



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة وهران 2 محمد بن أحمد
Université d'Oran 2 Mohamed Ben Ahmed

معهد ال
صيانة والأمن الصناعي
Institut de Maintenance et de Sécurité Industrielle

Département de Maintenance en électromécanique
MÉMOIRE

Pour l'obtention du diplôme de Master

Filière : Électromécanique industrielle
Spécialité : Électromécanique industrielle

Thème

**Maintenance et amélioration d'un banc d'essai
de réglage des pompes d'injection diesel**

Présenté et soutenu publiquement par :

BOUBNAD Wafaa

REDJEDAL Abd el karim

Devant le jury composé de :

Nom et Prénom	Grade	Etablissement	Qualité
TARFAYA Anis	MCB	Université d'Oran 2 MBA	Président
METAHRI Dhiyaeddine	MCB	Université d'Oran 2 MBA	Encadreur
BOUCHAALA Mohammed Abdelghani	MCB	Université d'Oran 2 MBA	Examineur

Année 2022/2023

REMERCIEMENTS

Nous souhaitons exprimer notre profonde gratitude et nos sincères remerciements à tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ce mémoire de fin d'études. Tout d'abord, nous tenons à remercier nos encadreurs de mémoire, METAHRI Dhiyaeddine et Naoui Hasseni, pour leur précieuse guidance, leur soutien constant et leurs conseils éclairés tout au long de notre parcours de recherche.

Nous sommes également reconnaissants envers les membres du jury, TARFAYA Anis et BOUCHAALA Mohammed Abdelghani, pour leur temps.

Nous tenons à adresser nos plus sincères remerciements à ETS BOUBNAD MILOUD pour son soutien inestimable et pour avoir joué un rôle essentiel dans notre formation et dans la réalisation de ce mémoire de fin d'études.

Nos remerciements vont également à nos familles et amis, qui ont été une source constante de soutien moral et d'encouragement tout au long de cette aventure académique.

Enfin, nous tenons à exprimer notre gratitude envers l'équipe pédagogique de notre institution, ainsi que tous les enseignants et les chercheurs qui nous ont inspirés et ont contribué à notre formation.

Ce mémoire de fin d'études n'aurait pas été possible sans l'aide précieuse de toutes ces personnes, et nous leur en sommes profondément reconnaissants.

Merci à tous pour votre soutien indéfectible.

“Maintenance et amélioration d'un banc d'essai de réglage des pompes d'injection diesel.”

Résumé :

La révolution industrielle a favorisé les moteurs diesel et les bancs d'essai pour les pompes d'injection de carburant, garantissant leur efficacité, leur durabilité et leur conformité environnementale, stimulant ainsi le développement industriel.

L'objectif de cette étude est d'optimiser la maintenance et l'amélioration des bancs d'essai pour assurer des performances fiables et conformes aux normes. Nous utilisons l'approche AMDEC et l'analyse de Pareto, ainsi qu'une approche de maintenance améliorative pour identifier et mettre en œuvre des solutions d'amélioration. A propos des résultats obtenus les éléments critiques du banc d'essai, tels que la boîte électrique et le moteur...etc. ont été identifiés, et des actions préventives ont été recommandées. L'utilisation d'ASI est proposée pour résoudre les problèmes de coupures électriques, permettant à l'entreprise d'économiser environ 50.000 DA par coupure, avec un temps de récupération de l'investissement estimé à 1,6 ans.

Mots clés : AMDEC ; PARETO ; Banc d'essai ; ASI ; Pompe d'injection diesel.

“Maintenance and improvement of a diesel fuel injection pump calibration test bench.”

Abstract :

The industrial revolution has favored diesel engines and fuel injection pump test benches, ensuring their efficiency, durability, and environmental compliance, thus stimulating industrial development.

The objective of this study is to optimize the maintenance and improvement of test benches to ensure reliable performance and compliance with standards. We use the FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) approach and Pareto analysis, as well as a corrective maintenance approach to identify and implement improvement solutions. Regarding the obtained results, critical elements of the test bench, such as the electrical box and the engine, etc., have been identified, and preventive actions have been recommended. The use of an Uninterruptible Power Supply (UPS) is proposed to solve power outage issues, allowing the company to save approximately 50,000 DA per outage, with an estimated payback period of 1.6 years.

Keywords : FMEA; Pareto; Test bench; UPS; Diesel fuel injection pump.

“ صيانة وتحسين مقعد اختبار معايرة مضخة حقن الوقود الديزل. ”

ملخص:

الثورة الصناعية اعتمدت على محركات الديزل ومقاعد اختبار مضخات حقن الوقود، مما يضمن كفاءتها ومثابرتها و امتثالها للمعايير البيئية، وبالتالي تحفيز التنمية الصناعية.

هدف هذه الدراسة هو صيانة وتحسين مقاعد الاختبار لضمان أداء موثوق وامتثال للمعايير. نستخدم نهج AMDEC (تحليل أنماط الفشل وتأثيراتها) وتحليل PARETO بالإضافة إلى نهج الصيانة التصحيحية لتحديد وتنفيذ حلول التحسين. بناءً على النتائج المحصلة، تم تحديد العناصر الحرجة لمقعد الاختبار، مثل صندوق الكهرباء والمحرك... إلخ، وتم توصية باتخاذ إجراءات وقائية. يقترح استخدام مصدر طاقة منقطع التواصل (UPS) لحل مشكلات انقطاع التيار الكهربائي، مما يتيح للشركة توفير حوالي 50,000 دينار جزائري لكل انقطاع، مع فترة استرداد تقدر بحوالي 1.6 سنة.

الكلمات المفتاحية: تحليل أنماط الفشل وتأثيراتها (Pareto)؛ (FMEA)؛ مقعد الاختبار؛ UPS؛ مضخة حقن الوقود الديزل.

SOMMAIRE

Introduction générale..... 1

CHAPITRE I : Généralités Sur La Maintenance

I.1 Introduction..... 3

I.2 Définition de la maintenance..... 3

I.3 Rôle de la maintenance..... 3

I.4 Historique de la maintenance..... 4

I.5 Objectifs de la maintenance 5

I.6 Les Types de la maintenance 6

I.7 Les niveaux de la maintenance..... 11

I.8 Gestion de la maintenance planification et organisation 12

I.9 Technologie de la maintenance outils et perspectives..... 14

I.10 Présentation de la méthode AMDEC..... 14

I.11 Conclusion..... 20

CHAPITRE II : Présentation du Banc D'essai Des Pompes D'injection De Carburant Diesel

I.1 Introduction..... 21

II.2 La pompe d'injection de carburant diesel..... 21

II.3 Le banc d'essai des pompes d'injection de carburant diesel..... 24

II.4 Le rôle du banc d'essai des pompes d'injection de carburant diesel..... 25

II.5 Historique du banc d'essai pour les pompes d'injection de carburant diesel.. 26

II.6 Les composants principaux d'un banc d'essai de pompe d'injection de carburant diesel..... 27

II.7 Principe de fonctionnement d'un banc d'essai des pompes d'injection de carburant diesel..... 35

SOMMAIRE

II.8 Étapes de processus du test avec un banc d'essai d'une pompe d'injection diesel et analyse des résultats.....	37
II.9 Les avantages et les limites d'un banc d'essai des pompes d'injection de carburant diesel.....	40
II.10 Constructeurs du banc d'essai des pompes d'injection de carburant diesel	41
II.11 Conclusion.....	42

CHAPITRE III Maintenance Et Amélioration Du Banc D'essai De Pompe D'injection Diesel

Partie I : La maintenance du banc d'essai

III.1 Introduction.....	43
III.2 Pourquoi l'AMDEC.....	43
III.3 Calcul de la criticité.....	44
III.4 Démarche pratique de l'application de l'AMDEC.....	46
III.5 Analyse fonctionnelle du banc d'essai.....	48
III.6 Analyse AMDEC.....	51
III.7 Interprétation des résultats.....	67
III.8 Proposition d'une gamme de maintenance préventive pour les éléments critiques.....	70

Partie II : L'amélioration du banc d'essai

III.9 Introduction.....	72
III.10 Présentation de la problématique.....	73
III.11 Les coûts et les effets de la coupure d'électricité.....	73
III.12 Solution propose.....	75
III.13 Avantages et retour d'investissement de cette amélioration.....	77
III.14 Conclusion.....	78
Conclusion générale.....	80
Référence.....	82

LISTE DES FIGURES

CHAPITRE I Généralités Sur La Maintenance

Figure I.1. Formes de maintenance..... **6**

CHAPITRE II Présentation du Banc D'essai Des Pompes D'injection De Carburant Diesel

Figure II.1. La pompe d'injection en ligne..... **22**

Figure II.2. La pompe d'injection rotative..... **22**

Figure II.3. pompe d'injection haute pression à rampe commun..... **23**

Figure II.4. Pompe d'injection haute pression..... **24**

Figure II.5. Banc d'essai de pompe injection de carburant diesel..... **25**

Figure II.6. Les composants du banc d'essai..... **34**

Figure II.7. L'emplacement des composants sur le banc d'essai..... **35**

Figure II.8. Banc d'essai de pompe injection de carburant diesel en fonction..... **36**

CHAPITRE III Maintenance Et Amélioration Du Banc D'essai De Pompe D'injection Diesel

Figure III.1. Diagramme de bête à corne..... **49**

Figure III.2. Découpage fonctionnelle du banc d'essai..... **50**

Figure III.3. Analyse graphique de Pareto..... **69**

Figure III.4. Principe de la maintenance améliorative..... **72**

Figure III.5. Alimentation sans interruption (ASI) branchée avec un tableau de distribution..... **76**

LISTE DES TABLEAUX

CHAPITRE I Généralités Sur La Maintenance

Tableau I.1. Les niveaux de maintenance..... **11**

CHAPITRE III Maintenance Et Amélioration Du Banc D'essai De Pompe D'injection Diesel

Tableau III.1. Grille de cotation de la fréquence..... **44**

Tableau III.2. Grille de cotation de la gravité..... **44**

Tableau III.3. Grille de cotation de la détection..... **45**

Tableau III.4. Niveau de criticité..... **46**

Tableau III.5. Tableau AMDEC utilisé..... **47**

Tableau III.6. Analyse AMDEC pour le banc d'essai / partie fixation..... **52**

Tableau III.7. Analyse AMDEC pour le banc d'essai / Circuit de lubrification..... **55**

Tableau III.8. Analyse AMDEC pour le banc d'essai / Circuit d'injection..... **57**

Tableau III.9. Analyse AMDEC pour le banc d'essai / Moteur..... **61**

Tableau III.10. Analyse AMDEC pour le banc d'essai / Circuit pneumatique..... **64**

Tableau III.11. Analyse AMDEC pour le banc d'essai / Partie sécurité..... **66**

Tableau III.12. Analyse de Pareto..... **67**

Tableau III.13. Les éléments critiques et leurs actions préventives..... **70**

Tableau III.14. Les coûts résultants causés par coupure d'électricité en intervalle de 4h d'arrêt..... **74**

Tableau III.15. Les effets causés par la coupure d'électricité..... **74**

LISTE DES ABREVIATIONS

LISTE DES ABREVIATIONS

AMDEC : Analyse des modes de défaillance de leurs effets et de leur criticité

AFNOR : Association française de normalisation

GMAO : Gestion de maintenance assistée par ordinateur

IOT : Internet of Things (Internet des objets)

RA : La réalité augmentée

RV : La réalité virtuelle

FMECA : Failure Mode and Effect Critical Analysis

ASI : Alimentation sans interruption

Introduction générale :

La révolution industrielle a marqué un tournant majeur dans l'histoire, impulsant l'essor de machines et de moteurs à combustion interne. Parmi eux, les moteurs diesels ont joué un rôle essentiel dans la croissance économique. Cependant, pour garantir leur performance et leur fiabilité, les bancs d'essai ont gagné en importance. Ces équipements spécialisés permettent de tester et d'améliorer les pompes d'injection de carburant diesel, assurant ainsi leur efficacité, leur durabilité et leur conformité aux normes environnementales. Ainsi, les bancs d'essai contribuent à maintenir et à améliorer les performances des moteurs diesels, favorisant ainsi le développement industriel et économique.

