillant et au mode de défaillance.

Failure Code	Sub Component	Location	Failure Mode	Failure Signature
LA-ADAD01-APPAD3	Levellet, Adjuster, Capsule, Pivot	ISL	Poor Appearance	Corrosion
LA-ADAD01-DEFED3	Levellet, Adjuster, Capsule, Pivot	ISL	Defect Electrical Function - Non Safety / Regulation	HW - Ribbon damage
LA-ADAD01-DEFED4	Levellet, Adjuster, Capsule, Pivot	ISL	Defect Electrical Function - Non Safety / Regulation	HW - EOS or ESD
LA-ADAD01-DEFED5	Levellet, Adjuster, Capsule, Pivot	ISL	Defect Electrical Function - Non Safety / Regulation	HW - Tier2 component issue (ICapacitor,LED...)
LA-ADAD01-DEFED9	Levellet, Adjuster, Capsule, Pivot	ISL	Defect Electrical Function - Non Safety / Regulation	HW - Circuit board line issue
LA-ADAD01-DMPMD1	Levellet, Adjuster, Capsule, Pivot	ISL	Defect Mechanical Function - Non regulation/safety	Loose / Breakage

Fig 6 : Extrait de la liste standard des défaillances

141
142

b) *Nettoyage des données*

Pour éviter des résultats biaisés, le nettoyage de données est une étape importante qu'il ne faut pas négliger, puisqu'elle permet d'éliminer les données erronées, incomplètes et incohérentes, et par conséquent aboutir à des résultats précis et fiables.

Trois principaux filtres ont été appliqués pour effectuer le nettoyage de la manière suivante :

- Sélection des codes projets de véhicule à conserver,
- Suppression de tous les retours où aucun problème n'a été détecté après analyse: pièce non défaillante,
- Sélection des défauts intrinsèques (imputable à une responsabilité Valeo).

150
151

c) *Définition du périmètre d'étude*

Le périmètre de l'étude s'effectue sur 3 critères:

- Technologie étudiée: Dans le cas de l'étude, les données de retours garanties sont définies avec des références de projets (relatives à un véhicule précis) et liées à la technologie des composants défaillants.
- Délimitation temporelle: sur la date de production du produit afin de pouvoir associer les volumes de production sur la même période temporelle.
- Délimitation de la durée de garantie: 24 mois, 36 mois selon les constructeurs et le pays de livraison.

158
159

d) *Extraction du volume des ventes Valeo*

Les calculs de fiabilité se font à l'aide de la connaissance des pièces défaillantes et des pièces vendues convertie en un ensemble de données de défaillances et de données suspendues.

- Les données de défaillances représentent les pièces défaillantes qui sont obtenues au travers de la base de données WINGS 2
- Les données suspendues correspondent au volume de pièces mises en service soustrait du nombre des pièces défaillantes.

Il s'agit donc d'une étude de fiabilité avec des données censurées à droite.

La détermination du volume mis en service est déduite du volume de production Valeo vendu par l'intermédiaire du tableau de la répartition du volume de mise en service en fonction des mois de production (cf. Fig 7).

171
172
173

Mois de production	% de mise en service par rapport à la production	% Cumulé
M	36.64%	36.64%
M - 1	26.46%	63.11%
M - 2	14.17%	77.27%
M - 3	8.00%	85.27%
M - 4	5.01%	90.28%
M - 5	3.16%	93.44%
M - 6	1.96%	95.40%
M - 7	1.26%	96.66%
M - 8	0.93%	97.58%
M - 9	0.53%	98.11%
M - 10	0.39%	98.50%
M - 11	0.27%	98.77%

Fig 7 : Tableau de la répartition du volume de mise en service en fonction du volume des précédents mois de production

174 La première colonne présente la différence (en mois) entre la date de production et la date de mise en service. La deuxième
 175 colonne illustre le pourcentage des véhicules mis en service par rapport au total produit des mois M-x, puis la troisième présente
 176 ce pourcentage cumulé.

