



**LICENCE SCIENCES ET TECHNIQUES
Génie Electrique**

RAPPORT DE FIN D'ETUDES

Intitulé :

**ETABLISSEMENT DE LA SURETE DE
FONCTIONNEMENT DES
EQUIPEMENTS SELON LA LOI DE
WEIBULL**

Réalisé Par :

Diouf Babacar

Encadré par :

Pr ES-Sbai Najia

Mr Mbaye Youssou

Soutenu le 09 Juin 2016 devant le jury

Pr ES-Sbai Najia

FST- Fès

Pr Jorio Mohammed

FST- Fès

Pr Ahaitouf Ali

FST- Fès

Table des matières

Dédicace.....	4
Remerciements.....	5
Résumé du projet.....	6
Planning du projet.....	7
Liste des figures.....	8
Liste des abréviations.....	9
Introduction générale.....	10
Chapitre I : Présentation de LABONORD et Généralité sur l'amélioration continue	12
I- Introduction.....	13
II-Présentation de LABONORD Maroc	13
III- Principaux processus du laboratoire.....	14
IV- Généralités sur l'amélioration continue.....	15
IV-1 Notion d'amélioration continue selon la norme ISO 17025.....	15
IV-2 Amélioration continue : actions correctives ou préventives.....	16
IV-3 Roue de Deming, modèle de base de l'amélioration continue.....	16
Chapitre II : Evaluation du processus de réalisation.....	18
I -Introduction:.....	19
II-Etude du taux d'utilisation des API.....	19
II-1 Etude du taux d'utilisation de chaque API.....	19
II-2 Histogramme des taux d'utilisation.....	19
II-3Diagramme de PARETO.....	20
III- Maitrise Statistique des Procédés (MSP).....	20
III-1Choix des paramètres.....	20
III-2 Méthode d'échantillonnage.....	21
IV- Analyse du processus analytique.....	21
IV- 1 Calcul des indicateurs.....	21
IV- 2 Maitrise du processus.....	27
V-Conclusion.....	28
Chapitre III: Sûreté de fonctionnement des équipements.....	29
I-Introduction.....	30
II-Etude théorique de la Sûreté de fonctionnement des équipements (SdF).....	30
III-Etude de la loi de WEIBULL.....	32

III-1 Expressions mathématiques caractéristiques de la loi de WEIBULL.....	33
III-2 Application de la loi de WEIBULL en maintenance.....	33
III-3 Détermination graphique des paramètres de la loi de WEIBULL.....	35
IV- Conclusion :.....	37
Chapitre IV: APPLICATION DE LA LOI WEIBULL.....	39
I-Introduction.....	40
II-Elaboration de l’historique des défaillances.....	40
III-Mise en application de la loi de WEIBULL.....	42
IV-Analyse des paramètres WEIBULL.....	46
V-Proposition d’amélioration continue.....	47
VI Conclusion.....	47
Conclusion générale.....	48
Bibliographie&webographie.....	49

DEDICACE

Je dédie ce projet

A mes très chers parents qui ont toujours été là pour moi tout au long de mes études et qui m'ont donné un magnifique modèle de labeur et de persévérance. J'espère qu'ils trouveront dans ce travail toute ma reconnaissance et tout mon amour.

A mes chers frères et sœurs pour leur patience et leurs soutiens qu'ils n'ont cessés d'apporter au cours de ma formation.

A mes formateurs et à ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'édition de ce rapport.

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier dans un premier temps, toute l'équipe pédagogique de la faculté des sciences et techniques de Fès ainsi que tous les enseignants du département Génie Electrique et plus particulièrement le professeur Jorio Mohammed en sa qualité de responsable pédagogique de la licence Génie Electrique.

Je remercie également Madame **ES-SBAI** pour sa disponibilité, ainsi que l'aide et les conseils concernant les missions évoquées dans ce rapport, qu'elle m'a apporté lors des différents suivis.

Je tiens à remercier tout particulièrement et à témoigner de toute ma reconnaissance aux personnes suivants, pour l'expérience enrichissante et pleine d'intérêt qu'elles m'ont fait vivre durant ces deux mois au sein de l'entreprise LABONORD:

Monsieur Zeroual Hamid, Directeur du groupe LABONORD MAROC pour son accueil et la confiance qu'il m'a accordée dès mon arrivée dans l'entreprise.

Monsieur Mbaye Youssou , Chef de projet, responsable QHSE, pour m'avoir intégré rapidement au sein de l'entreprise et m'avoir accordé toute sa confiance ; pour le temps qu'il m'a consacré tout le long de cette période, sachant répondre à toute mes interrogations ; sans oublier sa participation au cheminement de ce rapport.

Aux techniciens, ainsi qu'à l'ensemble du personnel de LABONORD pour leur accueil sympathique et leur coopération professionnelle tout au long de ces deux mois.

RESUME DU PROJET

Depuis janvier 2015, l'entreprise LABONORD s'est engagée dans l'ISO 26000 qui régit la responsabilité sociétale.

Sa stratégie de développement durable est de concevoir et de développer les produits et services de demain, de bâtir et d'assurer l'exploitation optimale des investissements en ressources matérielles.

Dans le Plan Qualité des Equipements établi par le service qualité, notre mission est de veiller à la SdF des API avec lesquels le personnel technique réalise les analyses biologiques, médicales et alimentaires.

Ce projet permet au service qualité d'avoir plus de visibilité sur la durée de vie des équipements par la détermination de leur fiabilité, la maintenabilité, la disponibilité et la sécurité.

Pour réaliser un tel projet, nous avons mené une analyse globale sur la maîtrise du processus de réalisation. De surcroît, nous avons mis en œuvre la loi de WEIBULL pour plus de maîtrise des systèmes analytiques.

Au terme de cette étude, nous avons préconisé des actions d'amélioration continue pour accroître la SdF des API.

PLANNING DU PROJET (DIAGRAMME DE GANTT)

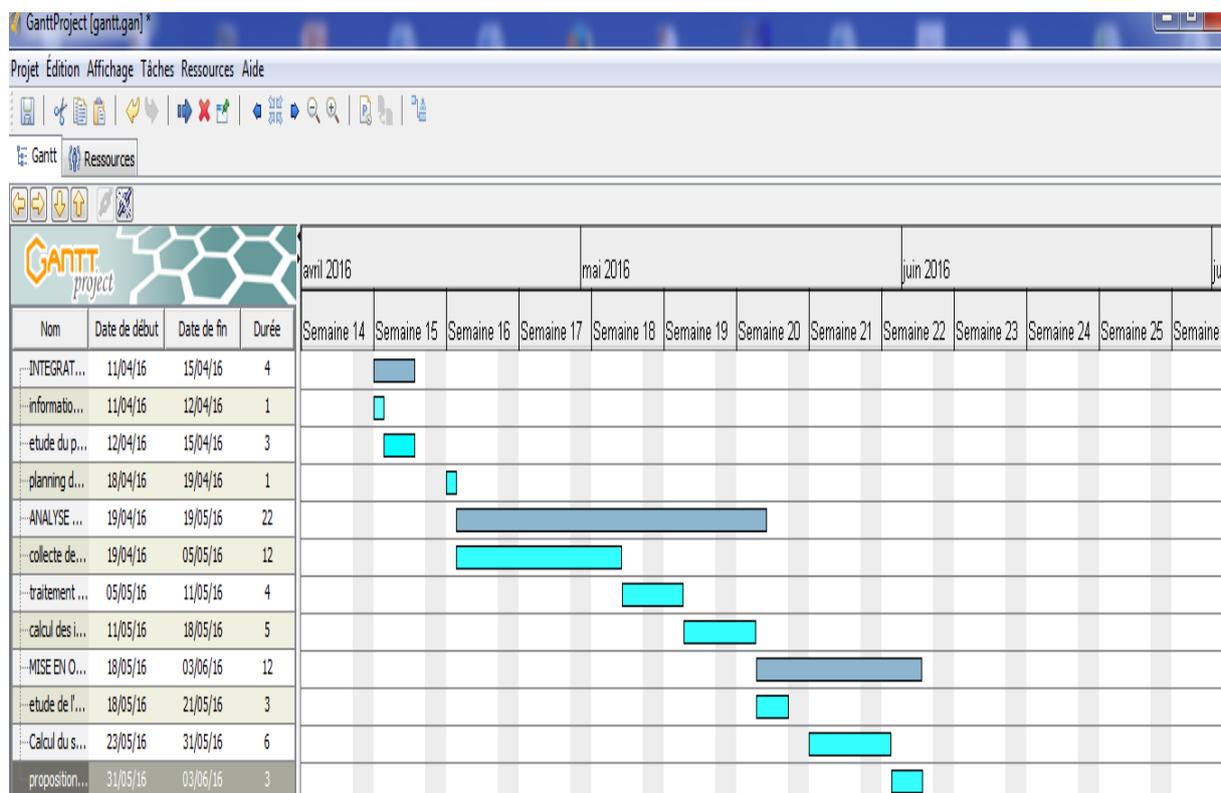


Figure1 : Diagramme de GANTT

LISTE DES FIGURES ET TABLEAUX

Figure 1 : Diagramme de Gantt.....	7
Figure 2 : Organigramme de LABONORD.....	14
Figure 3 : Principaux processus du laboratoire LABONORD.....	15
Figure 4 : Roue de Deming.....	17
Figure 5 : Histogramme des taux d'utilisation.....	21
Figure 6 : Diagramme de PARETO.....	21
Figure 7: Cycle de la Sureté de Fonctionnement.....	31
Figure 8 : Papier de WEIBULL.....	35
Figure 9 : Détermination de γ	37
Figure 10: détermination des paramètres pour l'automate konelab20.....	42
Figure 11: détermination des paramètres pour l'automate Cobase411.....	43
Figure 12: détermination des paramètres pour l'automate A25.....	44
Tableau1 : Tableau des taux d'utilisation des API.....	20
Tableau 2 : Tableau des valeurs d2.....	26
Tableau 3 : Table de la loi de WEIBULL.....	34
Tableau 4: Historique des défaillances pour l'automate Konelab20.....	40
Tableau 5: Historique des défaillances pour l'automate Cobase411.....	41
Tableau 6: Historique des défaillances pour l'automate A25.....	42

LISTES DES ABREVIATIONS

SdF : Sureté de Fonctionnement

ISO : Organisation Internationale de Normalisation

DD : Développement Durable

API : Automate Programmable Industrielle

MSP : Maitrise Statistique des Procédés

BELAC : Organisme Belge d'Accréditation

MTBF : Moyenne Temps de Bon Fonctionnement

PQE : Plan Qualité des Equipements

INTRODUCTION GENERALE

Dans l'industrie, on parle de plus en plus de la sûreté de fonctionnement. Cette discipline, qui a acquis ce nom et sa forme actuelle principalement au cours du dernier demi-siècle et dans les secteurs, de l'aéronautique, de l'espace, du nucléaire, des télécommunications et des transports, est désormais utile, voire indispensable, à tous les secteurs de l'industrie et même d'autres activités.