Dans cette étude, nous postulons que l'application d'une approche méthodique de maintenance, telle que l'AMDEC, combinée à une analyse approfondie des défaillances et à des actions préventives ciblées, permettra de maximiser l'efficacité, la durabilité et la conformité aux normes environnementales des bancs d'essai pour les pompes d'injection de carburant diesel. En mettant en œuvre ces stratégies de maintenance et d'amélioration, nous visons à améliorer la fiabilité et les performances des bancs d'essai, favorisant ainsi le développement industriel et économique tout en répondant aux exigences environnementales.

Ce mémoire est composé de trois chapitres qui offrent une progression logique dans l'analyse.

Le premier chapitre présente la maintenance industrielle, en décrivant sa nature, ses principes et ses objectifs. Une attention particulière est accordée à l'approche AMDEC (Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité).

Dans le deuxième chapitre, une étude détaillée sur le banc d'essai des pompes d'injection de carburant diesel est présentée. Cela comprend la description de son fonctionnement, de ses composants clés et des procédures d'essai associées.

Le troisième chapitre se concentre sur l'étude de maintenance du banc d'essai en utilisant la méthode AMDEC et l'analyse de PARETO. Des solutions de maintenance sont proposées en identifiant les défaillances potentielles et en élaborant des actions préventives. De plus, une étude d'amélioration est réalisée pour optimiser les performances du banc d'essai, en identifiant les points faibles et en proposant des améliorations concrètes.

INTRODUCTION GENERALE

Enfin, nous présentons une conclusion générale où nous résumons les résultats obtenus et les perspectives possibles.

CHAPITRE I :
GÉNÉRALITÉS SUR LA MAINTENANCE

I.1 Introduction :

La maintenance est un domaine crucial pour garantir le bon fonctionnement et la pérennité des équipements et systèmes. Ce chapitre offre une vue d'ensemble des principes fondamentaux de la maintenance. On commence tout d'abord par examiner la définition de la maintenance, son rôle essentiel dans divers secteurs, ainsi que son évolution historique. Ensuite, on explore les objectifs de la maintenance et les différents types qui existent. On discute également des niveaux de maintenance, de la gestion de la maintenance et de la technologie associée. Enfin, on aborde brièvement la méthode AMDEC, une approche analytique préventive, qui sera étudiée plus en détail dans la suite du chapitre.

I.2 Définition de la maintenance :

Selon la norme AFNOR (Association Française de Normalisation) NF-X 60 000, la maintenance est « l'ensemble des activités ayant pour objectif de maintenir ou rétablir un bien dans un état spécifié de fonctionnement pour établir une fonction requise. ».[1]

Selon la norme, La maintenance rassemble l'ensemble des actions techniques (prévention, entretien, dépannage, révision et vérification, réparation, contrôle et diagnostic), la maintenance englobe non seulement les aspects techniques liés à la réparation et à l'entretien des équipements, mais aussi les aspects administratifs et de gestion associés à la planification, à l'organisation et au suivi des activités de maintenance. L'objectif principal est de maintenir les biens dans un état permettant leur bon fonctionnement et leur capacité à remplir leur fonction requise.

La norme AFNOR X 60-010 souligne ainsi l'importance d'une approche holistique de la maintenance, intégrant à la fois les dimensions techniques et les aspects organisationnels pour assurer la disponibilité et la performance optimale des biens tout au long de leur cycle de vie.

I.3 Rôle de la maintenance :

Il est primordial que la maintenance permette de garantir la rentabilité des investissements matériels de l'entreprise en préservant le potentiel d'activités tout en respectant la politique de maintenance définie par celle-ci. En effet, une maintenance efficace contribue à maintenir les équipements de production en bon état de fonctionnement, ce qui permet de prolonger leur durée de vie et d'optimiser leur performance. De cette manière, les

activités de l'entreprise peuvent être poursuivies de manière ininterrompue, et cela contribue à maximiser son rendement sur investissement.

Dans le court terme, les objectifs essentiels de la maintenance sont de réduire les durées d'immobilisations et les coûts des interventions.

À moyen terme, il est nécessaire d'élaborer un plan de prévision des interventions à l'immobilisation des équipements.

Enfin, à long terme, la maintenance doit réaliser des opérations directement liées à la politique générale de l'entreprise et visant à minimiser l'ordonnancement des charges, des stocks et des investissements.

I.4 Historique de la maintenance :

Le terme "maintenance", issu des racines latines "manus" et "tenere", a fait son apparition dans la langue française au XIIe siècle. L'étymologiste Wace a découvert la forme "mainteneur" (celui qui soutient), utilisée en 1169, qui représente une forme archaïque de "mainteneur".

Les services d'entretien traditionnels sont présents dans l'industrie depuis le début de l'ère industrielle, et ils étaient alors considérés comme une sous-fonction de la production. Souvent délocalisés au sein des entreprises, ils reposaient sur différents métiers tels que les ajusteurs, mécaniciens, graisseurs et régleurs, qui travaillaient séparément et étaient souvent en conflit avec les producteurs ou les destructeurs de machines.

L'entretien se limitait principalement à la réparation et au dépannage en cas de défaillance. Les premiers travaux de maintenance préventive ont été réalisés sur les appareils à vapeur dès la seconde moitié du XIXe siècle. Ils étaient réalisés par des associations régionales d'industriels utilisateurs et sont ensuite devenus obligatoires grâce aux contrôles réglementaires.

À partir des années 1980, il est devenu nécessaire de gérer non seulement les hommes, mais aussi les dépenses et les pièces de rechange, etc. La France a alors cherché à structurer et à normaliser les activités liées à la maintenance en adoptant une approche transversale de cette fonction. En 1980, le CNM (Comité national de la maintenance) a été créé par le ministère de l'Industrie pour rassembler les différents acteurs de la maintenance dans une réflexion commune.

C'est à ce moment-là que les premières normes de maintenance ont été publiées, notamment la norme générale relative à la fonction maintenance X 60 000 datant de février 1985.[2]

I.5 Objectifs de la maintenance :

La maintenance réalise de nombreux objectifs grâce à son organisation, sa gestion et ses interventions, qui peuvent être regroupés en sept axes :

I.5.1 Disponibilité :

L'objectif de la maintenance est de maintenir les équipements en bon état de fonctionnement, assurant ainsi leur disponibilité continue pour les activités de l'entreprise. Cela évite les interruptions non planifiées et permet de maximiser le temps de production.

I.5.2 Economie :

La maintenance vise à optimiser les coûts en gérant efficacement les ressources et en évitant les dépenses imprévues liées aux pannes. Elle comprend une planification appropriée des activités de maintenance, une gestion des stocks de pièces de rechange et une analyse des coûts pour assurer une utilisation efficace des ressources.

I.5.3 Qualité :

La maintenance contribue à maintenir la qualité des produits ou services de l'entreprise en maintenant les équipements dans des conditions optimales. Cela permet de prévenir les défauts de production et de garantir la satisfaction des clients.

I.5.4 Durabilité :

La maintenance vise à prolonger la durée de vie des équipements en prévenant les pannes, en effectuant des actions de prévention et en assurant une maintenance régulière. Cela réduit les besoins en remplacement et contribue à une utilisation durable des ressources.

I.5.5 Sécurité :

La maintenance joue un rôle essentiel dans la garantie de la sécurité des opérations. Elle inclut des actions de vérification, d'entretien et de mise en conformité des équipements pour assurer la sécurité des travailleurs, le respect des normes et la prévention des accidents.

I.5.6 Productivité :

La maintenance vise à optimiser la productivité en maintenant les équipements en bon état de fonctionnement, ce qui permet de réduire les temps d'arrêt non planifiés et d'améliorer l'efficacité des processus de production.

I.5.7 Protection de l'environnement :

La maintenance prend en compte les aspects environnementaux en favorisant des pratiques respectueuses de l'environnement, en réduisant les émissions polluantes, en gérant les déchets de manière responsable et en favorisant l'efficacité énergétique.

I.6 Les Types de la maintenance :

Les types, ou stratégies, de maintenance sont classés par la norme NF EN 13306 (2010) comme suite :

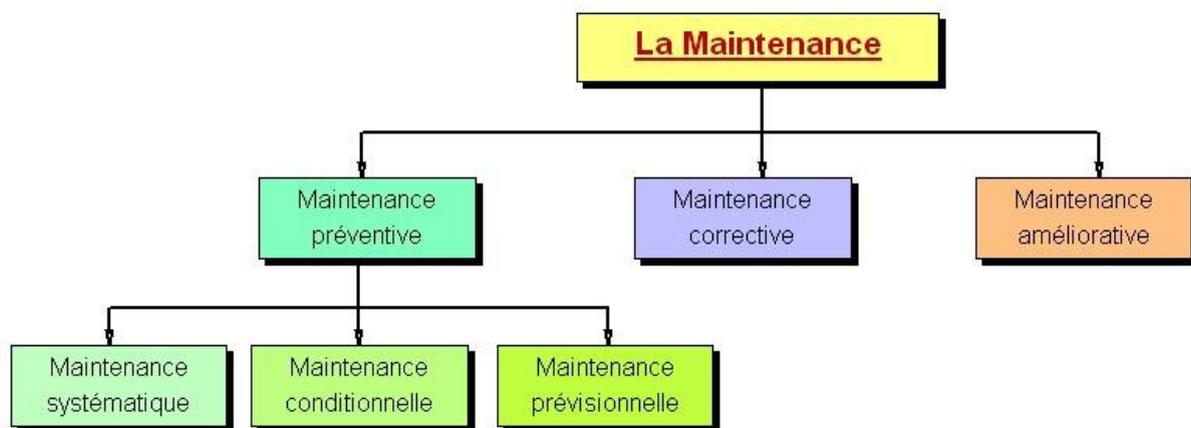


Figure I.1: Formes de maintenance [3]

I.6.1 La maintenance corrective :

a). Définition :

« Maintenance exécutée après détection d'une panne et destinée à remettre un bien dans un état dans lequel il peut accomplir une fonction requise ». AFNOR [1]

La maintenance corrective englobe toutes les activités réalisées après la défaillance d'un bien ou la détérioration de sa fonctionnalité, dans le but de le remettre en état de remplir au moins temporairement sa fonction requise. Ces activités comprennent notamment la localisation et

le diagnostic de la défaillance, la remise en état avec ou sans modification, ainsi que le contrôle du bon fonctionnement.

b). Différents types :

- La maintenance corrective palliative :

La norme AFNOR la décrit comme : « Action de maintenance corrective destinée à permettre à un bien d'accomplir provisoirement tout ou une partie d'une fonction requise, appelée couramment dépannage ».[4]

La maintenance palliative repose sur des actions de dépannage visant à ramener provisoirement l'équipement à un niveau de performance acceptable, qui peut être inférieur à son niveau optimal. Cette intervention est de nature temporaire, et la maintenance palliative est principalement constituée d'actions provisoires qui doivent être suivies de mesures correctives. Son objectif est de résoudre rapidement les problèmes et de maintenir le fonctionnement du matériel jusqu'à ce qu'une intervention curative complète puisse être effectuée.

- La maintenance corrective curative :

Par opposition à la maintenance corrective palliative, la maintenance curative vise à effectuer des interventions définitives pour rétablir le niveau de performance optimal du matériel après une défaillance. Les actions entreprises dans la maintenance curative agissent en profondeur et traitent à la fois les causes et les conséquences de la panne, souvent en remplaçant la pièce défectueuse par une neuve. Cette approche assure un fonctionnement durable et une reprise normale de la production.

La norme AFNOR-X60-319/NF EN 13306 2010- la définit comme : « une action de maintenance corrective ayant pour objet de rétablir un bien dans un état spécifié pour lui permettre d'accomplir une fonction requise. Le résultat des actions réalisées doit présenter un caractère permanent ».[4]

c). Types d'interventions de la maintenance corrective :

La maintenance corrective débouche sur deux types d'intervention. Le premier type est de nature provisoire, ce qui caractérise la maintenance palliative (dépannage). Le deuxième type est de nature définitive, ce qui caractérise la maintenance curative (réparation).