177
 178
 179 e) *Echantillonnage*

180 Afin de simplifier les tâches d'analyse de pièces et de logistique associée, les constructeurs envoient aux fournisseurs un
 181 échantillon représentatif des retours garantie. Cependant la taille de l'échantillonnage n'est pas connue, mais il peut être
 182 déterminé.

183 f) *Calcul du coefficient d'échantillonnage:*

184 En considérant que la fiabilité de notre échantillon (WINGS 2) est représentative de la fiabilité de l'ensemble des retours
 185 (WINGS 1), la formule suivante va définir le volume de ventes de l'échantillon avec le volume total des ventes:

186
$$\frac{\text{Nombre de retours total}}{\text{Volume total des ventes}} = \frac{\text{Nombre de retours de l'échantillon}}{\text{Volume des ventes associé à l'échantillon}}$$

187
$$\text{Volume des ventes associé à l'échantillon} = \text{Volume total des ventes} \times \frac{\text{Nombre de retours de l'échantillon}}{\text{Nombre de retours total}}$$

188 Il est donc nécessaire de déterminer le pourcentage de l'échantillon (ici WINGS 2) parmi le nombre total de réclamations, et
 189 afin d'obtenir la valeur du volume des ventes de WINGS 2, il faudra multiplier le volume total (de WINGS 1) par
 190 $\frac{\text{Nombre de retours de l'échantillon}}{\text{Nombre de retours total}}$ (cf. Fig 8). Ces deux grandeurs sont extraites sur une même période et la même technologie
 191 produit. Ce dernier est le coefficient d'échantillonnage.

Volume corrigé avec le coefficient d'échantillonnage			Mois de service																									
Volume suspendu	Volume Delivery	Volume Valeo vendu Corrigé	Mois de mise en service	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	24	Grand	
3177	3178	1975	2018/01																									1
3101	3102	1978	2018/02																									1
2179	2180	2027	2018/03																								1	1
2028	2030	1043	2018/05																									2
1790	1798	1227	2018/09																									8
2559	2561	761	2018/07																									2
2770	2772	1833	2018/11																									2
3744	3746	1369	2018/12																									1
4063	4054	2409	2017/01																									1
4897	4896	2242	2017/02																									1
4893	4897	3167	2017/03																									4
4518	4518	2789	2017/05																									2
5018	5017	2374	2017/08																									1
5643	5646	2901	2017/09																									3
7322	7323	3142	2017/10																									1
7690	7692	4781	2018/03																									2
7634	7635	4597	2018/06																									1
6018	6017	4712	2018/09																									1
7230	7231	2734	2018/12																									1
8350	8352	4905	2019/02																									2
8352	8353	5049	2019/03																									1
8631	8632	4901	2019/06																									1
9098	9099	5319	2019/09																									1
7418	7419	5922	2019/10																									1
7501	7502	4049	2020/08																									1
4758	4757	5224	2021/03																									1
4560	4562	1970	2021/08																									2
5391	5396	3040	2021/09																									5
4743	4746	3823	2021/10																									3
1212	1213	3369	2021/11																									1
			Nbr de pièces défaillantes en fonction des MiS	2	5	2	4	4	5	11	4	5	9	1	2	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	84

192
 193 Fig 8 : Nombre de pièces défaillantes en fonction des MiS associé au volume corrigé
 194

195 g) *Outils de calcul de Fiabilité*

197 A ce niveau, l'outil utilisé est la suite logicielle Reliasoft qui est spécialisée dans l'analyse de la fiabilité et qui offre des
 198 fonctionnalités avancées pour l'analyse de données de défaillance. Deux des applications sont exploitées dans cette étude.

199 Weibull++ : axé sur l'analyse de données de défaillance selon une distribution de Weibull. Le calcul des paramètres de Weibull
 200 ainsi que le calcul de fiabilité sur une durée précise se font avec cette application.