En effet, la sûreté de fonctionnement est une riche palette de méthodes et de concepts au service de la maîtrise des risques. Elle n'est pas un but en soi, mais un moyen où un ensemble de moyens : des démarches, des méthodes, des outils.

Le but qui impose le recours à la sûreté de fonctionnement est plus reconnaissable sous le terme de « maîtrise des risques ».

C'est dans cette optique, que l'entreprise LABONORD veut optimiser le fonctionnement de ses équipements pour pouvoir à tout moment analyser les risques et la fiabilité de ses systèmes analytiques.

Notre sujet intitulé << **établissement de la sûreté de fonctionnement des équipements selon la loi de WEIBULL** >> vise à maîtriser les risques par la détermination de la fiabilité, de la maintenabilité, de la disponibilité des équipements et par la garantie de la sécurité des techniciens. Cette démarche passe par une attitude naturelle que chacun pratique.

Pour se faire notre travail est organisé en trois chapitres :

Dans le 1^{er} chapitre, nous présentons le lieu de stage à savoir l'entreprise LABONORD. Ensuite nous donnons des notions sur l'amélioration continue. Le 2^{ème} chapitre est consacré, dans un premier temps à l'évaluation du processus de réalisation, dans cette partie nous étudions le taux d'utilisation des automates à l'aide du diagramme de Pareto. Cette partie constitue une partie préliminaire à l'établissement de la SDF via le choix des paramètres, le calcul des indicateurs et l'analyse qualitative du processus analytique. La 2^{ème} partie de ce chapitre traite la SDF des équipements, nous y évoquons le concept de la SDF et nous menons une étude théorique de la loi de WEIBULL avant son application.

Le dernier chapitre est dédié à la mise en place de la loi de WEIBULL, cette partie est la pierre angulaire de ce projet. Dans ce chapitre nous allons effectuer une analyse de l'historique des défaillances. Ensuite, en nous appuyant sur cet historique nous allons appliquer la loi de WEIBULL sur les équipements. Enfin, nous allons proposer des opportunités d'amélioration suite à l'analyse des paramètres de position, de forme, du seuil de

fiabilité.... Nous terminons ce rapport par une conclusion générale qui résume le travail effectué au cours de ce stage.

Chapitre I
Présentation de LABONORD Maroc
et
généralités sur l'amélioration continue

I- Introduction :

Dans ce chapitre, nous commençons par une présentation succincte de l'entreprise LABONORD Maroc ainsi que ses domaines d'activités. Ensuite, nous donnons des généralités sur l'amélioration continue et la norme ISO 17025 et nous terminons par donner le modèle de base de l'amélioration continue à savoir la Roue de Deming.

II-Présentation de LABONORD Maroc

LABONORD est un pôle de laboratoires dirigé par le Dr. ZEROUAL Hamid.

Raison sociale : LABONORD

Date de création : 30/11/1976

N° d'autorisation : 4373

N° IF : 81333190

N° de Patente : 50418802

N° d'affiliation CNSS : 1752874

N° Registre de commerce : 4426

Adresse : 67/69, Rue de Fès, Tanger

Tel : (+212) 539942587 / 942782

Fax : (+212) 539942049

Site : www.labotanger.com

Les activités de l'entreprise sont centrées sur les analyses médicales, biologiques, alimentaires et scientifiques dans les secteurs suivants : Industrie/Agroalimentaire/Santé.

Le laboratoire dispose de secrétariat, de salles d'attente, de salles de prélèvements, de locaux administratifs et de salles techniques.

Le personnel du laboratoire est composé de:

- ✓ Directeur
- ✓ Chef de projet, Responsable QHSE
- ✓ Biologiste assistant
- ✓ Comptable
- ✓ Informaticien
- ✓ Responsable achats
- ✓ Techniciens de laboratoire,
- ✓ Techniciens de surface
- ✓ Secrétaires
- ✓ Reprographiste
- ✓ Coursier

L'entreprise est représentée par l'organigramme suivant :

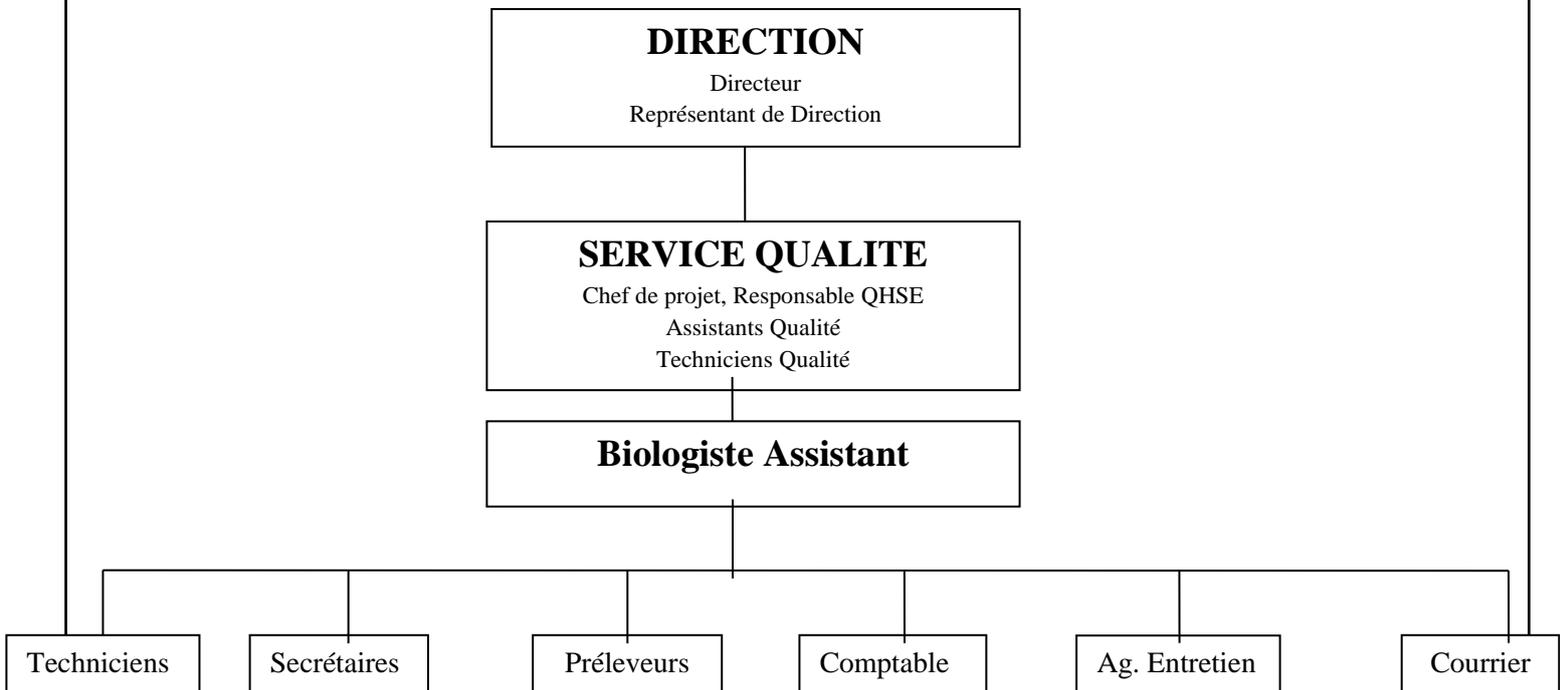


Figure 2 : Organigramme de LABONORD

III- Principaux processus du laboratoire

Les principaux processus du laboratoire sont regroupés dans la figure suivante [2] :

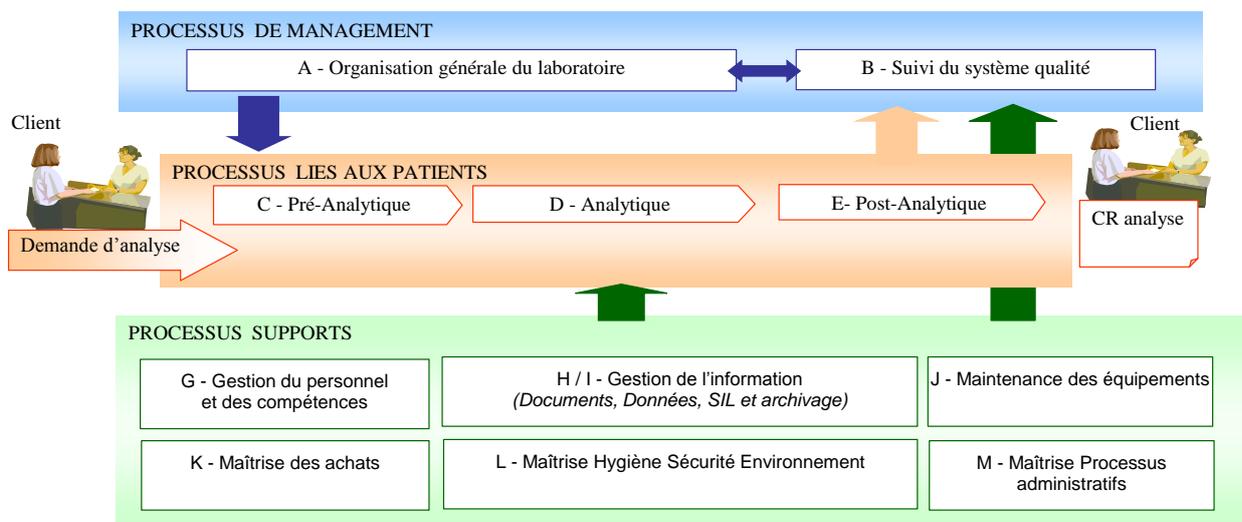


Figure 3 : Principaux processus du laboratoire LABONORD

IV- Généralités sur l'amélioration continue

IV-1 Notion d'amélioration continue selon la norme ISO 17025

Le processus d'amélioration continue consiste en un effort continu pour améliorer les produits, les services ou les processus. Ces efforts visent à apporter des petites améliorations à intervalles réguliers (de façon incrémentale) ou, au contraire, à regrouper toutes les améliorations dans une implémentation globale. L'efficacité, la praticabilité et la flexibilité des processus ayant un impact sur le client sont constamment évalués et améliorés.

Ainsi dans le monde des laboratoires et de l'inspection il existe un intérêt croissant pour l'application d'un système de qualité systématique et par conséquent une augmentation de demandes d'accréditation officielle des compétences techniques au près BELAC , l'organisation d'accréditation. Dans la pratique, l'application et l'introduction des systèmes de management ne font pas une sinécure. Pour la mise en place et le maintien de ce système qualité des connaissances spécifiques sont nécessaires, parmi ces connaissances on peut noter la reconnaissance de la compétence par l'accréditation ISO 17025.

La norme ISO 17025 est une norme internationale qui établit les exigences générales de compétence pour effectuer des essais et/ou des étalonnages y compris l'échantillonnage. Elle couvre les essais et les étalonnages effectués au moyen des méthodes normalisées, de méthodes non normalisées et de méthodes élaborées par les laboratoires.

Elle est applicable à toutes les organisations quels que soient leur effectifs ou l'étendu du domaine de leurs activités d'essai et/ou d'échantillonnage .