- Dépannage :

Le dépannage est une remise en état provisoire du fonctionnement d'un bien, effectué sur site, permettant à ce bien d'accomplir sa fonction requise pendant une durée limitée, en attendant

l'exécution de la réparation complète. Ces actions physiques sont parfois réalisées sans interruption du fonctionnement de l'ensemble concerné. Le dépannage caractérise la maintenance palliative, qui est une composante du 2ème niveau de maintenance.

- Réparation :

Les actions physiques exécutées pour rétablir la fonction requise d'un bien en panne, qu'elles soient réalisées sur site ou en atelier de maintenance, peuvent être précédées d'un dépannage. Ces actions ont pour objectif de remettre le bien en état de manière définitive, en rétablissant sa fonction requise et en assurant son bon fonctionnement à long terme. Elles sont caractéristiques de la maintenance curative, qui est principalement associée aux 2ème et 3ème niveau de maintenance.

I.6.2 La maintenance préventive :

a). Définition :

La maintenance préventive a pour but de diminuer la probabilité de défaillance ou de détérioration d'un bien ou d'un service rendu. Les actions correspondantes sont planifiées en fonction d'un calendrier établi en se basant sur un nombre prédéterminé d'unités d'usage (maintenance systématique) et/ou des critères prédéterminés qui indiquent l'état de dégradation du bien ou du service (maintenance conditionnelle).

b). Objectif :

-Améliorer la fiabilité de l'équipement afin de réduire les défaillances pendant son utilisation, ce qui se traduit par une réduction des coûts de défaillance et une amélioration de sa disponibilité.

-Augmenter la durée de vie effective de l'équipement.

-Améliorer l'ordonnancement des travaux donc optimiser la coordination avec la production.

-La charge de travail est réduite et régularisée grâce à une planification efficace des interventions.

-La gestion des stocks est facilitée grâce à une meilleure prévision des consommations.

-La sécurité est assurée, évitant les interventions improvisées dangereuses.

-En réduisant les imprévus, cela contribue à améliorer les relations humaines, car les pannes imprévues sont souvent source de tension.

La mise en place d'une politique de maintenance préventive nécessite le développement d'un service méthodes de maintenance efficace. Cela inclut la gestion de la documentation technique, des dossiers machines et des historiques, les analyses techniques

du comportement du matériel, la préparation des interventions préventives et la collaboration avec le département de production

c). Différents types :

- La maintenance préventive systématique :

La maintenance préventive systématique consiste à effectuer des interventions régulières sur un équipement selon un échéancier préétabli, en se basant sur le temps ou le nombre d'unités d'usage, sans vérification préalable de l'état du bien. La fréquence des interventions est déterminée à partir de la mise en service du bien ou après une révision complète ou partielle. Bien que le temps soit couramment utilisé comme unité de mesure, d'autres paramètres tels que la quantité de produits fabriqués, la longueur, la distance parcourue, la masse ou le nombre de cycles peuvent également être pris en considération. Cette périodicité d'intervention est établie en fonction des spécifications du fabricant ou des recommandations de maintenance. Il convient également de noter que de plus en plus, les interventions de maintenance systématique sont réalisées par des échanges standardisés, permettant un remplacement rapide des composants défectueux.

- La maintenance préventive conditionnelle :

« Maintenance préventive basée sur une surveillance du fonctionnement du bien et/ou des paramètres significatifs de ce fonctionnement intégrant les actions qui en découlent. La surveillance du fonctionnement et des paramètres peut être exécutée selon un calendrier, ou à la demande, ou de façon continue. ». (EN 13306 : avril 2001) [5]

La maintenance préventive conditionnelle repose sur la surveillance continue de l'état d'un bien, en utilisant des méthodes telles que l'auto-diagnostic et les informations de capteurs. Elle permet de recueillir en temps réel des données qui visent à détecter le moment où le bien atteint un seuil d'usure ou de dégradation préalablement défini. L'objectif est de réaliser les opérations de maintenance adéquates au moment opportun, afin de mieux contrôler les coûts. Elle met l'accent sur la prévention des défaillances coûteuses et des interruptions imprévues en intervenant de manière ciblée en fonction des informations en temps réel sur l'état du bien. La maintenance conditionnelle est donc une maintenance dépendante de l'expérience et faisant intervenir des informations recueillies en temps réel.

- La maintenance préventive prévisionnelle :

La maintenance prévisionnelle (parfois appelée prédictive) est d'après la définition AFNOR « une maintenance conditionnelle exécutée en suivant les prévisions extrapolées de l'analyse et de l'évaluation de paramètres significatifs de la dégradation du bien ».[1]

la maintenance prédictive, également connue sous le nom de maintenance 4.0. La maintenance prédictive vise à anticiper les besoins de maintenance en utilisant une surveillance continue des paramètres pertinents, des seuils et des données disponibles, telles que celles collectées par des logiciels de GMAO (Gestion de la Maintenance Assistée par Ordinateur). Cette approche permet une gestion précise et proactive en déclenchant les interventions de maintenance appropriées en fonction de l'ensemble des paramètres surveillés. L'objectif est de prévenir les pannes et les défaillances en détectant les signes précurseurs de problèmes et en intervenant avant qu'ils ne deviennent critiques.

I.6.3 Maintenance améliorative :

La maintenance améliorative est un concept moins connu qui englobe un ensemble de mesures techniques, administratives et de gestion visant à améliorer la sûreté de fonctionnement d'un bien sans altérer sa fonctionnalité essentielle. Elle consiste à modifier un ou plusieurs éléments d'un équipement, une ou plusieurs caractéristiques de celui-ci, ou encore des procédures afin de réaliser. Selon ce qui est recherché, un ou plusieurs des objectifs suivants :

- meilleure fiabilité ;
- meilleure maintenabilité ;
- meilleure disponibilité ;
- meilleure qualité ;
- meilleure capacité ou cadence ;
- productivité accrue ;
- durabilité allongée ;
- réduction des coûts ;
- sécurité totale et protection de l'environnement. [6]

Les interventions de maintenance améliorative prennent généralement la forme d'actions de rénovation, de reconstruction ou de modernisation. Elles peuvent inclure des modifications physiques apportées aux équipements existants, l'ajout de fonctionnalités supplémentaires, l'adoption de nouvelles technologies ou l'optimisation des processus de gestion. Ces actions visent à améliorer la fiabilité, l'efficacité et les performances des biens tout en prolongeant leur durée de vie opérationnelle.

I.7 Les niveaux de la maintenance :

La maintenance et l'exploitation d'un bien impliquent de nombreuses opérations, certaines étant répétitives et d'autres occasionnelles. Communément, ces opérations ont été classées en 5 niveaux de maintenance. Ce classement permet de les hiérarchiser de différentes manières, en fonction des critères suivants :

Attribution des responsabilités en fonction de chaque niveau de maintenance :

- Le personnel de production.
- Le personnel de maintenance, en tenant compte de la qualification de l'intervenant.
- Le personnel de l'entreprise ou un sous-traitant.
- Une combinaison des trois.

Tableau I.1: Les niveaux de maintenance [5]

Niveau	Nature	Personnel	Moyens
1er	Réglages simples au moyen d'éléments accessibles sans aucun démontage ou ouverture de l'équipement (dégagement d'un produit coincé, voyants, fusibles).	Opérateur	Outillage léger défini dans la notice d'utilisation
2ème	Dépannages par échange standard des éléments prévus à cet effet et opérations mineures de maintenance préventive (graissages).	Technicien habilité.	Outillage de base et pièces de rechange sur place.
3ème	Identification et diagnostic de pannes, réparations par échange de composants (remplacement d'une clavette).	Technicien spécialisé.	Outillage prévu et appareils de mesure.
4ème	Travaux importants de maintenance corrective ou préventive sauf rénovation et reconstruction (remplacement d'un coffret électrique).	Equipe disposant d'un encadrement technique spécialisé.	Outillage Spécifique.
5ème	Rénovation, reconstruction ou réparations importantes (mise en conformité).	Atelier central de maintenance, sous traitance, constructeur.	Moyens proches de ceux de la fabrication.

Ainsi, ces critères permettent de déterminer qui est chargé de réaliser les différentes opérations de maintenance, en fonction de leur niveau et de la qualification requise.

I.8 Gestion de la maintenance planification et organisation :

La gestion de la maintenance, en ce qui concerne la planification et l'organisation des activités, consiste à mettre en place des processus et des méthodes pour assurer le bon déroulement des opérations de maintenance. Cela comprend la planification préventive des travaux de maintenance, l'optimisation des ressources, la coordination des interventions, le suivi des activités et la gestion des informations liées à la maintenance.

La gestion de la maintenance vise également à optimiser les processus, à minimiser les temps d'arrêt non planifiés, à réduire les coûts et à améliorer la disponibilité des équipements. Cela peut impliquer l'utilisation de technologies de maintenance avancées, telles que les logiciels de gestion de la maintenance assistée par ordinateur (GMAO), les systèmes de surveillance en temps réel, l'analyse prédictive, etc.

I.8.1 La planification des activités de maintenance :

La planification des activités de maintenance est un processus essentiel dans la gestion de la maintenance industrielle. Elle consiste à déterminer de manière proactive les travaux de maintenance nécessaires, à établir un calendrier des interventions et à allouer les ressources disponibles de manière efficace. En tenant compte des priorités, des contraintes opérationnelles et des ressources disponibles, la planification vise à définir quand et comment les travaux de maintenance doivent être réalisés. Grâce à une planification minutieuse, il est possible d'optimiser l'utilisation des ressources, de minimiser les temps d'arrêt non planifiés et de maintenir la disponibilité des équipements à un niveau optimal. La planification des activités de maintenance permet également d'améliorer l'efficacité des opérations, de réduire les coûts de maintenance et d'assurer une gestion proactive des équipements industriels.

I.8.2 L'organisation des activités de maintenance :

La gestion efficace des activités de maintenance implique l'organisation méthodique des tâches à effectuer. Cela comprend la planification des interventions, la répartition des ressources, la coordination des équipes de maintenance et la gestion des priorités. Une bonne organisation des activités de maintenance garantit une exécution fluide et efficace des travaux, minimisant ainsi les temps d'arrêt et optimisant la disponibilité des équipements.

Voici quelques éléments clés de l'organisation des activités de maintenance :

a. Affectation des ressources : Il s'agit d'assigner les membres de l'équipe de maintenance aux tâches spécifiques en fonction de leurs compétences, de leur disponibilité et des priorités définies. Il est important de veiller à ce que les bonnes personnes soient affectées aux bonnes tâches pour assurer une exécution efficace.

b. Gestion des stocks et des pièces de rechange : Il est essentiel de disposer des pièces de rechange nécessaires pour effectuer les travaux de maintenance. Cela implique de maintenir un inventaire adéquat, de suivre les niveaux de stock, de passer des commandes en temps voulu et de gérer les délais de livraison. Une gestion efficace des stocks permet de minimiser les temps d'arrêt liés à l'indisponibilité des pièces de rechange.

c. Coordination des interventions : Lorsque plusieurs tâches de maintenance sont planifiées simultanément, il est important de coordonner les interventions pour éviter les conflits et maximiser l'efficacité. Cela peut inclure la synchronisation des ressources, la planification des accès aux équipements, la gestion des zones de travail et la communication entre les équipes.

d. Suivi et documentation : Il est essentiel de suivre et de documenter les activités de maintenance réalisées. Cela comprend la saisie des données de travail, les rapports d'intervention, les heures de travail, les pièces utilisées, les coûts associés, etc. Cette documentation permet de garder une trace des travaux effectués, d'évaluer les performances et de prendre des décisions informées pour l'avenir.

e. Amélioration continue : L'organisation des activités de maintenance doit être constamment évaluée et améliorée. Cela peut inclure l'identification des goulots d'étranglement, la recherche de moyens d'optimiser les processus, l'adoption de nouvelles technologies ou méthodes, et l'écoute des commentaires des équipes de maintenance pour apporter des ajustements et des améliorations.