201 Les données sont par la suite utilisées dans BlockSim. Cet outil offre la possibilité de créer des modèles de fiabilité pour évaluer
 202 les performances et les risques associés aux systèmes. Il est utilisé pour représenter les blocs diagrammes, ainsi que pour stocker
 203 les données de fiabilité des composants du recueil final.

204 A partir du tableau dynamique précédent (Fig 8), les données sont reportées sous forme de données de durée de vie (MIS) ,
 205 censurées à droite, avec des données groupées afin de définir le modèle de fiabilité Weibull à 2 paramètres à l'aide de l'outil
 206 Weibull++ de Reliasoft (cf. Fig 9).

Nombre dans l'état	État F ou S	Temps de fin (m)
2	F	0
5	F	1
2	F	2
6	F	3
4	F	4
5	F	6
7	F	7
4	F	8
3	F	9
4	F	10
1	F	11
2	F	12
1	F	15
2	F	16
1	F	17
1	F	18
1	F	19
2	F	20
1	F	21
1	F	24
87366	S	24
5627	S	23
5484	S	22
5041	S	21

Fig 9 : Exemple de données de durée de vie

207
208
209

Afin de calculer la probabilité que le système soit non défaillant sur une durée déterminée, la loi de probabilité utilisée est une loi de Weibull à 2 paramètres : β paramètre de forme et η paramètre d'échelle, usuellement utilisé dans l'industrie automobile. La méthode utilisée pour la détermination du modèle est la méthode de vraisemblance, adaptée pour des jeux de données fortement censurés.

214

h) Synchronisation des calculs de fiabilité des composants dans le recueil de BlockSim

216

Au niveau de Reliasoft, à chaque calcul via Weibull++, les valeurs sont "publiées" pour être directement transférées à BlockSim. A l'issue de cette étape, le bloc diagramme de fiabilité peut être construit. En déterminant un minimum de retours garanties par composant (30 pièces), afin d'effectuer le calcul de fiabilité, tous les autres composants ne vérifiant pas cette condition suivront un processus statistique pour définir l'intégration du composant en terme de bloc ou rassemblés dans un seul et même bloc des composants à faible impact sur la fiabilité. Ce dernier est nommé "The others", et un des objectifs est qu'il soit négligeable face aux autres blocs du diagramme à mettre en place.

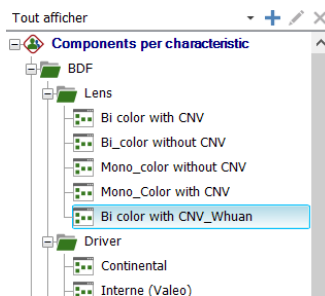
223

i) Création du recueil de fiabilité de composants

225

La finalité du projet est de pouvoir construire un recueil contenant toutes les données de fiabilité de composants. Ces valeurs-là sont exploitées pour construire le Bloc diagramme et stockées dans la même application, dans une partie qui va représenter le recueil (cf. Fig 10).

228



229

Fig 10 : Exemple d'un extrait du recueil de fiabilité

230

B. ARCHITECTURE

232

Avec un environnement international et multi sites de développement, le partage du recueil de fiabilité des composants est une nécessité, sans avoir à se soucier de la dernière version à jour. ReliaSoft propose une solution pour centraliser les données et permettre à un grand nombre d'utilisateurs de mettre à profit le recueil de fiabilité de RBDs [3] standards pour les projets multi sites.

236

Cette solution offre la possibilité de mettre en place une base de données partagée : tous les utilisateurs pointent vers ce même emplacement et peuvent travailler en même temps sur un projet et bénéficient du recueil RBDs à jour. Reliasoft étant comptable

238

239 SQL server, l'option du cloud privé (AWS, Azure, GCP) semble donc dans ce cas très adéquate, puisqu'elle permet de mettre
240 à disposition les ressources de façon flexible, tout en maintenant un niveau de sécurité et de confidentialité optimaux.