La norme ISO 17025 comprend deux grandes parties :

- ✓ Une partie qui intègre les exigences relatives au management du laboratoire. Cette partie est souvent appelée "partie qualité"
- ✓ Une partie "Exigences techniques" qui correspond au cœur de métier. C'est entre autre sur elle que se fonde l'aptitude technique du laboratoire.

L'amélioration continue définit des objectifs et recherche des opportunités d'amélioration en utilisant les réclamations clients, les conclusions d'audits, les revues de direction et d'autres moyens, qui mènent généralement à des actions correctives, préventives et /ou d'améliorations.

IV-2 Amélioration continue : actions correctives ou préventives

L'organisation établit et maintient des procédures définissant les responsabilités, l'autorité et le processus à utiliser pour la prise en compte et l'analyse des non-conformités, pour la prise des mesures de réduction de tout impact éventuel, et pour engager et mener à bien les actions correctives et préventives correspondantes.

L'action corrective ou préventive conduite dans le but de neutraliser les causes des non-conformités, réelles et potentielles, est adaptée à l'importance des problèmes et proportionnée à l'impact considéré.

L'organisation met en œuvre et enregistre les changements intervenus dans les procédures documentées à la suite d'actions correctives et préventives.

Lors de l'établissement et de la mise à jour des procédures de recherche et de correction des non-conformités, l'organisation prend en compte des éléments tels que :

- ❖ L'identification de la cause fondamentale de la non-conformité;
- ❖ La définition et la mise en œuvre de l'action corrective nécessaire pour neutraliser la cause fondamentale;
- ❖ La mise en œuvre ou la modification des contrôles nécessaires pour éviter une répétition de la non-conformité;
- ❖ La pertinence d'application à d'autres systèmes de même nature;
- ❖ L'enregistrement des changements éventuels dans les procédures écrites à la suite de l'action corrective.

Selon la situation, cette démarche peut être accomplie rapidement et avec un minimum de planification formelle, ou il peut s'agir d'une activité plus complexe et à plus long terme. Le contenu et l'ampleur de la documentation associée dépendent de l'importance de l'action corrective.

Cependant, les actions correctives interviennent dans un processus correctif qui consiste à résoudre des problèmes et éviter qu'ils ne réapparaissent alors que les actions préventives interviennent dans un processus d'analyse des risques qui consiste à éviter que les problèmes ne surviennent, ces améliorations sont réalisées à l'aide de la Roue de Deming.

IV-3 Roue de Deming, modèle de base de l'amélioration continue

La roue de Deming dite PDCA (Plan-Do-Check-Act) est un modèle d'amélioration continue utilisé en management de la qualité (réf web). Son nom vient du statisticien William Edwards Deming .

La roue de Deming est un moyen mnémotechnique qui permet de repérer avec simplicité les étapes à suivre pour améliorer les qualités dans une organisation.

La méthode comporte quatre étapes, chacune entraînant l'autre et vise à établir un cercle vertueux en capitalisant sur les connaissances acquises. Sa mise en place doit permettre sans cesse d'améliorer la qualité d'un produit, d'un service, d'une organisation.

PLAN : préparer, planifier ce qu'on va réaliser

DO : développer, réaliser, mettre en œuvre le plan d'action définie en P

CHECK : contrôler, vérifier que les actions ont été réalisées et qu'elles ont permis d'obtenir les résultats attendu. Evaluer les écarts comparer P et D

ACT : agir, ajuster, réagir

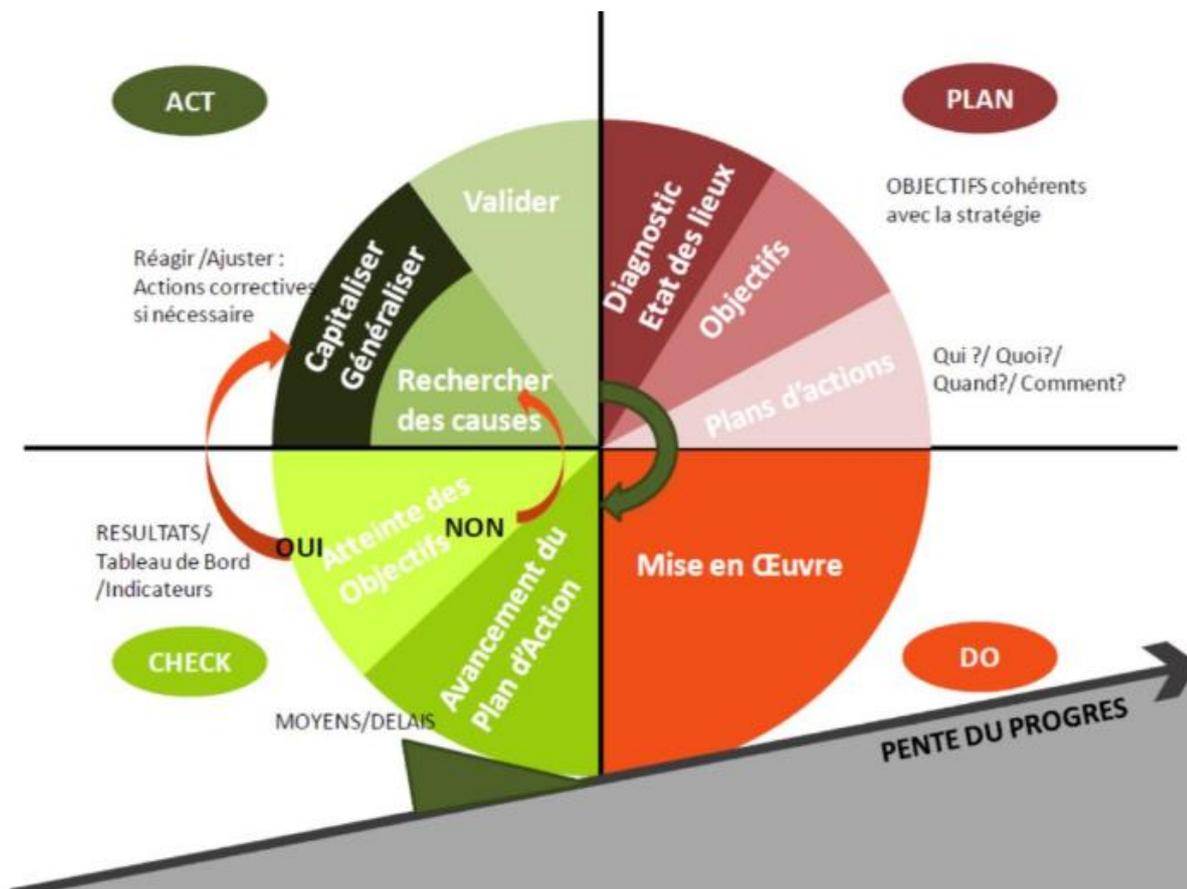


Figure 4: Roue de Deming

Chapitre II

Evaluation du processus de réalisation

I -Introduction:

Dans ce chapitre, nous commençons d'abord par l'étude du taux d'utilisation des API à l'aide d'un histogramme et du diagramme de PARETO. Ensuite nous passons à la maîtrise statistique des procédés à travers le choix des paramètres et la méthode d'échantillonnage utilisés. Et enfin nous faisons une analyse du processus analytique.

II-Etude du taux d'utilisation des API

II-1 Etude du taux d'utilisation de chaque API

Le taux d'utilisation des capacités de production (machines et équipements) est égal au ratio entre le nombre moyen d'analyse/jour/automate et le nombre moyen de dossier/jour.

$$\text{Ratio} = \frac{\text{Nombre moyend'analyses/jour /automate}}{\text{Nombre moyen de dossiers/jour}}$$

Equipements	Fréquence partielle (fi)	Fréquence cumulée (Fi)
A25/Konelab20	54%	54%
Cobase411	19%	73%
STA Satellite	13%	86%
ABX PentraXL80	8%	94%
Autres appareils	6%	100%

Tableau 1 : Tableau des taux d'utilisation des API

II-2 Histogramme des taux d'utilisation

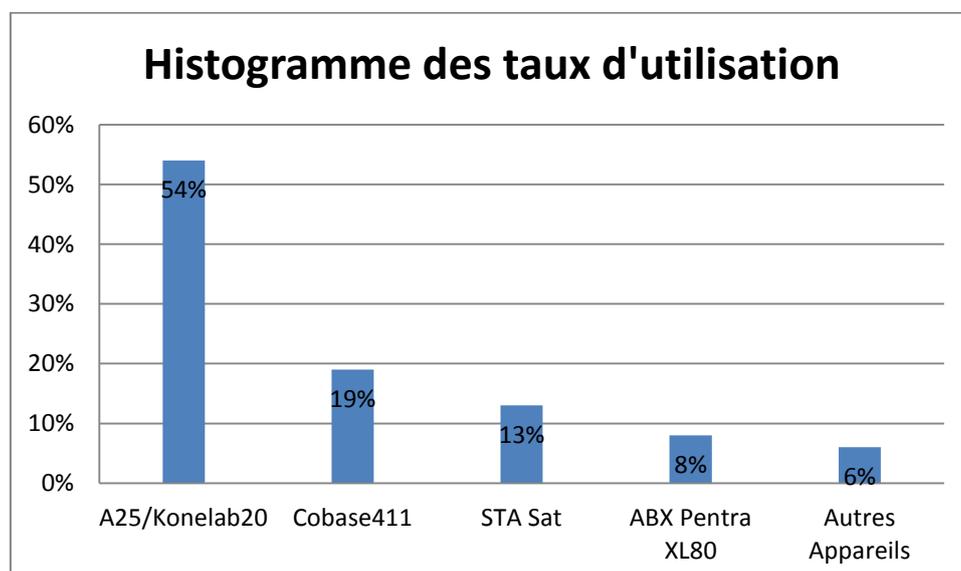


Figure 5 : Histogramme des taux d'utilisation

Analyse du graphe :

Le graphe montre que les automates A25 , Konelab20 et Cobase411 sont les plus utilisés avec des taux d'utilisation respectifs de 54% et de 19%.

Les autres automates telles que STA Satellite, ABX Pentra XL80, présentent un taux de 13% et de 8%. Ces chiffres se justifient par la nature des analyses et leurs caractéristiques techniques très élevés.