I.9 Technologie de la maintenance outils et perspectives :

La technologie de la maintenance englobe l'utilisation d'outils et de perspectives innovants pour améliorer les processus de maintenance industrielle. Ces avancées technologiques visent à optimiser l'efficacité, la fiabilité et la disponibilité des équipements, tout en réduisant les coûts et les temps d'arrêt. Voici quelques exemples d'outils et de perspectives dans le domaine de la maintenance :

I.9.1 Gestion assistée par ordinateur (GMAO) : Les systèmes de GMAO sont des logiciels spécialisés qui permettent de gérer les activités de maintenance de manière centralisée. Ils permettent de planifier, suivre et analyser les interventions de maintenance, de gérer les stocks de pièces de rechange, de générer des rapports et d'optimiser la gestion des ressources.

I.9.2 Internet des objets (IoT) : L'IoT permet la connectivité entre les équipements et les systèmes de gestion, permettant ainsi la collecte de données en temps réel. Cela facilite la surveillance à distance, la détection des pannes, la maintenance prédictive et la prise de décision basée sur les données.

I.9.3 Réalité augmentée (RA) et réalité virtuelle (RV) : Ces technologies offrent des outils de formation, de visualisation et de collaboration immersifs pour les techniciens de maintenance. Ils permettent d'accéder à des informations en temps réel, de simuler des interventions, de guider les techniciens à travers des procédures étape par étape et de résoudre les problèmes à distance.

Ces outils et perspectives technologiques offrent de nouvelles possibilités pour améliorer la performance et l'efficacité des activités de maintenance industrielle. Ils permettent d'optimiser la gestion des équipements, de réduire les temps d'arrêt, d'augmenter la durée de vie des actifs et d'optimiser les coûts de maintenance.

I.10 Présentation de la méthode AMDEC :

I.10.1 Définition de l'AMDEC :

L'AMDEC (Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité), également connue sous le nom de FMECA (Failure Modes, Effects and Criticality Analysis)

en anglais, est une méthode d'analyse prévisionnelle de la fiabilité utilisée dans divers secteurs industriels. Son objectif est de recenser et d'évaluer les modes de défaillance potentiels qui pourraient affecter le bon fonctionnement d'un moyen de production, d'un équipement ou d'un processus. Elle permet ensuite d'estimer les risques associés à ces défaillances afin de prendre des mesures correctives ou préventives.

L'AMDEC peut être appliquée à différentes étapes du cycle de vie d'un système, allant de la conception initiale à la maintenance et à l'amélioration continue. En utilisant cette méthode, les organisations sont en mesure de prendre des décisions éclairées en ce qui concerne la conception, la sélection des équipements, la planification de la maintenance et la gestion des risques liés aux défaillances.

L'objectif global de l'AMDEC est d'améliorer la fiabilité, la disponibilité et la sécurité des systèmes, en identifiant les modes de défaillance critiques et en mettant en place des actions appropriées pour les prévenir ou les atténuer. Elle offre ainsi une approche structurée pour gérer les risques de défaillance et optimiser la performance des équipements et des processus industriels.

I.10.2 Les objectifs de l'AMDEC :

Les objectifs de la méthode AMDEC sont les suivants :

- Identifier les défaillances potentielles.
- Évaluer la criticité des défaillances.
- Proposer des actions préventives.
- Optimiser les plans de maintenance.
- Améliorer la fiabilité et la disponibilité.
- Renforcer la sécurité.

Ces objectifs visent à prévenir les défaillances, à améliorer la maintenance, à optimiser les ressources, à garantir un fonctionnement fiable et sécurisé des équipements et à minimiser les temps d'arrêt non planifié

I.10.3 Typologie de l'AMDEC :

L'AMDEC (Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité) peut être classée en différentes typologies en fonction de son application et de son objectif. Voici quelques typologies couramment utilisées :

a. AMDEC produit :

L'AMDEC produit est une méthode d'analyse largement utilisée dans divers secteurs industriels de pointe depuis les années 60. Elle a été adoptée en premier lieu par le secteur automobile américain et l'US Army. L'objectif de l'AMDEC produit est d'analyser la conception d'un produit pendant sa phase de développement afin d'améliorer sa qualité et sa fiabilité prévisionnelle. Elle se divise en deux types : l'AMDEC conception, réalisée en amont lors de l'élaboration du cahier des charges, et l'AMDEC matériel, effectuée après la définition des solutions techniques. L'AMDEC conception vise à identifier les défauts potentiels du produit et à proposer des solutions d'amélioration au niveau fonctionnel. Quant à l'AMDEC matériel, elle se concentre sur l'identification des points critiques et des modifications nécessaires avant la validation finale des choix techniques. Ainsi, grâce à l'AMDEC, les organisations peuvent anticiper les défaillances potentielles, améliorer la qualité de leurs produits et renforcer leur fiabilité.[7]

b. AMDEC de processus :

L'AMDEC Process consiste à analyser les modes de défaillance liés au processus de fabrication d'un produit. Cette méthode intervient après la détermination des choix techniques et vise à définir de manière précise les différentes étapes du processus de fabrication. Avant de réaliser l'AMDEC Process, il est essentiel d'identifier les opérations nécessaires à la fabrication du produit. L'objectif principal de cette démarche est d'évaluer les points critiques du procédé établi et d'apporter des modifications si nécessaire. Elle offre également l'opportunité d'élaborer un plan de surveillance adapté. Dans le cadre de cette méthode, on étudie les conséquences que pourraient entraîner les défaillances sur les utilisateurs du produit et sur l'environnement de production. Les modes de défaillance sont identifiés en examinant la description détaillée des opérations, tandis que les causes retenues sont liées aux spécificités du procédé de fabrication. En résumé, l'AMDEC Process permet d'optimiser le processus de fabrication en prévenant les défaillances et en assurant la qualité et la fiabilité du produit final.[7]

c. AMDEC Moyens de Production :

L'AMDEC Moyens de Production, également connue sous le nom d'AMDEC Machine, est une méthode d'analyse des défaillances liées aux machines utilisées dans le processus de production, avec un accent particulier sur la maintenance. Cette approche vise à évaluer les risques potentiels liés aux machines et à prendre des mesures préventives pour assurer leur disponibilité et leur sécurité. L'objectif est d'identifier les défaillances qui pourraient survenir au niveau des machines et d'anticiper les problèmes de maintenance, tels que les pannes, les dysfonctionnements ou l'usure excessive des composants. En examinant en détail les différentes fonctions et composants de la machine, on cherche à identifier les modes de défaillance possibles et les causes associées, qu'elles soient d'origine physique, opérationnelle ou liées à l'environnement de travail. Cela permet de mettre en place des actions correctives ou préventives pour minimiser les risques de défaillance et garantir le bon fonctionnement et la durabilité des machines. En intégrant l'AMDEC Moyens de Production dans la gestion de la maintenance, les entreprises peuvent améliorer la fiabilité, la disponibilité et les performances de leurs moyens de production.[7]

Il est important de souligner que les typologies mentionnées précédemment ne sont pas exhaustives et peuvent être combinées en fonction des besoins et de la complexité du système étudié. L'AMDEC offre une flexibilité permettant de l'adapter aux exigences spécifiques de chaque projet ou domaine d'application. Par ailleurs, il existe d'autres déclinaisons possibles de l'AMDEC, telles que l'AMDEC service ou l'AMDEC contrôle. Bien que moins répandues, ces variantes sont parfois intégrées dans le cadre d'une AMDEC standard. Ainsi, l'application de la méthode AMDEC offre une souplesse pour répondre aux besoins spécifiques d'un secteur ou d'un processus donné.[7]

I.10.4 Intérêt pour l'entreprise d'adopter cette méthode :

Au sein d'une entreprise, l'application de l'AMDEC se traduit par divers avantages, notamment :

- Une optimisation de la production, avec une réduction des erreurs dès la première réalisation du produit.

- Une amélioration continue des moyens de production pour minimiser les défaillances.
- Une optimisation de l'organisation globale de l'entreprise.
- L'établissement d'un seuil de qualité à atteindre et la mise en place des mesures nécessaires pour y parvenir.
- Une analyse approfondie de chaque défaut de production.
- La rédaction de recommandations en cas de défaillances identifiées.

I.10.5 Les étapes pour implémenter la méthode AMDEC :

La méthode AMDEC est utilisée pour évaluer les risques associés à des processus, des produits ou des systèmes. Elle se divise en deux aspects : l'aspect qualitatif et l'aspect quantitatif.

Dans l'aspect qualitatif, l'objectif est de recueillir les défaillances potentielles des processus, d'identifier leurs causes et de comprendre les conséquences possibles sur les clients, les utilisateurs et l'environnement. Il s'agit d'analyser en détail les différents scénarios de défaillance et d'évaluer leurs impacts.

Quant à l'aspect quantitatif, il consiste à mesurer le niveau de risque associé à chaque défaillance identifiée. Cette évaluation quantitative permet de hiérarchiser les défaillances en fonction de leur gravité et de leur impact sur les clients, les utilisateurs et l'environnement, tant sur le plan interne qu'externe. L'objectif est d'identifier les actions nécessaires en fonction de l'impact potentiel de chaque défaillance.

Voyons ci-après les phases pour implémenter la méthode AMDEC :

Phase 1 : Constituer un groupe de travail

La première étape consiste à former une équipe de travail composée de membres qualifiés et représentatifs des différentes parties prenantes. Ces membres peuvent inclure des experts techniques, des spécialistes du domaine, des opérateurs et des responsables de la qualité. L'équipe travaillera ensemble pour mener à bien l'analyse AMDEC.

Phase 2 : Faire une analyse fonctionnelle du procédé (ou de la machine)

Dans cette phase, l'équipe effectue une analyse approfondie du procédé ou de la machine concerné(e). L'objectif est de comprendre les fonctions principales, les interactions, et les

exigences du procédé ou de la machine. Cela permet de déterminer les objectifs et les critères de performance attendus.

Phase 3 : Faire l'analyse des défaillances potentielles

L'équipe procède à une analyse exhaustive des défaillances potentielles du procédé ou de la machine. Cela implique d'identifier toutes les défaillances possibles qui pourraient survenir, ainsi que leurs causes probables. Les défaillances peuvent inclure des pannes mécaniques, des erreurs humaines, des défaillances des systèmes, etc.

Phase 4 : Évaluer ces défaillances et déterminer leur criticité

Dans cette phase, chaque défaillance identifiée est évaluée en termes de sa criticité, qui est calculée en prenant en compte la gravité de la défaillance, la fréquence d'apparition et la probabilité de non détection. La criticité de chaque défaillance est ensuite classée en utilisant une matrice de criticité, qui combine l'évaluation de la gravité et de la fréquence. Cela permet de hiérarchiser les défaillances en fonction de leur importance.

Phase 5 : Définir et planifier des actions

Après avoir évalué les défaillances et déterminé leur criticité, l'équipe définit et planifie des actions pour traiter les défaillances les plus critiques. Ces actions peuvent inclure la mise en place de mesures de prévention, l'amélioration des procédures de maintenance, l'ajout de dispositifs de détection de défaillance, ou d'autres actions visant à réduire les risques associés aux défaillances identifiées. Un plan d'action détaillé est établi, en précisant les responsabilités, les délais et les ressources nécessaires.

En suivant ces différentes phases, la méthode AMDEC permet d'identifier et de gérer les défaillances potentielles d'un procédé ou d'une machine de manière systématique, en se concentrant sur les défaillances les plus critiques. Cela contribue à améliorer la fiabilité, la sécurité et la performance globale du système étudié.

I.11 Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons fourni une base solide pour une compréhension approfondie de la maintenance industrielle, en présentant sa nature, ses principes et ses objectifs. Nous avons accordé une attention particulière à l'approche AMDEC (Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité).

CHAPITRE II :
PRÉSENTATION DU BANC D'ESSAI DES
POMPES D'INJECTION DE CARBURANT
DIESEL

II.1 Introduction :

Le banc d'essai de pompe d'injection de carburant diesel est un outil crucial pour tester et optimiser les performances des pompes d'injection de carburant diesel. En effet, les pompes d'injection de carburant diesel sont des composants essentiels des moteurs diesel, responsables de fournir le carburant nécessaire pour le processus de combustion.

Ces pompes doivent être performantes pour assurer un fonctionnement optimal des moteurs diesel, ce qui explique l'importance des bancs d'essai pour les tester. Les bancs d'essai permettent aux techniciens de mesurer avec précision les performances de la pompe d'injection, de déterminer les problèmes éventuels et d'optimiser ses performances.