241 En projetant sur notre cas, l'option du cloud privé est la plus adaptée puisque Valeo en détient un (GCP: Google Cloud
242 Platform), illustré en Fig 11.

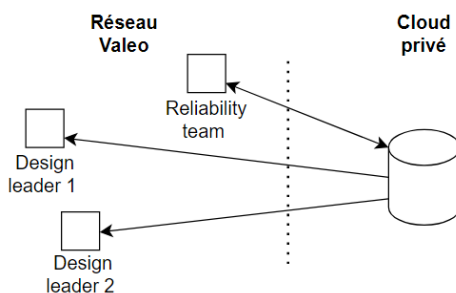


Fig 11 : Partage de données - Cloud privé

243

244

245

246

247

III. RÉSULTATS

248 Dans un premier temps, les études ont été faites sur la base de données du site Valeo Angers-France, puis sur le site Valeo
249 Wuhan-Chine, pour lesquels la fiabilité des composants de projecteurs a été trouvée en appliquant la méthodologie décrite dans
250 la section précédente.

251 Le même raisonnement étant suivi dans les deux études, cette partie présentera les résultats les plus récents obtenus qui sont
252 ceux relatifs au site de Wuhan :

253 - Le nettoyage des données a été fait selon trois filtres principaux (comme précisé dans la section méthodologie):

254

- 255 • **Sélection des codes projets de véhicule à conserver** : Cette sélection est faite sur la base d'une évaluation de
256 l'exploitabilité de la donnée (utilisable ou pas). Cette exploitabilité est déterminée en fonction de si le champ
257 "MiS" est suffisamment renseigné à toute occurrence de la référence du projet ou pas. Si c'est le cas, la
258 donnée est conservée.
- 259 • **Suppression de tous les retours où aucun problème n'a été détecté après analyse (pièce non défaillante)** :
260 Toutes les occurrences marquées dans le fichier comme "NTF" (No Trouble Found) au niveau du champ
261 présentant l'effet de défaillance sont masquées.
- 262 • **Sélection des défauts intrinsèques (imputable à une responsabilité Valeo)** : Conservation des lignes
263 correspondant à des composants uniquement produits par Valeo (défauts intrinsèques) et élimination des
264 défauts extrinsèques relatifs à une responsabilité client.

265 - En appliquant la définition du périmètre d'étude au cas du site de Wuhan (Partie Résultats), les filtres pris en compte
266 sont les suivants :

267 **Délimitation temporelle** : Il faut avoir une référence sur des données de production assez récentes et
268 suffisamment étendues pour pouvoir modéliser suivant la distribution de Weibull. L'intervalle sélectionné
269 est celui des projecteurs produits entre janvier 2018 et décembre 2023

270 A l'issue de cette délimitation, la liste des composants les plus impactés parmi l'ensemble des retours est donnée en Fig 12.