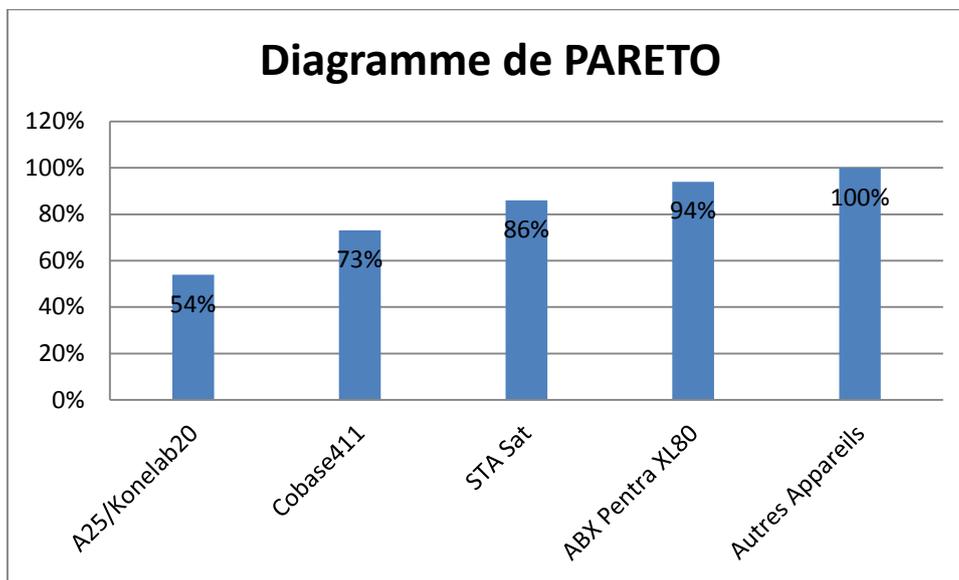
II-3 Diagramme de PARETO

Figure 6 : Diagramme de PARETO

Analyse du graphe :

L'analyse du diagramme de PARETO révèle que les automates A25, Konelab20 et le Cobase411 représentent 80% du taux d'utilisation des systèmes analytiques.

Ainsi notre étude de la SDF orientera prioritairement le diagnostic vers ces trois automates conformément à la loi de WEIBULL.

III- Maitrise Statistique des Procédés (MSP)**III-1 Choix des paramètres**

Pour le choix des paramètres, nous nous sommes référés au coefficient de corrélation qui permet d'étudier la liaison existant entre deux caractéristiques paramétriques.

Une étude de la corrélation entre l'instabilité des paramètres et la qualité des résultats révèlent un coefficient $r = -0.96$. Ce coefficient de corrélation montre que la corrélation est très forte (≈ 1) et que les deux caractéristiques paramétriques évoluent en sens contraire.

En d'autre terme, l'augmentation de l'instabilité implique la diminution de la qualité et vice versa.

III-2 Méthode d'échantillonnage

La notion d'échantillon étant associée à la fiabilité des résultats obtenus, celui-ci doit posséder les même caractéristique que la population que l'on souhait étudier, c'est-à-dire permet d'estimer une marge d'erreur acceptable les caractéristiques de la population qui nous intéressent à partir des résultats de l'analyse et celle de l'échantillon.

L'échantillonnage systématique est une variante de la méthode aléatoire simple, dans laquelle nous sélectionnons un échantillon à intervalles prédéterminés (en tenant compte des tolérances inférieure et supérieure fournies par le prestataire externe) mais on ne le considère pas comme un échantillon aléatoire pur puisqu'il comporte un élément de prédétermination et que l'on ne dispose pas d'une liste complète de la population d'étude.

Pour déterminer la taille de l'échantillon à tirer et ainsi permettre des interprétations valables des analyses qui sont effectuées à partir de celui-ci, il est nécessaire de prendre en compte certains critères statistiques pour calculer la taille de l'échantillon souhaité, par le biais de formules mathématiques. Le choix de la taille d'un échantillon dépend aussi des contraintes de terrain observées et des questions auxquelles on désire répondre.

Plus les objectifs de l'étude sont pointus et la diversité des paramètres est grande, plus la taille minimale requise est considérable.

Ainsi, après avoir pris en compte de toutes ces considérations importantes, nous avons choisi une échantillon de taille $N=1000$ pour effectuer un choix optimum.

IV- Analyse du processus analytique

IV- 1 Calcul des indicateurs

➤ La moyenne :

La moyenne est une mesure statistique caractérisant les éléments d'un ensemble de quantités : elle exprime la grandeur qu'aurait chacun des membres de l'ensemble s'ils étaient tous identiques sans changer la dimension globale de l'ensemble. Il y a plusieurs façons de calculer la moyenne d'un ensemble de valeurs, choisies en fonction de la grandeur physique que représentent ces nombres. Dans le langage courant, le terme « moyenne » réfère généralement à la moyenne arithmétique elle est donnée par :

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (1)$$

➤ L'écart-type :

L'écart-type sert à mesurer la dispersion, ou l'étalement, d'un ensemble de valeurs autour de leur moyenne. Plus l'écart-type est faible, plus la population est homogène

$$S_{n-1} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (2)$$

➤ **Coefficient de variation (CV) :**

Le coefficient de variation est une mesure relative de la dispersion des données autour de la moyenne. Le coefficient de variation se calcule comme le ratio de l'écart-type rapporté à la moyenne, et s'exprime en pourcentage. Il permet de comparer le degré de variation d'un échantillon à un autre, même si les moyennes sont différentes

$$CV = \frac{S}{\bar{x}} \quad (3)$$

➤ **Calcul des erreurs**

○ **L'erreur absolue :**

l'erreur absolue d'une grandeur mesurée est l'écart qui sépare la valeur moyenne et la valeur de référence

$$Ea = \bar{x} - vr \quad (4)$$

Avec vr la valeur référence

○ **L'erreur relative :**

est le quotient de l'erreur absolue sur la valeur de référence

$$Er = \frac{\bar{x} - vr}{vr} \quad (5)$$

➤ **Indice de Capabilité :**

Il représente un intérêt particulier si l'on cherche à minimiser la variation du procédé autour de la valeur cible VR.

L'objectif consiste à ramener Qk près de 0. Plus il est près de 0, plus le processus est proche de sa valeur cible.

$$Qk = \sqrt{\frac{VRef^2 - (\bar{X} - VRef)^2}{VRef}} \quad (6)$$

➤ **Rapport des coefficient de perte (RCV)**

Bien que l'exactitude des résultats est importante, la précision est aussi primordiale. La précision d'un test est acceptable, en comparant à celle d'un autre laboratoire. Ce dernier doit utiliser le même automate et les mêmes réactifs (groupe de pairs)

$$RCV = \frac{CV\ Labo}{CV\ Groupe\ Pairs} \quad (7)$$

- ✚ RCV ≤ 1, la précision est du processus est meilleur que celle du groupe de pairs
- ✚ RCV ≥ 1, le processus indique une imprécision importante.
- ✚ RCV ≥ 1,5, il faut rechercher les causes d'imprécision
- ✚ RCV ≥ 2, le processus indique généralement un besoin de maintenance et d'actions correctives.

➤ **L'indice de l'écart type (IS) :**

L' indice de l'écart-Type permet d'estimer la fiabilité par rapport aux groupes de pairs
[réf :article]

$$IS = \frac{X\ Labo - X\ Groupe}{\sigma\ Groupe\ pairs} \quad (8)$$

L' IS optimal (=0) indique une adéquation parfaite avec le groupe de pairs . L'IS est interprété ainsi :

- IS ≤ 1,25 , le processus est acceptable
- 1,25 ≤ IS ≤ 1,49 ,le processus est performant
- 1,5 ≤ IS ≤ 1,99 , le processus est assez performant et un diagnostic du processus analytique doit être effectué
- IS ≥ 2 , le processus a une performance inacceptable et nécessite une action corrective.

➤ **Tolérance :**

La tolérance désigne la capacité à accepter ce qu'on désapprouve, c'est-à-dire ce que l'on devrait normalement refuser

- **Tolérance inférieure :**

$$Ti = \bar{X} - U(1 - \frac{\alpha}{2}) * \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (9)$$

- **Tolérance supérieure :**

$$Ts = \bar{X} + U(1 - \frac{\alpha}{2}) * \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (10)$$

Le coefficient α représente la probabilité d'erreur ($\alpha = 0.05$)

Ainsi on calcule $1 - \frac{\alpha}{2}$ et à partir de la table de la loi normale centrée réduite, nous déduisons la valeur de $U = 0,8340$.

- **Valeur de référence (VRef) :**

Les valeurs de référence visent à décrire les différentes valeurs que peuvent prendre les résultats des tests de biologie médicale chez les sujets en bonne santé d'un groupe d'individus définis. Leur production et leur présentation font l'objet de recommandations internationales.

$$VR = \frac{Ti + Ts}{2} \quad (11)$$

- **La Capabilité Cp :**

C'est l'aptitude d'un processus à respecter des spécifications, à atteindre en permanence le niveau de qualité souhaité, elle s'exprime par l'équation suivante :

$$Cp = \frac{Ts - Ti}{6 * S} \quad (12)$$

$$C_{pk} = \text{Min} \left[\left(\frac{Ts - \bar{x}}{3 * S} ; \frac{\bar{x} - Ti}{3 * S} \right) \right] \quad (13)$$

Remarque:

Le terme Cp représente bien l'aptitude d'un processus à produire de manière précise et répétable. Un Cp élevé indique que toutes les pièces produites vont se ressembler. Un Cp faible désigne une production dispersée.

Un Cpk représente aussi le centrage de la production par rapport aux limites de tolérance.

Un Cpk indique non seulement que la production est répétable, mais qu'elle est également bien centrée dans l'intervalle de tolérance. Il est impossible d'avoir un $Cpk \geq Cp$. La loi normale impose que $Cp \geq 1,67$ et $Cpk \geq 1,3$.

➤ **La Répétabilité (Rt) :**

La répétabilité est une notion utilisée en productique pour optimiser un procédé. Plus la répétabilité d'un organe est élevée plus la qualité de l'action est stable, elle est définie par :

$$Rt = \frac{2,83 * \bar{W}}{d_2} \quad (14)$$

Avec \bar{W} la moyenne de toute les étendu sur l'ensemble des pièces.

d_2 est une constante choisie dans le tableau 2 ci-après :

z	W													
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	1.41	1.91	2.24	2.48	2.67	2.83	2.96	3.08	3.18	3.27	3.35	3.42	3.49	3.55
2	1.28	1.81	2.15	2.40	2.60	2.77	2.91	3.02	3.13	3.22	3.30	3.38	3.45	3.51
3	1.23	1.77	2.12	2.38	2.58	2.75	2.89	3.01	3.11	3.21	3.29	3.37	3.43	3.50
4	1.21	1.75	2.11	2.37	2.57	2.74	2.88	3.00	3.10	3.20	3.28	3.36	3.43	3.49
5	1.19	1.74	2.10	2.36	2.56	2.78	2.87	2.99	3.10	3.19	3.28	3.36	3.42	3.49
6	1.18	1.73	2.09	2.35	2.56	2.73	2.87	2.99	3.10	3.19	3.27	3.35	3.42	3.49
7	1.17	1.73	2.09	2.35	2.55	2.72	2.87	2.99	3.10	3.19	3.27	3.35	3.42	3.48
8	1.17	1.72	2.08	2.35	2.55	2.72	2.87	2.98	3.09	3.19	3.27	3.35	3.42	3.48
9	1.16	1.72	2.08	2.34	2.55	2.72	2.86	2.98	3.09	3.19	3.27	3.35	3.42	3.48
10	1.16	1.72	2.08	2.34	2.55	2.72	2.86	2.98	3.09	3.18	3.27	3.34	3.42	3.48
11	1.15	1.71	2.08	2.34	2.55	2.72	2.86	2.98	3.09	3.18	3.27	3.34	3.41	3.48
12	1.15	1.71	2.07	2.34	2.55	2.72	2.85	2.98	3.09	3.18	3.27	3.34	3.41	3.48
13	1.15	1.71	2.07	2.34	2.55	2.71	2.85	2.98	3.09	3.18	3.27	3.34	3.41	3.48
14	1.15	1.71	2.07	2.34	2.54	2.71	2.85	2.98	3.09	3.18	3.27	3.34	3.41	3.48
15	1.15	1.71	2.07	2.34	2.54	2.71	2.85	2.98	3.08	3.18	3.26	3.34	3.41	3.48
>15	1.128	1.693	2.059	2.326	2.534	2.704	2.847	2.97	3.078	3.173	3.258	3.336	3.407	3.472

Tableau 2 : Tableau des valeurs d_2

W : représente le nombre d'opérateurs

Z : représente le nombre d'échantillons

le facteur multiplicateur dépend du niveau de confiance. Par exemple :

- Pour un niveau de confiance de 95%, le facteur multiplicatif est de 2,83
- Pour un niveau de confiance de 99%, le facteur multiplicatif est de 5,15

Ainsi pour avoir plus de visibilité sur le cette étude nous allons diviser chaque échantillon en quatre parties.