Dans ce chapitre, nous explorerons les caractéristiques du banc d'essai de pompe d'injection de carburant diesel, ainsi que les différentes étapes du processus de test et d'analyse des résultats. Nous discuterons également des avantages et des limites de cet outil.

II.2 La pompe d'injection de carburant diesel :

Une pompe à injection est une pièce qui fait partie du système moteur. La pompe à injection permet de transmettre aux injecteurs la dose nécessaire de carburant.

Sa particularité est qu'elle ajuste de façon très précise la dose nécessaire de carburant à injecter.

La pompe à injection fonctionne de façon très simple : Le carburant est pompé et monté en pression par la pompe à injection. Il est ensuite distribué vers les différents injecteurs ou rampes communes du moteur suivant un cycle défini avec un dosage optimum suivant les différents régimes et charges du moteur.

Il existe plusieurs sortes de pompes à injection avec un débit et une pression précis qui diffèrent d'un moteur à un autre et d'un constructeur de véhicules à un autre.

II.2.1 La pompe d'injection en ligne ou rotative :

Sa pression est comprise entre 100 à 250 bars.

a.) La pompe d'injection en ligne :

Elle est composée des éléments de pompage, au même nombre que les cylindres à alimenter, et qui sont animés par un arbre à cames. (pompe à 2 cylindres, 4 cylindres, 6 cylindres, 8 cylindres et 12 cylindres)

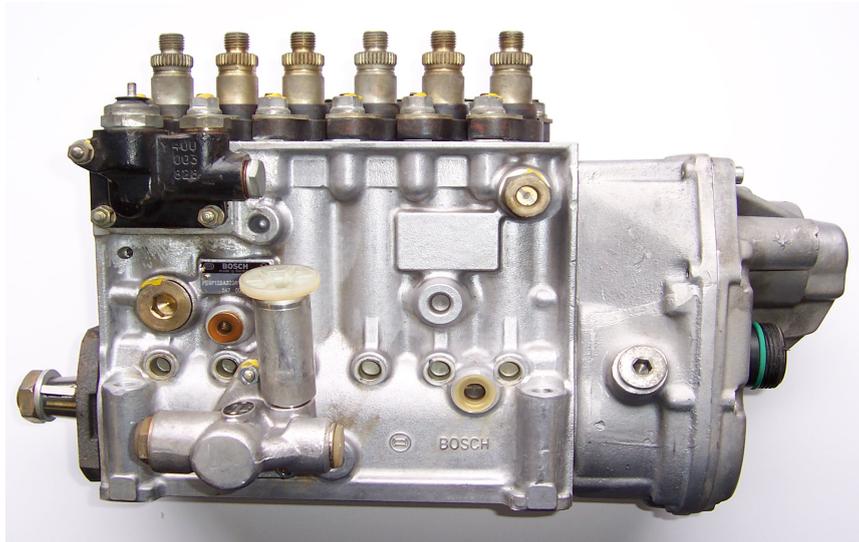


Figure II.1: La pompe d'injection en ligne.

b.) La pompe d'injection rotative :

Elle ne comporte qu'un seul élément de pompage, qui refoule le combustible dans une tête hydraulique munie d'autant de sorties que de cylindres à alimenter.

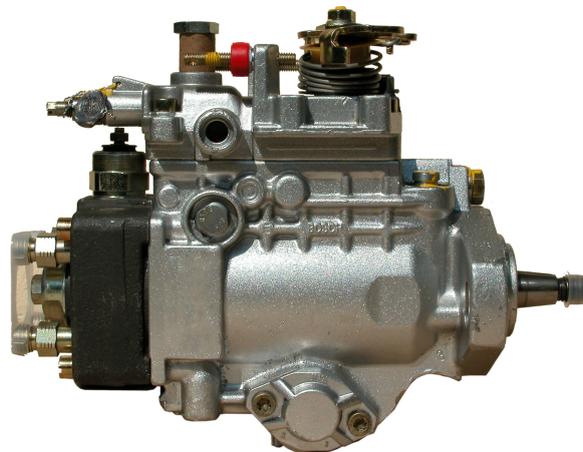


Figure II.2: La pompe d'injection rotative.

II.2.2 Les éléments de pompage se composent de :

- Un arbre à cames et des poussoirs à galets permettant de mettre en mouvement le piston ;
- Un piston et une chemise qui assurent la pression du combustible dans la pompe en ligne et une tête hydraulique dans la pompe rotative ;
- Un ressort comprimé qui permet de maintenir le piston en pression ;

II.2.3 La pompe d'injection haute pression :

a. La pompe d'injection haute pression à rampe commune :

C'est un système d'injection Diesel dont les injecteurs sont alimentés par une rampe commune et pilotés électroniquement par un calculateur d'injection. Sa pression est comprise entre 1 600 et 2 000 bars.



Figure II.3: Pompe d'injection haute pression à rampe commune.

b. La pompe d'injection haute pression à injecteurs :

Cette pompe contient une nouvelle technologie pour laquelle les injecteurs pompe sont commandés électriquement par un calculateur spécifique sa pression est comprise entre 1600 et 2000 bars. Les injecteurs pompe sont commandés électriquement par un calculateur.



Figure II.4: Pompe d'injection haute pression.

II.3 Le banc d'essai des pompes d'injection de carburant diesel :

Le banc d'essai est un dispositif essentiel utilisé par les techniciens et les ingénieurs de l'industrie automobile pour évaluer et tester les performances des pompes d'injection diesel. Il permet de mesurer différentes caractéristiques clés telles que la pression de sortie du carburant, le débit et la précision du calage de l'injection, entre autres.

L'objectif principal du banc d'essai est de simuler les conditions de fonctionnement d'une pompe d'injection afin de permettre aux techniciens de la tester en toute sécurité et avec une grande précision. Pour réaliser ces tests, la pompe est fixée sur le banc d'essai et connectée à un moteur simulé. Le banc d'essai est équipé de capteurs de pression et de débit qui permettent de mesurer les performances de la pompe.

Une fois les tests effectués, les résultats sont analysés pour déterminer si la pompe est conforme aux normes de performance standard. En se basant sur ces résultats, le technicien peut diagnostiquer d'éventuels problèmes dans la pompe et procéder aux ajustements nécessaires ou à la réparation afin d'optimiser ses performances.

Il est important de souligner que le banc d'essai offre aux techniciens un environnement contrôlé et sûr pour tester les pompes d'injection, ce qui permet d'identifier les éventuelles

défaillances et de garantir leur bon fonctionnement avant leur utilisation dans les véhicules. Cela contribue à assurer la fiabilité et l'efficacité des systèmes de carburant diesel dans l'industrie automobile.



Figure II.5: Banc d'essai de pompe injection de carburant diesel.

II.4 Le rôle du banc d'essai des pompes d'injection de carburant diesel :

Le banc d'essai de pompe d'injection de carburant diesel est un équipement essentiel qui permet de réaliser divers tests et mesures sur les pompes d'injection. Son objectif principal est :

- Le banc d'essai de pompe d'injection a pour but en générale de tester le débit de carburant à la pompe.
- Le banc d'essai de pompe d'injection peut tester l'approvisionnement de carburant, et approvisionner uniformément chaque récipient de pompe.

- Pour tester le point de départ et l'angle d'intervalle d'approvisionnement de carburant.
- Il peut aussi être utilisé pour ajuster et tester les performances de fonctionnement du limiteur de régime.
- Le banc d'essai de pompe d'injection est aussi une bonne solution pour le testage de l'étroitesse de pompe d'injection.
 - Pour tester la pression d'ouverture du ressort de soupape de sortie d'huile.
 - Pour tester la pression d'ouverture de pièce de valve de surplus.
 - Pour mesurer la distribution de reflux des compensateurs de pression
 - Pour tester les performances et l'étanchéité des compensateurs de pression
 - Pour tester les performances du limiteur de régime pneumatique
 - Pour détecter les performances électromagnétiques de la valve de la pompe d'injection
- Le banc d'essai d'une pompe d'injection peut aussi être utilisé pour détecter la cavité de pompe de « pompes distributrices ».
 - Détection de pré déplacement de pompe d'injection.
 - Le banc d'essai de pompes d'injection spéciales peut aussi être utilisé pour tester les performances de fonctionnement avancées.
- Le banc d'essai de pompe d'injection est aussi applicable pour le test de performance de pompe de transfert d'huile.[8]

II.5 Historique du banc d'essai pour les pompes d'injection de carburant diesel :

L'histoire du banc d'essai de pompe d'injection de carburant diesel remonte au début du XXe siècle. À mesure que les moteurs diesel gagnent en popularité dans diverses industries, il est devenu essentiel de développer des méthodes pour tester et évaluer les performances des pompes d'injection de carburant diesel.

Au fil du temps, différents fabricants et ingénieurs se sont engagés dans la conception et la construction de bancs d'essai spécifiques à cet usage. Parmi les pionniers figurent des

entreprises renommées telles que Bosch, Delphi, Hartridge, Zexel, Cummins et bien d'autres, chacune apportant sa contribution à l'évolution de cette technologie.

Au début, les bancs d'essai étaient plutôt rudimentaires, se concentrant principalement sur la mesure du débit de carburant et de la pression d'injection. Cependant, au fur et à mesure que les moteurs diesel devenaient plus complexes, les bancs d'essai ont été améliorés pour inclure une gamme plus large de tests et de mesures.

Les fabricants de bancs d'essai ont cherché à reproduire les conditions réelles de fonctionnement des pompes d'injection de carburant diesel afin de pouvoir évaluer leur performance avec précision. Cela a conduit à l'introduction de fonctionnalités telles que la simulation des cycles d'injection, la synchronisation précise des injecteurs et la mesure des paramètres tels que l'approvisionnement en carburant, les angles d'injection et les caractéristiques de régulation.

Au fil des décennies, les bancs d'essai de pompe d'injection de carburant diesel sont devenus des outils de diagnostic essentiels dans l'industrie automobile et la maintenance des moteurs diesel. Ils sont utilisés par les fabricants de pompes d'injection pour garantir la qualité de leurs produits, ainsi que par les ateliers de réparation pour tester, diagnostiquer et ajuster les performances des pompes d'injection existantes.

Le banc d'essai de pompe d'injection de carburant diesel a été développé pour tester et améliorer les performances des pompes d'injection. Ces dispositifs jouent un rôle crucial en assurant le bon fonctionnement et la performance optimale des moteurs diesel dans une variété d'applications industrielles et automobiles.

II.6 Les composants principaux d'un banc d'essai de pompe d'injection de carburant diesel :

II.6.1 Structure du banc d'essai :

La structure du banc d'essai est la base sur laquelle les différents composants du banc d'essai sont fixés. Il offre une fondation solide et stable pour assurer le bon fonctionnement des tests.

II.6.2 Système de fixation :

Le système d'installation et de fixation comprend les dispositifs et les supports utilisés pour fixer la pompe d'injection avec les injecteurs simulateurs et les autres composants sur le banc d'essai. Ces dispositifs garantissent une fixation sécurisée et stable de la pompe pendant les tests, assurant ainsi la précision des mesures et la sécurité des opérateurs. Ce système se compose de :

a. Flasque :

Le flasque est utilisé pour connecter la pompe d'injection au moteur simulé du banc d'essai. Il permet une transmission précise du mouvement entre la pompe et le moteur.

b. Adaptateur :

L'adaptateur est utilisé pour remplacer le pignon d'entraînement habituel lors de la connexion entre le moteur simulé et la pompe d'injection. Il assure une liaison correcte entre les deux, permettant ainsi le fonctionnement synchronisé lors des tests.

c. Disque de traction :

Le disque de traction assure la transmission du mouvement entre la pompe d'injection et le moteur simulé du banc d'essai.

d. Support :

Il s'agit d'un dispositif qui maintient la pompe en place sur le banc d'essai, assurant sa stabilité pendant les tests.