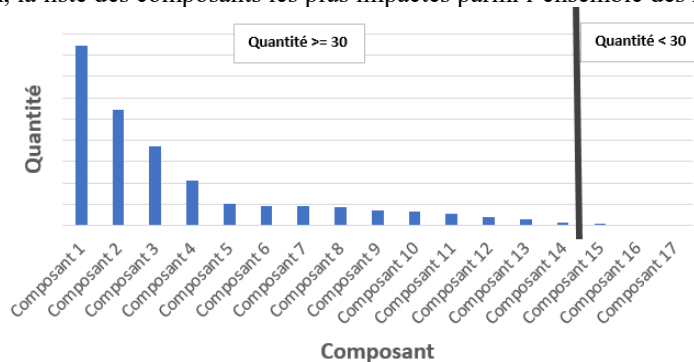
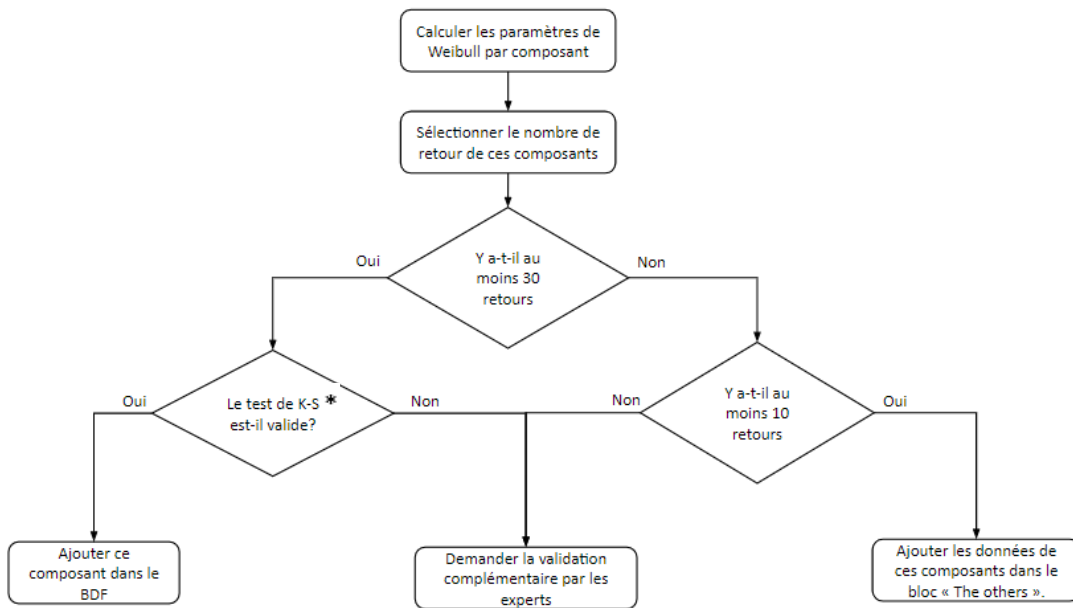


Fig 12 : Quantité de déposes pour chaque composant

271

272

273 La modélisation du système (Projecteur) sera formée avec ces composants par la méthode bloc diagramme. La validation d'un
 274 bloc de fiabilité composant est déterminée par le logigramme en Fig 13.

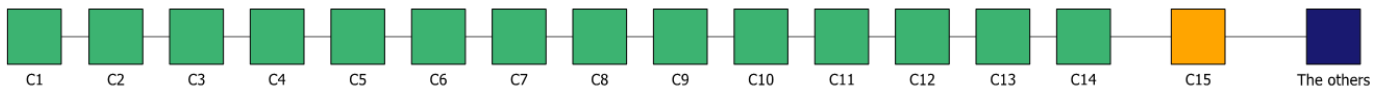


275
276 Fig 13 : Processus de validation d'un bloc de fiabilité de composant

277 * K-S test statistique d'hypothèse d'adéquation de Kolmogorov-Smirnov

- 278 • Plus de 30 déposes par composant: le modèle de fiabilité est validé: la présence des composants de C1 à C14
 279 est validée (*bloc en vert ci-dessous*),
- 280 • Entre 10 à 30 déposes: Analyse d'expert pour valider le bloc du composant: C15 est dans cette famille (*bloc*
 281 *orange*),
- 282 • <10 déposes: les déposes du composant associé sont regroupées pour constituer un seul bloc "The others":
 283 composants 16 & 17 (*bloc violet*).