➤ **L'étendu :**

C'est la valeur différence entre la valeur max et la valeur min de chaque échantillon.

$$E = \text{val max} - \text{val min} \quad (15)$$

➤ **La reproductibilité (Rp):**

La **reproductibilité** d'une expérience scientifique est une des conditions qui permettent d'inclure les observations réalisées durant cette expérience dans le processus d'amélioration perpétuelle des connaissances scientifiques.

$$R_p = \sqrt{\frac{(2,83 * \bar{X}_{étendu})^2}{(d_2)^2} - \frac{(Répétabilité)^2}{n.r}} \quad (16)$$

➤ **La variabilité (R&R):**

- La variabilité représente l'étendu des différentes valeurs que peut prendre une variable.

$$R\&R = \sqrt{Rt^2 + Rp^2} \quad (17)$$

- La variabilité liée à un procédé est donnée par la formule :

$$V_p = \frac{2,83 * W_p}{d_2} \quad (18)$$

W_p est la différence entre la valeur moyenne la plus grande des pièces et la valeur moyenne la plus des pièces entre chaque opérateur.

- **La variabilité Totale(Vt):**

$$V_t = \sqrt{R\&R^2 + Vp^2} \quad (19)$$

- **Variabilité d'équipement (Ve) :**

$$V_e = \frac{Rt}{V_t} \quad (20)$$

- **La variabilité opérateur :**

$$V_o = \frac{Rp}{V_t} \quad (21)$$

- **La variabilité produit :**

$$V_{pr} = \frac{Vp}{V_t} \quad (22)$$

Pour chaque automate, on dispose d'un certain nombre d'opérateurs :

- ABX PentraXL180 : 3 opérateurs
- Cobase411 : 4 opérateurs
- Konelab20, STA Satellite et A25 : 2 opérateurs

IV- 2 Maîtrise du processus

L'analyse des résultats montre que la dispersion relative CV est plus élevée pour les automates : le Cobase411, le A25 et le Konelab20 que pour le ABX PentraXL180 et le STA Satellite. De plus l'indicateur IS nous révèle que le processus est acceptable pour le A25 et le Konelab20 par contre le RCV nous indique un besoin de maintenance pour ces deux automates car $RCV \geq 2$. Etant donné que le QK est proche de 0 pour le STA Satellite, donc proche de la valeur cible. Ce qui nous amène à dire que le process pour le konelab20, le Cobase411, le ABX PentraXL180 et le A25 nécessite des améliorations.

Enfin, l'analyse de la répétabilité montre qu'il faut agir prioritairement sur les process analytique des automates A15, konelab20 et le Cobasse411.

L'analyse globale des différents indicateurs de performances prouve que seul les processus des STA Satellite et le ABX Pentra180 sont techniquement sont contrôle statistique. Par ailleurs les process de konelab20, A25 et le Cobase411 montre des opportunités d'amélioration de leur performance.

Vue que, plusieurs facteurs de variabilité (procédure, mode opératoire, qualité des réactifs consommable, mise en condition physique etc...) sont maitrisés le diagnostic de la

maintenance s'avère être un axe prioritaire de l'amélioration continue du processus analytique d'où la mise en place de la loi de WEIBULL.

V-Conclusion :

Ce chapitre nous a permis de connaître les API les plus utilisés dans le laboratoire à l'aide de la maîtrise des procédés et l'analyse du processus analytique.

Chapitre III

Sûreté de fonctionnement des équipements

I-Introduction

Dans ce chapitre, nous donnons l'étude théorique de la Sûreté de fonctionnement des équipements illustré par une figure à l'appui puis nous procédons à l'étude de la loi de WEIBULL.

II-Etude théorique de la Sûreté de fonctionnement des équipements (SdF)

La sûreté de fonctionnement porte sur l'ensemble du cycle de vie d'un système. Les études prévisionnelles de sûreté de fonctionnement regroupent les activités d'évaluation de la fiabilité, de la maintenabilité, de la disponibilité et de la sécurité d'une organisation, d'un système ou d'un produit en cours de développement. Ces évaluations permettent, par comparaison aux objectifs ou dans l'absolu, d'identifier les actions de construction (ou d'amélioration) de la sûreté de fonctionnement de l'entité. Les études de sûreté de fonctionnement peuvent être utilisées pour le soutien logistique intégré et peuvent contribuer à l'évaluation du coût du cycle de vie d'un produit.

Les études opérationnelles de sûreté de fonctionnement concernent le suivi des performances d'un système en exploitation. Elles permettent de s'assurer que les performances annoncées sont tenues pendant l'ensemble de la vie opérationnelle du système et de détecter d'éventuels phénomènes de vieillissement susceptibles de les dégrader.

Les études de sûreté de fonctionnement utilisent un ensemble d'outils et de méthodes qui permettent, dans toutes les phases de vie d'une entité, de s'assurer que celle-ci va accomplir ou accomplit les missions pour lesquelles elle a été conçue, et ce dans des conditions de fiabilité, de maintenabilité, de disponibilité et de sécurité prédéfinies. Ces études consistent généralement à analyser les effets des pannes, dysfonctionnements, erreurs d'utilisation ou agressions de l'entité étudiée..

Les études qui portent sur la sûreté de fonctionnement d'un mécanisme sont axées sur 4 grands points : la fiabilité, la disponibilité, la maintenabilité et la sécurité.

Les études de la fiabilité sont effectuées pour détecter les éventuels dysfonctionnements du dispositif pendant un délai durant lequel il ne devrait pas tomber en panne. Les experts déterminent la fiabilité depuis les données enregistrées à partir d'expériences ainsi qu'à partir des prévisions des experts.

Les études de la disponibilité sont menées pour établir la capacité du système à fonctionner normalement dans les conditions sous lesquelles il sera utilisé.

Les études de la maintenabilité sont effectuées pour analyser l'aptitude de l'élément à être réparé pour fonctionner de nouveau.

Les études de sécurité déterminent la capacité de l'équipement à garantir la sécurité des utilisateurs, notamment qu'il ne risque pas de les blesser ou de les tuer lorsqu'il est utilisé.

Avant de commercialiser un prototype, les industriels confient la réalisation de la sûreté de fonctionnement de leurs systèmes à un professionnel.

Elles constituent un préalable indispensable à la conception d'un système voulu sûr, et permet d'aider à la décision en :

- ✚ comprenant et identifiant les risques ;
- ✚ optimisant l'architecture et comparant des solutions différentes ;
- ✚ optimisant les moyens de soutien en comparant des solutions ;
- ✚ justifiant les choix de façon rationnelle et démontrée
- ✚ vérifiant la bonne atteinte des objectifs de sûreté de fonctionnement.
- ✚ diminuant le nombre de pannes qui seront observées durant la vie du système ;
- ✚ optimisant économiquement la conception par le dimensionnement des équipements et des architectures au "juste nécessaire" ;
- ✚ rendant la maintenance plus ciblée et plus efficace ;
- ✚ dimensionnant au plus juste les moyens de soutien nécessaires (stocks de pièces de rechange). niveau voulu, sans dégradation des équipements préjudiciable à l'une des quatre composantes ;
- ✚ dimensionnant les stocks de pièces de rechange au plus juste

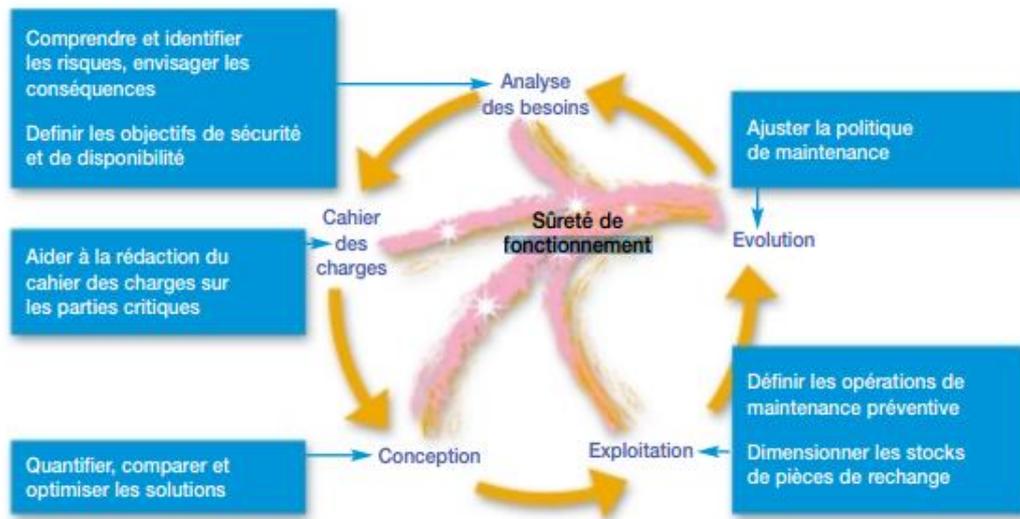


Figure 7: Cycle de la Sûreté de Fonctionnement

III-Etude de la loi de WEIBULL

La loi de WEIBULL est le modèle le plus général utilisé en maintenance. Elle s'écrit :

$$R(t) = e^{-\left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^\beta} \quad \text{si } t > \gamma \quad (23)$$

$$R(t) = 1 \quad \text{si } t \leq \gamma$$

Où : $R(t)$ est la fiabilité

γ est appelé paramètre de position.

η est appelé paramètre d'échelle ou caractéristique de vie.

C'est une loi à trois paramètres, très souple, qui couvre les cas de taux de défaillance variables, décroissants (période de jeunesse) ou croissants (période de vieillesse). Son exploitation fournit :

- une estimation du MTBF
- les équations de la fiabilité $R(t)$ et du taux de défaillance $\lambda(t)$,
- les paramètres de forme β qui peuvent orienter le diagnostic.