II.6.3 Système d'injection :

a. Réservoir :

Le réservoir de carburant est utilisé pour stocker le carburant diesel utilisé lors des tests. Il est généralement équipé d'un système de filtration pour assurer la propreté du carburant et éviter les contaminants susceptibles d'affecter les performances de la pompe.

b. Pompe d'alimentation :

La pompe d'alimentation est responsable de fournir le carburant diesel nécessaire à la pompe d'injection. Elle assure l'aspiration du carburant depuis le réservoir et le transporte vers la

pompe d'injection, elle garantit un flux régulier et contrôlé vers la pompe d'injection.

c. Chauffage :

Le chauffage est utilisé pour maintenir une température appropriée du carburant pendant les tests. Cela peut être nécessaire pour simuler les conditions de fonctionnement réelles du moteur et garantir des résultats précis.

d. Tubes de carburant :

Les tubes de carburant sont des conduits utilisés pour acheminer le carburant du réservoir vers le système de la pompe d'injection. Leur caractéristique transparente permet de visualiser le flux de carburant à travers les tuyaux, ce qui facilite le contrôle visuel et la détection d'éventuels problèmes tels que les fuites ou les obstructions. Ils sont conçus pour être résistants aux produits chimiques et aux conditions de fonctionnement du carburant diesel, assurant ainsi une conduite fiable et sécurisée du carburant vers la pompe d'injection.

e. Injecteurs simulés :

Les injecteurs simulés sont une variété d'injecteurs installés sur le banc d'essai de la pompe d'injection de carburant. Ils sont reliés aux tuyaux métalliques qui les connectent à la pompe d'injection. Les injecteurs simulateurs sont conçus pour injecter le carburant dans les entonnoirs. Les injecteurs simulés permettent d'évaluer la performance de la pompe d'injection en mesurant le débit de carburant injecté et en vérifiant la synchronisation des injecteurs. Cela permet d'analyser et de quantifier les performances de la pompe dans des conditions similaires à celles d'un moteur réel.

f. Tuyaux métalliques :

Ces tuyaux relient la pompe d'injection aux injecteurs simulateurs du banc d'essai. Ils sont conçus pour supporter des pressions élevées et permettent la circulation du carburant à travers le système.

II.6.4 Système de lubrification :

Le système de lubrification assure la distribution d'une quantité appropriée d'huile de lubrification pour garantir le bon fonctionnement de la pompe d'injection et réduire l'usure des composants. Il se compose de :

a. Réservoir :

Le réservoir d'huile est utilisé pour stocker l'huile de lubrification utilisée pendant les tests. Il est généralement équipé d'un système de filtrage pour maintenir la propreté de l'huile.

b. Pompe à huile :

La pompe à huile est un dispositif qui assure l'alimentation en huile de lubrification en prélevant l'huile du réservoir et en la fournissant à la pompe d'injection.

c. Tubes :

Ils sont des conduits utilisés pour transporter l'huile de lubrification à travers le système de lubrification

II.6.5 Système pneumatique :

Il doit être raccordé au réseau d'air comprimé de l'atelier. Il fonctionne pour le contrôle de la suralimentation pneumatique de la pompe d'injection, pour le contrôle des régulateurs pneumatiques.[9] Il se compose de :

a. Vanne de réglage de pression :

C'est un composant qui permet de contrôler et ajuster la pression de l'air dans le système pneumatique. Elle permet de réguler la quantité d'air comprimé qui circule, offrant ainsi la possibilité de moduler la pression selon les besoins spécifiques de l'application.

b. Sortie de pression d'air :

C'est un raccordement du système pneumatique où la pression d'air est distribuée.

c. Indicateur numérique à pression :

C'est un dispositif qui mesure et affiche de manière numérique la pression de l'air dans le système pneumatique. Il permet à l'opérateur de visualiser avec précision la pression en temps réel, ce qui facilite le contrôle et le suivi des conditions de fonctionnement.

II.6.6 Système électrique :

a. Boîte électrique :

La boîte électrique est un boîtier qui abrite les composants électriques et les connexions nécessaires au fonctionnement du banc d'essai. Elle contient des interrupteurs, des relais, des fusibles, des câbles et d'autres dispositifs électriques nécessaires pour alimenter et contrôler les différents systèmes du banc d'essai. La boîte électrique est conçue pour assurer la sécurité électrique, la protection des circuits et faciliter les opérations de maintenance et de dépannage.

b. Moteur électrique :

Le moteur électrique ou le moteur simulé est un composant essentiel du banc d'essai utilisé pour évaluer les performances des pompes d'injection de carburant diesel. Il fonctionne comme un moteur électrique triphasé, alimenté par trois courants électriques alternatifs, créant ainsi un champ magnétique rotatif. Ce champ magnétique entraîne le rotor du moteur, fournissant la puissance nécessaire pour actionner la pompe d'injection pendant les tests. Le moteur simulé est conçu pour reproduire les conditions de fonctionnement réelles rencontrées par la pompe lorsqu'elle est installée dans un véhicule. Il permet de régler les vitesses de rotation, les charges et les cycles d'injection afin de simuler de manière précise les conditions auxquelles la pompe est soumise lorsqu'elle est en fonctionnement sur un véhicule. Cette simulation permet d'évaluer les performances de la pompe dans des conditions réalistes, assurant ainsi des tests précis et fiables.

c. Coupleur :

Le coupleur est utilisé pour connecter le moteur principal au système d'entraînement de la pompe d'injection. Il assure la transmission de la puissance du moteur au système de pompe pour permettre les tests et les mesures de performance.

d. Panneau de contrôle :

Le panneau de contrôle est l'interface à partir de laquelle les techniciens peuvent régler les paramètres de test et surveiller les performances du banc d'essai. Il comprend des boutons, des commutateurs, des indicateurs et des affichages pour faciliter la gestion des tests.

e. Convertisseur de fréquence :

Le convertisseur de fréquence est utilisé pour réguler la vitesse du moteur principal. Il permet de contrôler avec précision la vitesse de rotation du moteur et de simuler différentes conditions de fonctionnement du moteur diesel.

II.6.7 Système de capteurs :

a. Manomètre :

Le manomètre est un instrument de mesure utilisé pour évaluer la pression d'un fluide. Il est généralement composé d'un cadran gradué et d'une aiguille qui indique la valeur de la pression en unités spécifiques.

b. Débitmètre :

Le débitmètre est utilisé pour mesurer avec précision le débit de carburant fourni par la pompe d'injection. Il fournit des données précises sur la quantité de carburant injectée, ce qui permet d'évaluer les performances de la pompe.

Capteur de température:

c. Capteur d'air :

C'est un élément qui détecte la présence ou le débit d'air dans le système pneumatique. Il peut être utilisé pour surveiller la pression, la température, le débit ou d'autres paramètres de l'air. Le capteur envoie des signaux électriques ou électroniques en fonction des variations détectées, permettant ainsi le contrôle et la régulation appropriés du système pneumatique. C'est un élément qui détecte la présence ou le débit d'air dans le système pneumatique. Il peut être utilisé pour surveiller la pression, la température, le débit ou d'autres paramètres de l'air. Le capteur envoie des signaux électriques ou électroniques en fonction des variations détectées, permettant ainsi le contrôle et la régulation appropriés du système pneumatique.

d. Entonnoirs :

L'entonnoir est un instrument de forme conique, terminé par un tube, utilisé pour verser le carburant dans l'éprouvette. Son rôle principal est de permettre l'observation de l'émission du carburant par les injecteurs afin de déterminer s'ils fonctionnent correctement et s'ils éjectent le carburant de manière synchronisée ou s'il y a un décalage entre eux.

e. Eprouvettes graduées :

L'éprouvette est un récipient gradué utilisé pour mesurer avec précision le volume de carburant. Elle est généralement transparente, ce qui permet de visualiser le niveau de carburant à l'intérieur. L'éprouvette est essentielle dans le banc d'essai de la pompe d'injection de carburant, car elle permet de collecter et de quantifier le carburant pompé par la pompe, ce qui permet d'évaluer sa performance.

II.6.8 Système de sécurité :

Le système de sécurité à bouton-poussoir est un dispositif qui assure la protection des utilisateurs et la prévention des accidents en permettant l'arrêt d'urgence rapide du banc d'essai. Il est composé d'un bouton-poussoir qui, lorsqu'il est enfoncé, interrompt immédiatement le fonctionnement en coupant l'alimentation électrique.

II.6.9 Système de refroidissement :

Le système de refroidissement du banc d'essai assure le maintien de températures optimales en dissipant la chaleur générée lors des essais. Il utilise un ventilateur pour refroidir les composants du banc et maintenir des conditions de température stables. Il garantit ainsi des performances fiables et protège les composants contre les surchauffes.

- 
- 1) stand
 - 2) lubricating system
 - 3) feed pump and motor
 - 4) dirty oil tank
 - 5) heater
 - 6) oil tank
 - 7) sideways
 - 8) gathering oil tank
 - 9) dragging disc
 - 10) indicator arm
 - 11) main motor
 - 12) control panel
 - 13) inverter
 - 14) switch
 - 15) electric box
 - 16) electric board
 - 17) vacuum valve
 - 18) air holder
 - 19) vacuum holder
 - 20) feeding holder
 - 21) return oil holder
 - 22) oil pressure adjusting valve
 - 23) oil inlet holder
 - 24) oil return holder
 - 25) flow meter holder
 - 26) inside pressure holder
 - 27) flow meter
 - 28) couple
 - 29) low-pressure gauge
 - 30) emergency button
 - 31) feed pump stop button
 - 32) feed pump start button
 - 33) internal pressure gauge
 - 34) air pressure valve
 - 35) barometer
 - 36) vacuum gauge
 - 37) feeder pump stop button
 - 38) feeder pump start button
 - 39) emergency stop button
 - 40) high pressure gauge

Figure II.6: Les composants du banc d'essai [9]

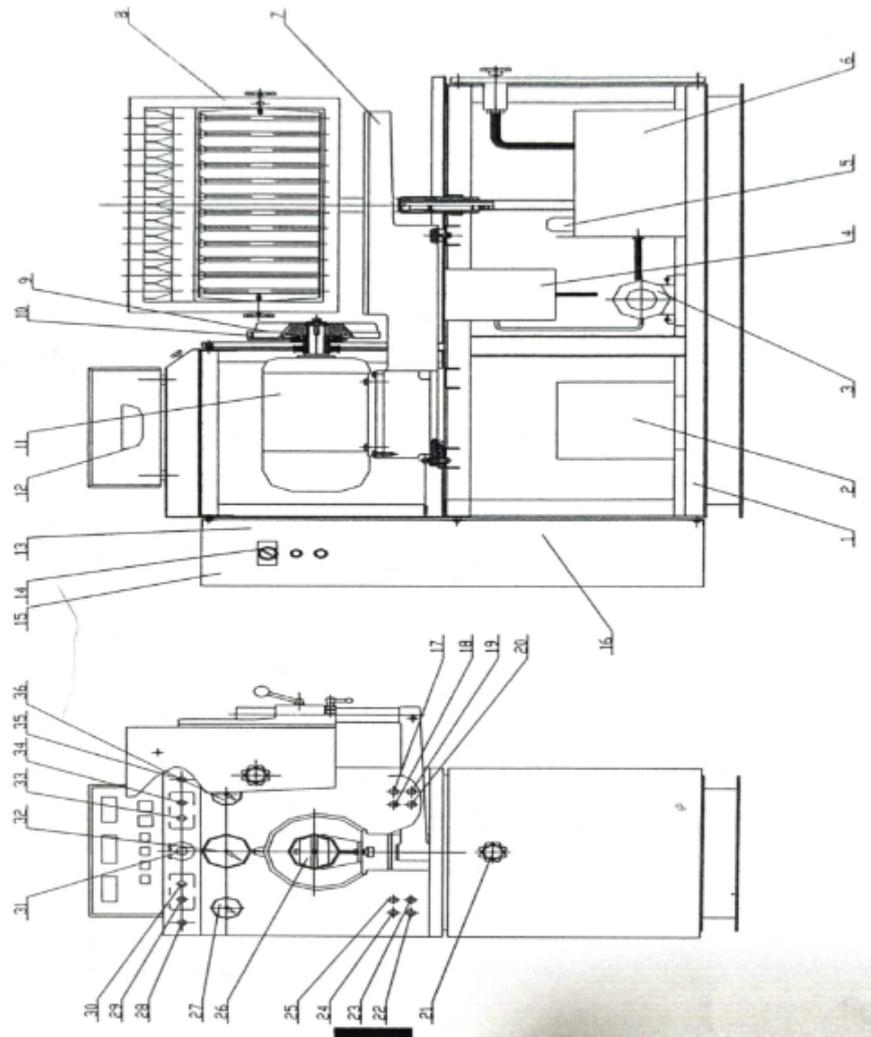


Figure II.7: L'emplacement des composant sur le banc d'essai [9]