284 Les blocs, représentant les composants, sont indépendants et en série (cf. Fig 14).



285
286 Fig 14 : Exemple de bloc diagramme de fiabilité des composants

287 Cette indépendance permet d'avoir la relation suivante :

$$288 R_s = \prod_{i=1}^n R_i \quad \text{En posant } R_s = P(C1 \cap C2 \cap \dots \cap Cn) \text{ avec } R_i : P(Ci)$$

289 L'étude est d'abord appliquée sur le composant 1 uniquement, qui a un nombre suffisant de retours.

290 Ce composant se présente sous quatre technologies différentes; le calcul de fiabilité se fera sur ces dernières.

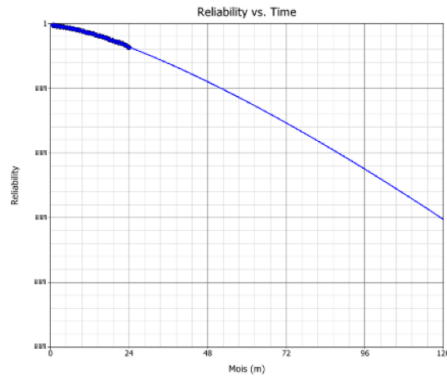
- 291 • Après l'extraction du volume des ventes, les données sont filtrées au niveau des deux bases de données
 292 WINGS 1 et WINGS 2 par rapport aux années de réparation 2021, 2022 et 2023 puis par rapport au MiS de
 293 manière à ne laisser que celles inférieures ou égales à 24 mois. Suite à ces filtres, les volumes obtenus des
 294 deux bases de données sont : 3813 pour WINGS 1 et 2219 pour WINGS 2.

295 Le coefficient d'échantillonnage obtenu est égal dans ce cas à $\frac{2219}{3813} \approx 0,59$: La WINGS 2 représente alors environ 59%
 296 de WINGS 1.

- 297 • Le calcul a donné des valeurs de fiabilité élevées, surtout pour les 24 premiers mois (période de garantie).
 298 Les courbes de fiabilité pour deux technologies distinctes sont présentées en Fig 15.

301
302
303
304
305
306
307
308
309
310
311
312
313
314
315
316
317
318

Technologie 1:



Technologie 2 :

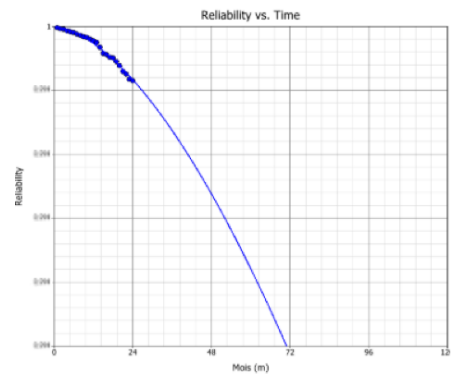
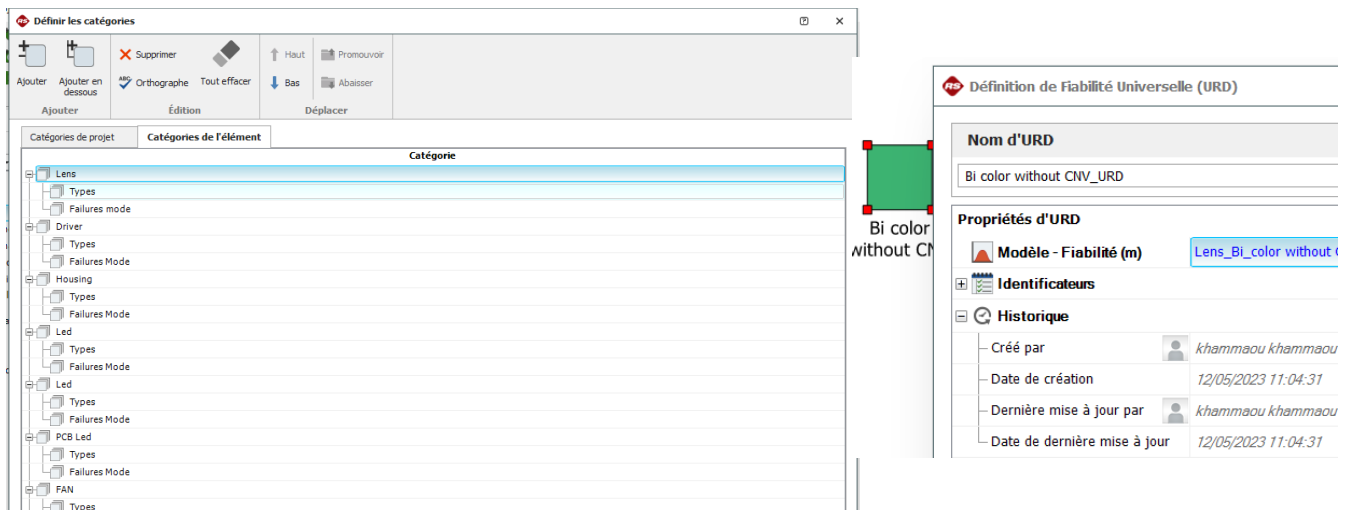