Le paramètre β est un nombre sans dimension qui détermine la forme de la distribution $f(t)$ des défaillances :

- si $\beta = 1$, le taux de défaillance est constant,
- si $0 < \beta < 1$, le taux de défaillance est décroissante (période de jeunesse)
- si $\beta > 1$, le taux de défaillance est croissant (période de vieillesse)

Il peut servir d'indicateur de diagnostic par exemple si $1,1 < \beta < 1,6$, il révèle un phénomène de fatigue. C'est le cas des roulements à billes dont la valeur normale est $\beta = 1$.

Le paramètre γ est appelé paramètre de position. Il fixe l'origine de l'étude et définit donc un changement d'origine dans l'échelle des temps. Il s'exprime dans la même unité que t (temps absolu ou unité d'usage). Par exemple :

- si $\gamma > 0$, cela signifie qu'il n'y a pas eu de défaillance dans l'intervalle $[0, \gamma]$
- par contre si $\gamma = 0$, il peut y avoir une panne dès la mise en route (panne de jeunesse) ;
- enfin si $\gamma < 0$, la construction de l'équipement est défectueuse (panne avant la mise en route) ou alors l'étude a débuté après les premières défaillances (pas d'historique).

pour $\gamma = 0$ et $\beta = 1$, on retrouve la loi exponentielle. Celle-ci est donc un cas particulier de la loi de WEIBULL.

Le paramètre η est appelé paramètre d'échelle ou caractéristique de vie. C'est un nombre positif permettant un changement de l'échelle des temps.

III-1 Expressions mathématiques caractéristiques de la loi de WEIBULL

A partir de l'expressions de $R(t)$, on peut calculer la fonction de défaillance F , la densité de probabilité $f(t)$.

A- Fonction de défaillance

Par définition, $F(t) = 1 - R(t)$ donc :

- $F(t) = 1 - e^{-\left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^\beta}$ (24)
- $F(t) = 0$ si $t \leq \gamma$

B- Densité de probabilité

On obtient la densité de probabilité en dérivant la fonction de défaillance. Donc :

- $f(t) = \frac{\beta}{\eta} \left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^{\beta-1} * e^{-\left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^\beta}$ si $t \geq \gamma$ (25)
- $f(t) = 0$ si $t \leq \gamma$

III-2 Application de la loi de WEIBULL en maintenance

Les expressions précédentes vont nous permettre de déterminer le taux de défaillance, le MTBF, l'écart-type et la durée de vie associée à un seul de fiabilité.

A- Taux de défaillance

L'expression du taux de défaillance s'écrit $\lambda(t) = \frac{f(t)}{1-F(t)}$. Cette expression n'a de sens

que si $t > \gamma$ d'où $\lambda(t) = \frac{\beta}{\eta} \left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^{\beta-1}$

B- MTBF

E (t) exprime le temps moyen de bon fonctionnement

$$E(t) = \text{MTBF} = \gamma + \eta \Gamma\left(1 + \frac{1}{\beta}\right) \quad (26)$$

Le calcul pratique du MTBF s'effectue grâce à la formule $\text{MTBF} = A \eta + \gamma$ où A est donné par la table de la loi de WEIBULL donnée ci-dessous:

B	A	B	B	A	B	B	A	B
0.2	120	1901	1.7	0.8922	0.540	4.	0.9114	0.235
0.25	24	199	1.75	0.8906	0.525	4.5	0.9114	0.230
0.3	9.2605	50.08	1.8	0.8893	0.511	4.6	0.9137	0.226
0.35	5.0291	19.98	1.85	0.8882	0.498	4.7	0.9149	0.222
0.4	3.3234	10.44	1.9	0.8874	0.486	4.8	0.9160	0.218
0.45	2.4786	6.46	1.95	0.8867	0.474	4.9	0.9171	0.214
0.5	2	4.47	2	0.8862	0.463	5	0.9182	0.210
0.55	1.7024	3.35	2.1	0.8857	0.443	5.1	0.9192	0.207
0.6	1.5046	2.65	2.2	0.8856	0.425	5.2	0.9202	0.203
0.65	1.3663	2.18	2.3	0.8859	0.409	5.3	0.9213	0.200
0.7	1.2638	1.85	2.4	0.8865	0.393	5.4	0.9222	0.197
0.75	1.1906	1.61	2.5	0.8873	0.380	5.5	0.9232	0.194
0.8	1.1330	1.43	2.6	0.8882	0.367	5.6	0.9241	0.191
0.85	1.0880	1.29	2.7	0.8893	0.355	5.7	0.9251	0.188
0.9	1.0522	1.17	2.8	0.8905	0.344	5.8	0.9260	0.185
0.95	1.0234	1.08	2.9	0.8917	0.334	5.9	0.9269	0.183
1	1	1	3	0.8930	0.325	6	0.9277	0.180
1.05	0.9603	0.934	3.1	0.8943	0.316	6.1	0.9286	0.177
1.1	0.9649	0.878	3.2	0.8957	0.307	6.2	0.9294	0.175
1.15	0.9517	0.830	3.3	0.8970	0.299	6.3	0.9302	0.172
1.2	0.9407	0.787	3.4	0.8984	0.292	6.4	0.931	0.170
1.25	0.9314	0.750	3.5	0.8997	0.285	6.5	0.9318	0.168

1.3	0.9236	0.716	3.6	0.9011	0.278	6.6	0.9325	0.166
1.35	0.9170	0.687	3.7	0.9025	0.272	6.7	0.9333	0.163
1.4	0.9114	0.660	3.8	0.9038	0.266	6.8	0.9340	0.161
1.45	0.9067	0.635	3.9	0.9051	0.260	6.9	0.9347	0.16
1.5	0.9027	0.613	4	0.9064	0.254			
1.5	0.8994	0.593	4.1	0.9077	0.249			
1.6	0.8966	0.574	4.2	0.9089	0.244			
1.65	0.8942	0.556	4.3	0.9102	0.239			

Tableau 3 : Table de la loi de WEIBULL

C- L'écart-type

L'écart-type est donnée par la formule :

$$\sigma(t) = B * \eta \quad (27)$$

D- Durée de vie associée à un seuil de fiabilité

La loi R(t) permet de d'associer la fiabilité de fonctionnement d'un équipement à chaque instant. Inversement, on peut se demander quand cet équipement atteindra un seuil de fiabilité fixé a priori, ce qui nous permettra de calculer sa durée de vie T.

$$T = \gamma + \eta \left[\text{Ln} \frac{1}{R(t)} \right]^{\frac{1}{\beta}} \quad (28)$$

III-3 Détermination graphique des paramètres de la loi de WEIBULL

L'étude d'un historique d'équipement permet d'obtenir une estimation de la fonction de défaillance F(t) pour un certain nombre de valeurs de t. Le problème est donc de déterminer les paramètres ajustant cette fonction. Cette détermination est facilitée par l'emploi d'un papier de à échelle " log-log", imaginé par Alien PLAIT appelé encore " papier de WEIBULL" [1].

- $F(i) = \frac{i-0,3}{N+0,4} \approx F(t)$ Si $N \leq 20$ (méthode des rangs médians),

2) Tracé du nuage de points $[t_i, F(t_i)]$

3) Tracé de la droite D dite « de WEIBULL » : On trace tout d'abord la droite d'ajustement D, puis la droite D', parallèle à D passant par le point d'abscisse 1 origine du repère 1

4) Détermination des valeurs des paramètres β , η et γ

- Le paramètre β est la pente de la droite D, c'est-à-dire l'intersection de D' avec l'axe b
- Le paramètre η est l'intersection de D avec l'axe des temps X,
- Le paramètre γ est lié est liée à la forme du nuage

5) Détermination de l'expression de la loi de WEIBULL

6) Détermination du MTBF

7) Exploitation des résultats

C) Forme du nuage de points

Le nuage de points n'est pas toujours ajustable par une droite : il est alors ajustable par une courbe dont la concavité reste constante. On montre que (il suffit pour cela d'observer le signe de la dérivée seconde $\beta \cdot [\ln(t - \gamma) - \ln \eta]$) :

- Si le nuage est ajustable par une droite alors $\gamma = 0$
- Si la concavité du nuage est tournée vers le bas, alors $\gamma > 0$
- Si la concavité du nuage est tournée vers le haut alors $\gamma < 0$

La recherche du paramètre γ peut s'effectuer en prenant trois points du nuage de WEIBULL pour obtenir une bonne précision (voir figure 9) [1], il faut que les points P_1 et P_2 soient suffisamment éloignés et non extrêmes. On les choisit aussi de la manière que les projections

de P_1P_2 et P_3P_4 sur l'axe b soient égales, on obtient $\gamma = \frac{t_2^2 - t_1 t_3}{2t_2 - t_1 - t_3}$.

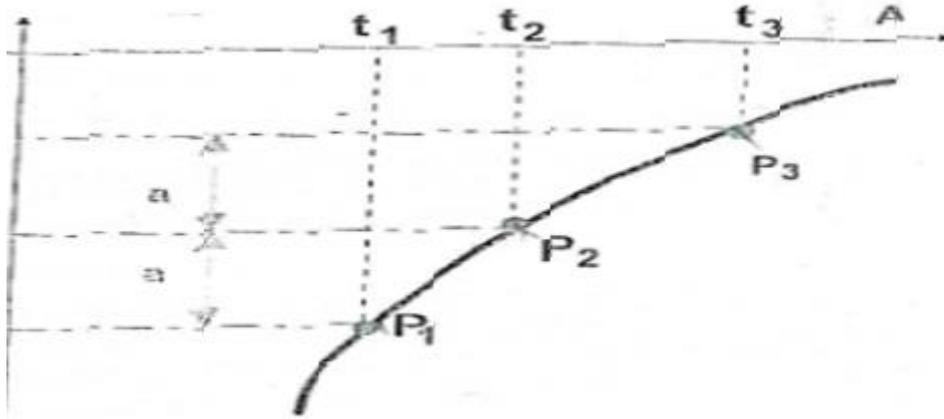


Figure 9 : Détermination du paramètre γ

IV- Conclusion :

Ce chapitre nous a permis de connaître les paramètres de WEIBULL à utiliser pour réaliser cette étude.

Chapitre IV

APPLICATION DE LA LOI WEIBULL

I-Introduction

Dans ce chapitre, nous appliquons la loi WEIBULL étudiée dans le chapitre précédent pour déterminer s'il y'a défaillance des équipements ou pas afin de pouvoir faire des propositions sur l'amélioration continue.

II-Elaboration de l'historique des défaillances

L'historique des défaillances et des interventions interne du labo nous a permis de passer à l'application la loi de WEIBULL. Pour se faire nous avons utilisé les temps d'arrêt machine afin d'aboutir à une conclusion, ces temps d'arrêt sont donnés pour chaque automate dans les tableaux suivants:

	HISTORIQUE DES DEFAILLANCES ET DES INTERVENTIONS	Date	Le 24/05/2016
		Equipe	Konelab20

MARQUE :			TYPE : Konelab20						FOURNISSEUR : Diagnostic System					
Date	Sous système défaillant	Description de la défaillance	Méthodes d'entretien						Temps d'arrêt machine (heures)	Temps passé (heures)				
			1	2	3	4	5	6		Méca.	Elec.	Pneu.	Hydrau.	Total
Le22/01/2016	Cuvette de l'incubateur	panne	*			*			24					5
Le22/01/2016	machine	nettoyage	*			*			48					
Le22/01/2016	Machine/ lubrifiant	Réajustement Diff. parties			*			*	168					
Le22/01/2016	machine	Formation technique		*					72					
Le22/01/2016	Cuvette	Test du mouvement					*	*						
Le .../.../....														
Le .../.../....														