II.7 Principe de fonctionnement d'un banc d'essai des pompes d'injection de carburant diesel :

Le banc d'essai de pompe d'injection de carburant diesel fonctionne en démarrant le moteur simulé, qui fournit la puissance nécessaire pour entraîner la pompe d'injection. Le moteur simulé est réglé pour reproduire les conditions de fonctionnement d'un moteur réel, ce qui permet de tester la pompe dans des situations similaires à celles rencontrées sur un véhicule. Pendant le fonctionnement du banc d'essai, le système de lubrification entre également en jeu. Il s'agit d'un système qui assure une lubrification adéquate des différentes pièces mobiles de la pompe et du moteur simulé. Lorsque le moteur simulé démarre, le

système de lubrification se déclenche, fournissant de l'huile lubrifiante aux endroits critiques pour réduire les frottements et assurer le bon fonctionnement des composants. Grâce à la combinaison du moteur simulé et du système de lubrification, le banc d'essai est capable de simuler les conditions de fonctionnement réelles d'une pompe d'injection de carburant diesel. Cela permet aux techniciens d'évaluer les performances de la pompe, de mesurer la pression de sortie du carburant, le débit et la précision du calage de l'injection, entre autres caractéristiques importantes. Le fonctionnement du banc d'essai offre ainsi un environnement sécurisé et contrôlé pour tester et évaluer les performances de la pompe d'injection. Les résultats obtenus lors des tests permettent aux techniciens de diagnostiquer d'éventuels problèmes dans la pompe, d'ajuster ses paramètres ou de procéder aux réparations nécessaires afin d'optimiser ses performances.

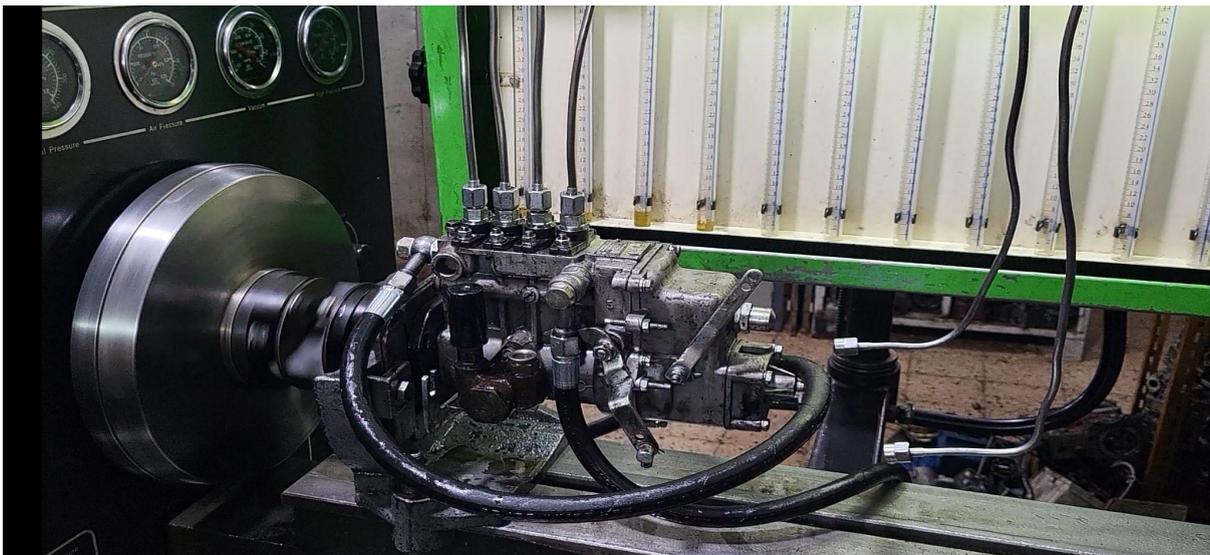


Figure II.8: Banc d'essai de pompe injection de carburant diesel en fonction.

II.7.1 Domaine d'utilisation du banc d'essai :

- a. Mesure de la distribution de chaque cylindre à n'importe quelle vitesse.
- b. Point de test et angle d'intervalle d'approvisionnement en carburant de la pompe d'injection.
- c. Vérification et ajustement du régulateur mécanique.
- d. Vérification et ajustement de la pompe de distribution.

- e. Expérimentation et ajustement du comportement du dispositif de suralimentation et de compensation.
- f. Mesure du retour de carburant de la pompe de distribution.
- g. Test de la soupape électromagnétique de la pompe de distribution.
- h. Mesure de la pression interne de la pompe de distribution.
- i. Vérification de l'angle d'avance du dispositif d'avance
- j. Vérification de l'étanchéité du corps de la pompe d'injection.
- k. Installation d'un tube d'alimentation en carburant à aspiration automatique pour vérifier la pompe d'alimentation en carburant.

II.8 Étapes de processus du test avec un banc d'essai d'une pompe d'injection diesel et analyse des résultats :

II.8.1 Étapes de processus du test :

Le test d'une pompe d'injection diesel sur le banc d'essai comprend plusieurs étapes pour analyser les résultats. Voici les étapes typiques du processus de test:

a. Préparation :

La préparation d'un banc d'essai pour effectuer un test de pompe d'injection diesel est une étape cruciale. Elle implique de s'assurer que le banc est propre et exempt de tout résidu, de vérifier les surfaces de montage et les dispositifs de fixation, et de préparer les connexions électriques et hydrauliques. Les dispositifs de contrôle et de mesure nécessaires sont également installés et nettoyés, tels que les capteurs de pression, les débitmètres, les entonnoirs et les éprouvettes. Ainsi, des mesures de sécurité sont prises pour garantir un environnement de test sécurisé.

b. Montage de la pompe d'injection :

Le montage de la pompe d'injection diesel sur le banc d'essai requiert une attention particulière, assurant sa fixation sécurisée à l'aide de dispositifs spécifiques. Cette étape garantit la stabilité de la pompe pendant les tests. De plus, les composants essentiels tels que les injecteurs simulateurs, les tuyaux métalliques et les éprouvettes sont positionnés de

manière appropriée, prêts à être utilisés. Cette préparation méticuleuse assure que tous les éléments nécessaires sont en place pour réaliser les tests avec précision et fiabilité.

c. Alimentation en carburant :

Le banc d'essai est équipé d'un système d'alimentation en carburant diesel qui fournit le carburant nécessaire à la pompe d'injection. Un réservoir de carburant est utilisé pour stocker le carburant, qui est ensuite acheminé vers la pompe via des conduites appropriées.

d. Configuration du banc d'essai :

Le système électronique du banc d'essai est configuré en ajustant les paramètres du moteur simulé, tels que le régime et les modes de fonctionnement, en fonction des spécifications du test.

e. Injection de carburant :

Après avoir cliqué sur le bouton de démarrage, l'étape d'injection de carburant débute. Le carburant est versé dans les éprouvettes à l'aide d'un entonnoir, puis les injecteurs simulateurs entrent en action en injectant le carburant dans les éprouvettes selon les cycles d'injection prévus. Cette étape permet de simuler le processus d'injection de carburant dans des conditions de test contrôlées, offrant ainsi la possibilité d'évaluer les performances de la pompe d'injection de manière précise et reproductible.

II.8.2 Analyse des résultats de test d'une pompe d'injection:

L'analyse des résultats du test d'une pompe d'injection diesel dans un banc d'essai comprend généralement les étapes suivantes :

a. Mesure et acquisition des données :

Des capteurs sont utilisés pendant les essais pour collecter différentes informations, telles que la pression de carburant, le débit, la température et la vitesse de rotation. Ces données sont enregistrées et analysées ultérieurement pour évaluer les performances de la pompe d'injection. Pendant la collecte des données, les tests impliquent la variation des vitesses du moteur simulé, permettant ainsi d'obtenir une gamme complète de données de la pompe dans différentes conditions. Cette approche permet une évaluation précise de la pompe dans divers scénarios et configurations. Les mesures effectuées à différentes vitesses de rotation fournissent une vue complète des performances de la pompe d'injection de carburant. Ces

données collectées dans des conditions variables facilitent une analyse approfondie et une évaluation précise de la pompe sur une large plage de fonctionnement.

b. Surveillance des paramètres :

Les paramètres clés tels que la pression d'injection, la synchronisation des injecteurs et la performance globale de la pompe sont surveillés en temps réel à l'aide des instruments de contrôle et d'affichage du banc d'essai.

c. Tests de performance :

Le banc d'essai permet de réaliser différents tests de performance sur la pompe d'injection. Cela peut inclure des tests de débit de carburant à différentes vitesses de rotation, des tests de pression, des tests de régulation de la pression, des tests de démarrage à froid, etc.

d. Évaluation des performances :

Une fois le test terminé, les données enregistrées sont analysées pour évaluer la performance de la pompe d'injection. Les résultats des tests sont analysés pour évaluer les performances globales de la pompe d'injection. Cela inclut l'évaluation du débit de carburant, de la pression de carburant, de la régulation de la pression, de l'efficacité, de la consommation de carburant, etc. Les performances de la pompe peuvent être comparées aux spécifications du fabricant ou aux normes applicables.

e. Rapport de test :

Enfin, un rapport de test est généralement établi, résumant les résultats obtenus lors du test de la pompe d'injection. Ce rapport peut inclure des recommandations pour des ajustements ou des réparations éventuelles si nécessaire.

Le processus de test d'une pompe d'injection diesel sur le banc d'essai permet de garantir son bon fonctionnement et de détecter d'éventuels problèmes ou dysfonctionnements. Il joue un rôle essentiel dans l'assurance de la qualité des pompes d'injection avant leur installation dans les véhicules.

II.9 Les avantages et les limites d'un banc d'essai des pompes d'injection de carburant diesel :

II.9.1 Les avantages :

- Mesure précise des performances : Un banc d'essai permet de mesurer avec précision les performances d'une pompe d'injection diesel, y compris le débit de carburant, la pression d'injection, le temps d'injection, la consommation de carburant, etc.
- Diagnostic des problèmes : Le banc d'essai permet également de diagnostiquer les problèmes éventuels de la pompe d'injection diesel, ce qui facilite la maintenance et la réparation du système d'injection.
- Optimisation des performances : En mesurant les performances de la pompe d'injection diesel, le banc d'essai permet d'optimiser les performances de la pompe et de garantir une combustion efficace et économique du carburant.
- Réduction des coûts : En identifiant et en résolvant rapidement les problèmes de la pompe d'injection diesel, le banc d'essai peut aider à réduire les coûts de maintenance et d'exploitation à long terme.
- Sécurité accrue : En garantissant que la pompe d'injection diesel fonctionne correctement, le banc d'essai contribue à améliorer la sécurité du véhicule en évitant les pannes ou les dysfonctionnements imprévus.
- L'évitement du double travail : le banc d'essai donne une précision élevée des résultats ce qui permet d'avoir des résultats sûrs et évitant le double travail (démontage et remontage dans la véhicule)
- Le banc d'essai permet de faire les réglages nécessaires sans avoir besoin de démonter la pompe.
- le banc d'essai assure la précision de la panne
- le banc d'essai Assure la sécurité du technicien et son travail aux conditions les plus confortables

II.9.2 Les limites :

- Manque de capacité de test : Les bancs d'essai peuvent ne pas être en mesure de tester tous les types de pompes d'injection diesel ou de reproduire toutes les conditions de conduite réelles.

-Maintenance régulière : Les bancs d'essai nécessitent une maintenance régulière pour garantir leur bon fonctionnement et leurs résultats précis, ce qui peut également représenter un coût supplémentaire.