Fig 15 : Courbes de fiabilité en fonction du temps - Composant 1

- L'étape suivante est celle de la synchronisation des données avec l'application BlockSim (cf. Fig 16). Elles sont enregistrées dans le gestionnaire de ressources avec le nom du modèle et les paramètres de fiabilité. Ensuite ce modèle est associé à une ressource unique (URD: Universal Reliability Definitions) décrivant un ensemble de caractéristiques de fiabilité pour un composant.

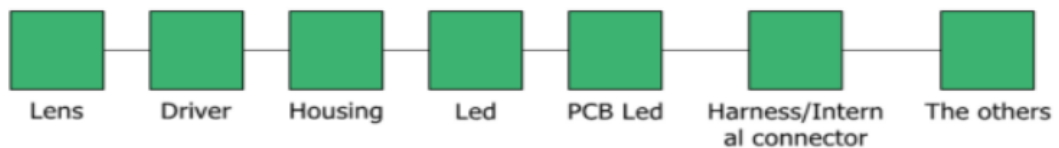


319
320
321
322
323
324

Fig 16 : Implémentation des composants dans l'URD

Cette étape a été appliquée sur les données du site d'Angers sur lesquelles l'étude a été complétée pour créer une première maquette de recueil.

Le modèle des données du site d'Angers, contrairement à celui du site de Wuhan avec une base plus importante, se présente uniquement avec 7 composants/blocs indépendants (une base moins volumineuse) représentés en Fig 17.



325
326
327

Fig 17 : Modèle du projecteur, avec les données d'Angers

328

329

IV. ANALYSE ET DISCUSSIONS

330 Validation du modèle :

331

332

Pour aboutir à un diagramme de fiabilité final à fixer, plusieurs scénarii peuvent être abordés.

333

Dans le cas où plusieurs options sont présentes, il est possible d'effectuer la construction d'une représentation comme celle présentée ci-dessous, qui résulte donc de toutes les possibilités incluant le graphe de chaque option ainsi que la courbe de référence qui est celle du projecteur Headlamp (cf. Fig 18).

334

335



Fig 18 : Graphe des différentes options

336

337

338

En revanche, dans le cas introduit, il n'y a qu'un seul bloc où le composant détient moins de 30 retours mais suffisamment proche du seuil pour ne pas être catégoriquement négligé. Deux cas sont alors à traiter :

340

1. Le composant C15 validé,
2. Le composant C15 inclus dans le bloc "The others".

342

L'option sera choisie de la même manière que le cas général, en comparant les graphes résultant des deux options à la courbe de référence; la courbe la plus proche sera alors celle à sélectionner (calcul de l'erreur quadratique moyenne).

344

345

346 Processus de mise à jour du recueil de fiabilité :

347

- Temporelle : mise à jour annuelle des données de fiabilité des composants
- Qualitative : suite à une action corrective importantes d'un composant:
 - Extraction des data WINGS 2 après la date d'implémentation de l'action correctives
 - Pour plus de robustesse du résultat, il est nécessaire d'avoir près de 18 mois après la date de l'action pour des résultats pertinents.