Méthodes d'entretien : 1- Dépannage 2- Entretien de conduite 3- Entretien systématique
4- Réparation 5- Entretien préventif conditionnel 6- Améliorations

Tableau 4: Historique des défaillances et des interventions pour l'automate Konelab20

	HISTORIQUE DES DEFAILLANCES ET DES INTERVENTIONS	Date	Le 24/05/2016
		Equipe	Cobase411

MARQUE : Biomérieux-Minividas			TYPE : Cobase411						FOURNISSEUR : IM ALLIANCE					
Date	Sous système défaillant	Description de la défaillance	Méthodes d'entretien						Temps d'arrêt machine (heures)	Temps passé (heures)				
			1	2	3	4	5	6		Méca.	Elec.	Pneu.	Hydrau.	Total
Le06/03/2013	paramètre	Mise à jour						*	3					130
Le06/03/2013	afficheur	panne	*			*			48					
Le06/03/2013	fusible	panne	*			*			144					
Le06/03/2013	Calibration optique	panne	*			*			0,5					
Le .../.../...														
Le .../.../...														
Le .../.../...														
Le .../.../...														

Méthodes d'entretien : 1- Dépannage 2- Entretien de conduite 3- Entretien systématique
4- Réparation 5- Entretien préventif conditionnel 6- Améliorations

Tableau 5: Historique des défaillances et des interventions pour l'automate Cobase411

		HISTORIQUE DES DEFAILLANCES ET DES INTERVENTIONS				Date	Le 24/05/2016							
						Equipe	A25							
MARQUE :			TYPE : A25			FOURNISSEUR : ISLI								
Date	Sous système défaillant	Description de la défaillance	Méthodes d'entretien						Temps d'arrêt machine 5 heures	Temps passé (heures)				
			1	2	3	4	5	6		Méca.	Elec.	Pneu.	Hydrau.	Total
Le18/12/2015	Pompe céramique	bruit	*			*			48					8
Le18/12/2015	axes	Ajustement nettoyage	*			*			56					
Le18/12/2015	Pompe de déchets	panne	*			*			144					
Le26/01/2016	Moteur y	Panne connecteur	*			*			8					
Le26/01/2016	instrument	entretien			*									
Le26/01/2016	Lampe homogène	panne				*								
Le26/01/2016	Appareil	entretien				*								
Le26/03/2013	Moteur, photométrie	panne	*			*								
Le26/03/2013	Glucose, Alt	Essai					*							

Méthodes d'entretien :	1- Dépannage	2- Entretien de conduite	3- Entretien systématique
	4- Réparation	5- Entretien préventif conditionnel	6- Améliorations

Tableau 6: Historique des défaillances et des interventions pour l'automate A25

III-Mise en application de la loi de WEIBULL

Pour chaque automate nous calculons la F_i (voir : **Méthodologie de l'ajustement graphique**) à partir du papier de WEIBULL nous traçons la droite D, nous obtenons η . La droite D' parallèle à D et passant par l'origine permet de déterminer β , à partir de la figure 8 nous obtenons γ .

-Pour le konelab20

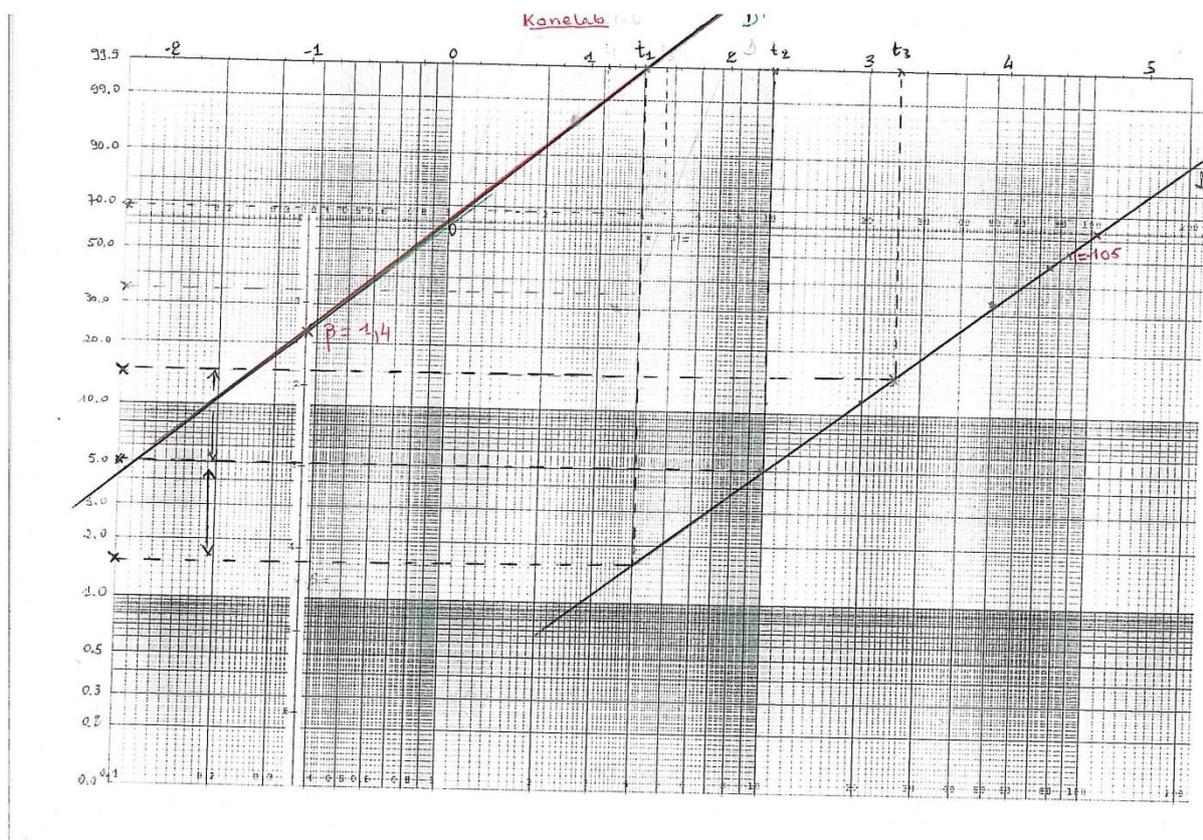


Figure 10: détermination des paramètres pour l'automate konelab20

A l'aide du papier de WEIBULL nous obtenons les résultats suivants :

- $\beta = 1,4$
- $\eta = 105$
- $\gamma = 5,23$
- Fonction de défaillance : $F(t) = 1$
- La fiabilité : $R(t) = 1,46 \cdot 10^{-97}$
- La densité de probabilité : $f(t) = 9,12 \cdot 10^{-99}$
- Le taux de défaillance : $\lambda(t) = 0.062$
- MTBF = 100.927 h
- L'écart-type : $\sigma(t) = 69.3$
- La durée de vie : 4999,9 h

-Pour le Cobase411

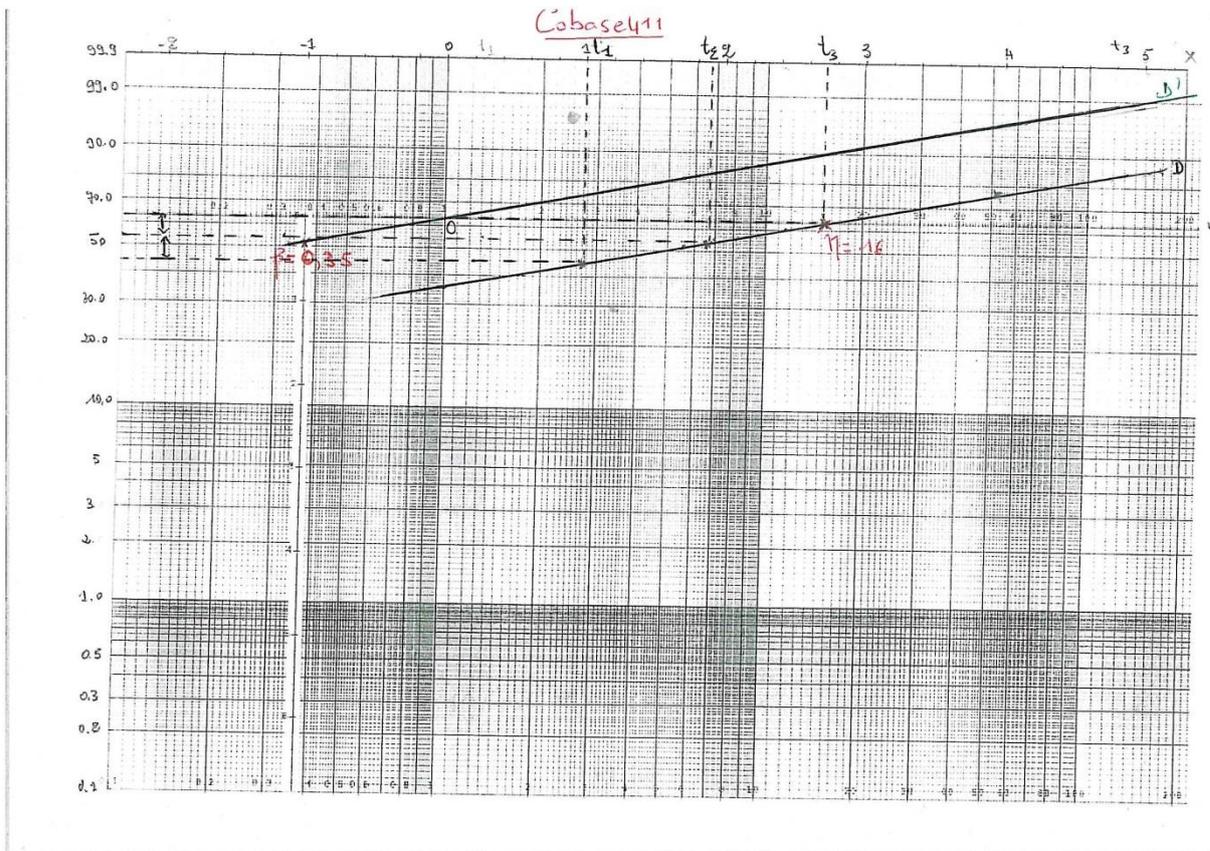


Figure 11: détermination des paramètres pour l'automate Cobase411

Le papier nous permet de déterminer la valeur de chaque paramètre pour le Cobase411 :

- $\beta = 0,35$
- $\eta = 16$
- $\gamma = 5,7$
- la fiabilité $R(t) = 5,73.10^{-4}$
- fonction de défaillance : $F(t) = 0,999$
- Densité de probabilité : $f(t) = 2,99.10^{-7}$
- Le taux de défaillance : $\lambda(t) = 5,23.10^{-4}$
- MTBF = 86.166 h
- L'écart-type : $\sigma(t) = 319,68$
- Durée de vie : $T = 4999,5$