349

350

351

352

353

354 Approche Arbre de Défaillance:

355

Dans la partie développée ci-dessus, la fiabilité calculée est au niveau du composant, combinant plusieurs modes de défaillances. À l'aide de Weibull++, une étude préalable du choix du modèle Weibull mixé à 1, 2 ou 3 sous populations doit être réalisée.

357

Cette contrainte peut être levée car le processus du calcul de fiabilité des composants peut être employé au niveau de l'effet de la défaillance puisque l'analyse des retours garantie apporte cette information.

359

Par exemple, la représentation des modes de défaillances sera sous forme d'un arbre de défaillance qui aura comme point de départ l'événement redouté (cf. Fig 19).

362

363

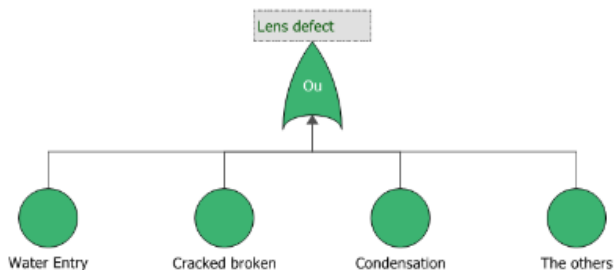


Fig 19 : Exemple d'arbre de défaillance du composant glace (Lens)

364

365

366

Ces données sont également centralisées au niveau du recueil de fiabilité des composants destinées aux équipes R&D pour les mises à jour des criticités des événements des AMDEC.

367

368

369
370
371
372
373
374
375
376
377
378

379
380
381
382
383
384
385
386
387
388
389
390

391
392
393
394

395
396
397
398
399
400
401
402
403
404

Limites de l'approche:

Puisque le modèle de fiabilité est construit sur des données opérationnelles pendant la période de Garantie, l'extrapolation sur la durée de vie du véhicule peut être réalisée suivant plusieurs conditions à vérifier:

- S'assurer que de nouveaux modes de défaillances n'apparaissent pas après la période de garantie :
 - Une démarche d'étude de pièces défaillantes après la période de garantie,
 - Prolonger la période d'analyse sur les périodes de garantie étendue (ex 5 ans),
 - Une analyse des modes de défaillance pendant les essais à mortalité.
- Simulation des modèles de fiabilité. L'approche est en étude avec des partenariats en cours.

V. CONCLUSION

La méthodologie appliquée a été validée avec les premiers résultats obtenus grâce au processus rigoureux d'analyse des pièces retours d'expérience suivant un processus standardisé du VDA. Le déploiement de cette méthode avec une base de données du retex encore plus volumineuse, doit permettre de pouvoir finaliser le recueil de fiabilité des composants qui impactent significativement la fiabilité des projecteurs.

La validation des modèles de fiabilité doit être réalisée par des experts pour s'assurer que d'autres modes de défaillance ne viendront pas perturber la fiabilité prévisionnelle (Analyse du retex en dehors de la période garantie, analyse des essais à mortalité etc..) et ainsi de définir la limite temporelle de la fiabilité prévisionnelle semble être nécessaire.

Ce recueil sera partagé avec les équipes projets pour leur donner plus d'autonomie pour répondre aux exigences fiabilité clients et également pouvoir mettre à jour les criticités des événements redoutés des AMDEC.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient Wen ZHANG, responsable Garantie Valeo Eclairage ainsi que Weiguo XIE, responsable Garantie site Wuhan (Chine), puis Nicolas SIAS, Ingénieur d'application Reliasoft.

REFERENCES

[1] 34th CIRP Design Conference: An NLP-based framework for early identification of design reliability issues from heterogeneous automotive lifecycle data

[2] VDA (Verband der Automobilindustrie): Field Failure Analysis & Audit Standard, 2nd revised edition, November 2018

[3] Reliability block diagram (RBD) and fault tree analysis (FTA) approaches for estimation of system reliability and availability – a case study