-Pour le A25 :

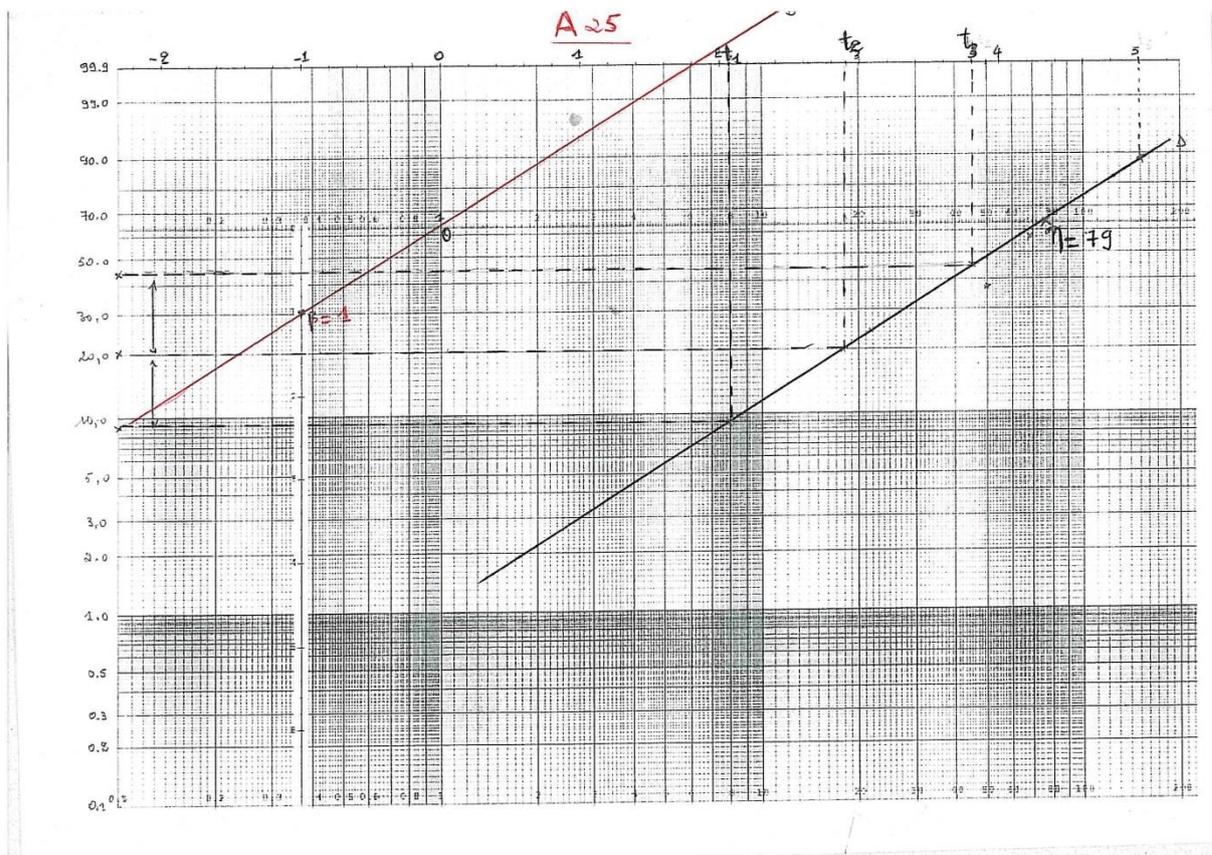


Figure 12: détermination des paramètres pour l'automate A25

Pour le A25 nous avons les valeurs suivants :

- $\beta = 1$
- $\eta = 79$
- $\gamma = 0,044$
- Fiabilité : $R(t) = 3,26 \cdot 10^{-28}$
- Fonction de défaillance : $F(t) = 1$
- Densité de probabilité : $f(t) = 4,126$
- Taux de défaillance : $\lambda(t) = 1,26\%$
- MTBF= 79,044 h
- L'écart-type : $\sigma(t) = 79$
- Durée de vie : $T = 5000$ h

IV- Analyse des paramètres WEIBULL

Pour faire l'étude sur la fiabilité ainsi que les autres paramètres caractérisant la loi WEIBULL, nous avons fait une estimation pour une durée $T = 5000h$.

Automate Konelab20 :

Nous voyons que le paramètre de forme trouvé (β) est supérieur à 1 donc le taux de défaillance est croissant d'où la phase de vieillesse de l'automate. Aussi, puisque $1,1 < \beta < 1,6$ alors l'automate révèle un phénomène de fatigue.

Pour le paramètre de position on remarque que $\gamma > 0$ cela signifie qu'il n'y a pas eu de défaillance dans l'intervalle $[0, \gamma]$.

D'après l'estimation qui a été faite, nous remarquons que le taux de défaillance est de 6,2%. Puisque le paramètre de forme influe sur le taux de défaillance et que $\beta > 1$, nous déduisons que le taux de défaillance est croissant. Cependant la durée vie associée au seuil de fiabilité est $T = 4999,9h$, le temps moyen entre défaillances est $MTBF = 100,927 h$. Cela s'explique par un taux d'utilisation très élevé de l'équipement 54%, la contamination de certains sous-systèmes (cuvette réactionnelle, porte portoir etc.) et la corrosion chimique de certains composants métalliques qui sont en contact direct avec les produits chimiques.

Automate Cobase411 :

Le paramètre de forme β est égal à 0,35 ce qui veut dire que le taux de défaillance est décroissante donc l'automate est en phase de jeunesse.

Le paramètre de position γ est supérieur à 0, cela signifie qu'il n'y a pas eu de défaillance dans l'intervalle $[0, \gamma]$.

Pour le Cobase411 le taux de défaillance est très faible $\lambda(t) = 5,23 \cdot 10^{-4}$ car le paramètre de forme β dont il dépend est inférieur à 1 d'où le taux de défaillance est décroissante. En plus la durée de vie associée au seuil de fiabilité est $T = 4999,5h$, le temps moyen entre défaillances $MTBF = 86,166 h$. Cela s'explique par un taux d'utilisation très élevé de l'équipement 54%, la contamination de certains sous-systèmes (cuvette réactionnelle, porte portoir etc.) et la corrosion chimique de certains composants métalliques qui sont en contact direct avec les sérums

Automate A25

Le paramètre de forme β est égal à 1 ce qui veut dire que le taux de défaillance est constant.

Le paramètre de position est sensiblement égal à 0, donc il peut y avoir une panne dès la mise en route autrement dit une panne de jeunesse.

Cette étude nous révèle un taux de défaillance $\lambda(t) = 1,26\%$ ce qui signifie que le taux de défaillance est constante. Nous remarquons aussi que la durée de vie associée au seuil de fiabilité est $T = 5000h$, le temps moyen entre défaillances $MTBF = 86.166 h$. Cela s'explique par un taux d'utilisation très élevé de l'équipement 19%, la contamination de certains sous-systèmes (cuvette réactionnelle, porte portoir etc.) et la corrosion chimique de certains composants métalliques qui sont en contact direct avec les sérums.

Ainsi pour remédier aux problèmes afin que les automates fonctionnent avec plus d'efficacité nous allons proposer des solutions d'amélioration continue.

V- Proposition d'amélioration continue

V-1 Les actions correctives:

- Procéder à la revue des non-conformité analytique
- Déterminer les causes aléatoires et assignables de non-conformités
- Faire des contrôles techniques selon un planning élaboré par le responsable QHSE
- Déterminer et mettre en œuvre les actions nécessaires
- Evaluer l'efficacité des opérations de maintenance .
- Etablir un plan de décontamination des équipements
- Mettre en place un plan de maintenance conditionnel et systématique
- Etablir des fiches d'essais de stabilité des contrôles et des réactifs reconstitués

V-2 Les actions préventives:

- Déterminer les non conformités potentielles et leurs causes
- Evaluer le besoin d'entreprendre des actions pour éviter l'apparition de non-conformités .
- Former le personnel technique en maintenance de niveau 1
- Evaluer l'efficacité des actions préventives mises en œuvre . cette évaluation peut se faire :
 - ✚ en suivant les indicateurs du processus
 - ✚ en programmant des audits internes
 - ✚ en effectuant une analyse prévisionnelle des risques.

VI Conclusion :

L'historique des défaillances étudié dans ce chapitre nous a permis de connaître l'état des automates, pour chaque automate nous avons appliqué la loi de WEIBULL pour déterminer les paramètres WEIBULL. Ensuite nous avons analysé ces paramètres pour faire des propositions sur l'amélioration continue.

CONCLUSION GENERALE

La sûreté de fonctionnement, terme générique rassemblant la fiabilité, la maintenabilité, la disponibilité et la sécurité des systèmes, est aujourd'hui un facteur décisif dans les choix de stratégies technologique, économique et sociétale d'un projet. Elle doit être associée dès les premières étapes au processus de conception d'un système. Les systèmes de commande n'échappent évidemment pas à cette règle et nous avons tenté de montrer une approche de cette prise en compte permettant d'évaluer, de manière prévisionnelle, les performances de sûreté de ces systèmes afin de les faire entrer dans les critères de décision.

Ce projet a permis à l'entreprise de connaître les leviers à mettre en place pour une sûreté de fonctionnement optimal de ces équipements. En effet, la détermination des paramètres WEIBULL (β , η , γ , σ , $R(t)$, $f(t)$, $F(t)$, T , $MTBF$, λ , etc.) a été très bénéfique pour le service qualité qui va pouvoir mettre en œuvre un plan qualité optimale des équipements .

Par ailleurs, ce stage nous a permis de valoriser nos connaissances théoriques, de renforcer nos compétences, d'acquérir de d'autres aptitudes et surtout de faire le parallélisme entre la théorie et la pratique .

Parmi les difficultés que nous avons rencontré lors de ce stage, nous pouvons mentionner la complexité du milieu professionnel ainsi que les systèmes analytiques qui sont de dernière générations. A cela s'ajoute la nécessité d'avoir des connaissances approfondis en maintenances et des besoins en compétences très élevés car la maîtrise de cette loi n'est pas évidente et son application est loin d'être facile.

Vu la complexité croissante de ces systèmes, nous pourrions développer le même projet avec la fiabilité dynamique, où le facteur temps est omniprésent, par l'évolution de la structure des systèmes (reconfigurations...), par l'interaction fonctionnel/dysfonctionnel et par la nature des défaillances.

BIBLIOGRAPHIE :

[1]- Kamal raklaoui, « Organisation et méthode de maintenance » , chapitre 7, 105, 2003

[2]- Registre des données du LABONORD, rapport interne, 2014-2015

WEBOGRAPHIE :

<http://labotanger.com/fr/news.php>

(Laboratoire d'analyses Médicales LABONORD)

www.iso.org

(Organisation Internationale de la Normalisation)

[http://fr.wikipedia.org/wiki/sureté de fonctionnement](http://fr.wikipedia.org/wiki/suret%C3%A9_de_fonctionnement)

www.qualiblog.fr