II.10 Constructeurs du banc d'essai des pompes d'injection de carburant diesel :

Il existe plusieurs constructeurs renommés de bancs d'essai pour les pompes d'injection de carburant diesel dans le monde. Voici quelques-uns d'entre eux :

Bosch : Bosch est un fournisseur leader de systèmes d'injection de carburant et de technologies automobiles. Ils proposent une gamme de bancs d'essai pour les pompes d'injection de carburant diesel.[10]

Delphi : Delphi est une société internationale spécialisée dans les technologies de propulsion et les solutions de gestion du moteur. Ils fabriquent également des bancs d'essai pour les pompes d'injection de carburant diesel.[11]

Hartridge : Hartridge est une entreprise britannique qui se concentre sur les équipements de test et de réparation pour les systèmes d'injection de carburant diesel. Ils sont réputés pour leurs bancs d'essai de haute qualité.[12]

Denso:est un fabricant japonais qui produit une large gamme d'équipements de test pour l'industrie automobile, y compris des bancs d'essai pour les pompes d'injection de carburant diesel.[13]

En Chine, il existe également plusieurs constructeurs de bancs d'essai pour les pompes d'injection de carburant diesel. Voici une sélection de quelque constructeurs:

Taian Dongtai manufacturer : Taian Dongtai est une entreprise chinoise qui se concentre sur la fabrication de machines et d'équipements automobiles. Ils offrent des bancs d'essai pour les pompes d'injection de carburant diesel, ainsi que d'autres équipements de test et de diagnostic automobile.[14]

NANT Test Equipments: c'est un fabricant chinois d'équipements de test automobile, y compris les bancs d'essai pour les pompes d'injection de carburant diesel. Leurs produits sont destinés aux tests de performance, à la calibration et à la réparation des systèmes d'injection de carburant.[15]

II.11 Conclusion :

Le deuxième chapitre nous a permis de développer une compréhension approfondie du banc d'essai des pompes d'injection diesel et de son importance dans les processus de test. Nous avons décrit en détail son fonctionnement, ses composants clés et les procédures d'essai associées. Cette étude approfondie nous a fourni les connaissances nécessaires pour aborder les défis liés à la maintenance et à l'amélioration du banc d'essai.

CHAPITRE III :
MAINTENANCE ET AMÉLIORATION
DU BANC D'ESSAI DE POMPE
D'INJECTION DIESEL

Partie I : La maintenance du banc d'essai :

III.1 Introduction :

Ce chapitre est consacré à la maintenance et à l'amélioration du banc d'essai pour pompe d'injection, en utilisant l'analyse AMDEC. La première partie met en évidence la maintenance préventive pour assurer le bon fonctionnement du banc d'essai. Grâce à l'AMDEC, nous serons en mesure d'identifier les modes de défaillance potentiels, d'évaluer leur impact sur les performances du système et de développer des stratégies de maintenance adéquates. Cela nous permettra de minimiser les temps d'arrêt non planifiés et d'améliorer la fiabilité globale du banc d'essai.

Dans la deuxième partie, nous nous concentrerons sur l'amélioration du banc d'essai. Après avoir réalisé l'analyse AMDEC, nous aurons une meilleure compréhension des faiblesses du système et des zones à améliorer. L'objectif sera d'améliorer les performances globales du banc d'essai, d'augmenter sa durée de vie et de réduire les coûts de maintenance à long terme.

III.2 Pourquoi l'AMDEC :

L'AMDEC, également connue sous le nom d'Analyse des Modes de Défaillances, de leurs Effets et de leur Criticité, est une méthode inductive que l'on utilise pour réaliser une analyse qualitative et quantitative de la fiabilité et de la sécurité d'un système. Cette méthode nous permet d'examiner de manière méthodique les défaillances potentielles des systèmes, d'étudier leurs causes et d'évaluer les conséquences sur le fonctionnement global. On applique cette méthode à notre système, le banc d'essai de pompe à injection de carburant diesel, afin d'identifier les défaillances possibles, de comprendre leurs causes et d'évaluer leurs impacts sur le fonctionnement du système. Une fois les défaillances hiérarchisées en fonction de leur niveau de criticité, des actions prioritaires sont mises en place et suivies de près.

III.3 Calcul de la criticité :

Le calcul de la criticité dans l'AMDEC est une étape essentielle pour évaluer l'importance et la priorité des modes de défaillance identifiés. Pour faire ce calcul nous aurons besoin de trois paramètres essentiels (la fréquence, la gravité et la détection de défaillance), ces paramètres ont des cotation qui diffèrent d'un système à un autre.

III.3.1 La fréquence d'apparition de la défaillance (F) :

La fréquence représente la probabilité d'apparition d'un mode de défaillance en relation avec la cause de la défaillance. Le tableau III.1 donne la cotation de la fréquence.

Tableau III.1 : Grille de cotation de la fréquence.

Niveau de fréquence	Indice	Définition
Fréquence très faible	1	Défaillance peu probable : Une défaillance par 2 ans ou plus.
Fréquence faible	2	Défaillance possible : Maximum une défaillance par semestre.
Fréquence moyenne	3	Défaillance fréquente : Maximum une défaillance par trimestre.
Fréquence forte	4	Défaillance très fréquente : Une défaillance par mois.

III.3.2 La gravité de la défaillance (G) :

La gravité représente le niveau de dommage ou d'impact négatif causé par la défaillance.

Le tableau II.2 illustre les cotations de la gravité.

Tableau III.2 : Grille de cotation de la gravité.

Niveau de gravité	Indice	Définition
Mineur	1	Temps d'arrêt < 1 h Aucune détérioration notable.

Chapitre III : Maintenance Et Amélioration Du Banc D'essai De Pompe D'injection

Diesel

Modéré	2	1h ≤ Temps d'arrêt < 3h Petite réparation sur place nécessaire.
Majeur	3	3h ≤ Temps d'arrêt < 6h Changement du matériel défectueux nécessaire.
Critique	4	Temps d'arrêt ≥ 6 h Intervention lourde nécessitant des moyens coûteux.

III.3.3 La probabilité de non détection de la défaillance (N)

Représente le risque qu'une défaillance ne soit pas identifiée lors des inspections ou des tests.

Le tableau III.3 présente la cotation de détection.

Tableau III.3 : Grille de cotation de la détection.

Niveau de probabilité de détection	Indice	Définition
Détection évidente	1	Détection pratiquement certaine de la défaillance.
Détection possible	2	Une détection probable de la défaillance.
Détection improbable	3	Une détection peu probable de la défaillance.
Détection impossible	4	Défaillance indécélable.

III.3.5 la Criticité (C) :

La criticité, représentée par la formule $C = F * G * N$, est utilisée pour évaluer l'impact des défaillances sur le système. Elle quantifie l'importance d'une défaillance en prenant en compte les facteurs de gravité (G), de fréquence (F) et de probabilité de non détection (N). Ainsi, la criticité permet d'évaluer le niveau d'impact associé à chaque défaillance et d'orienter les actions correctives en conséquence. Son utilisation aide à identifier les priorités d'intervention afin de minimiser les conséquences négatives sur le système.

III.3.6 Classification de la criticité :

La classification de la criticité est un outil utilisé pour évaluer et prioriser les défaillances en fonction de leur impact sur le système. Elle aide à prendre des décisions en matière d'action corrective. En se basant sur la valeur de la criticité, les problèmes sont classés et répartis en différentes catégories (voir tableau III.4). Cela permet d'identifier les points critiques et de déterminer les actions nécessaires pour les résoudre. L'utilisation d'intervalles de niveaux de criticité adaptés permet de se concentrer sur les problèmes les plus importants et de minimiser les conséquences négatives sur le système.

Tableau III.4 : Niveau de criticité.

Niveau de criticité	Définition
Faible : $1 \leq C < 10$	Maintenance corrective.
Moyen : $10 \leq C < 16$	Maintenance préventive systématique.
Élevé : $16 \leq C < 24$	Maintenance préventive conditionnelle.
Critique : $24 \leq C < 64$	Remise en cause complète de l'équipement.

III.4 Démarche pratique de l'application de l'AMDEC :

Dans notre démarche pratique de l'application de l'AMDEC pour l'analyse des défaillances potentielles, nous avons suivi un processus en quatre étapes pour optimiser la fiabilité de notre système. Les étapes suivies sont les suivantes :

Etape 1 : Initialisation

Dans la première étape, on a formé un groupe de travail multidisciplinaire. L'équipe de maintenance, composée de nous, des encadreurs, des techniciens et de l'opérateur de la machine, s'est réunie pour définir clairement le système à étudier, discuter des objectifs de l'AMDEC et établir un calendrier de réunions. On a planifié en détail chaque réunion, en déterminant les points clés à aborder et les délais impartis. Cette phase a été cruciale pour assurer la collaboration et l'engagement de tous les membres du groupe, afin de réaliser une

Chapitre III : Maintenance Et Amélioration Du Banc D'essai De Pompe D'injection

Diesel

analyse approfondie et de prendre des décisions éclairées pour améliorer la maintenance de notre banc d'essai.

Etape 2 : Décomposition fonctionnelle

Dans la deuxième étape, on a réalisé une analyse fonctionnelle du système du banc d'essai. Pour mieux comprendre le fonctionnement de chaque partie, on a découpé le système en blocs fonctionnels distincts, représentant les sous-systèmes et leurs éléments étudiés. Cette approche nous a permis d'appréhender précisément les interactions et les fonctions assurées par chaque partie du système, facilitant ainsi une analyse approfondie et une évaluation des performances.

Etape 3 : Analyse AMDEC

Cette étape représente l'analyse de l'AMDEC, on a construit les tableaux de l'AMDEC qui servent à regrouper toutes les informations relatives à l'analyse de la défaillance. À partir de ces tableaux, on a procédé à l'analyse des défaillances potentielles de chaque élément. On a évalué les modes de défaillance, les causes potentielles de défaillance, les effets potentiels sur le système et sur l'utilisateur, ainsi que les mécanismes de détection appropriés. Par la suite, on a calculé le temps d'arrêt et les coûts associés pour estimer les critères de cotation tels que la fréquence, la gravité et la probabilité de non détection pour chaque combinaison. Ces données ont été utilisées pour évaluer la criticité de chaque défaillance et établir la matrice de criticité correspondante. Cette approche nous a permis de hiérarchiser les défaillances en fonction de leur importance, et ainsi de concentrer les efforts sur les défaillances les plus critiques lors de l'étape suivante de l'analyse.

Tableau III.5: Tableau AMDEC utilisé

Date de l'analyse :	AMDEC Machine- Analyses des Modes de Défaillances Et leurs Effets de Criticité						Phase de fonctionnement			
	Système :			Sous-ensemble :						
Elément	Fonction	Modes de défaillances	Défaillances	Causes de défaillance	Effets de défaillance	Détection	Criticité :			
							F	G	N	C

Etape 4 : Décisions

A la fin de notre processus, on a utilisé la méthode de Pareto pour interpréter les résultats obtenus. Cette approche nous a permis d'identifier et de prioriser les défaillances les plus significatives du système. Ensuite, on a réalisé une synthèse complète de l'étude afin d'assurer la fiabilité du système. Pour les éléments critiques, on a élaboré une gamme de maintenance préventive spécifique, ce qui implique la définition et la planification précise des actions à entreprendre pour prévenir les défaillances. Grâce à cette approche ciblée, on est en mesure d'optimiser la maintenance préventive et de garantir un fonctionnement optimal du banc d'essai.

III.5 Analyse fonctionnelle du banc d'essai :

L'analyse fonctionnelle du banc d'essai se déroule en deux étapes. La première consiste à réaliser un Diagramme de Bête à corne, qui permet d'identifier les fonctions principales du système . La deuxième étape est le découpage fonctionnel du système, où les fonctions principales sont décomposées en sous-fonctions plus détaillées, permettant ainsi d'analyser les éléments nécessaires à leur réalisation.

III.5.1 Diagramme de Bête à corne :

Le diagramme de Bête à corne est un outil graphique utilisé pour analyser les causes d'un problème. Sa forme ressemble à une tête de bête avec des cornes. La "tête" représente le problème principal, et les cornes les causes potentielles. Il permet d'identifier les facteurs contribuant au problème pour trouver des solutions adéquates. Dans ce qui suit le diagramme de Bête à corne du banc d'essai (figure III.1).

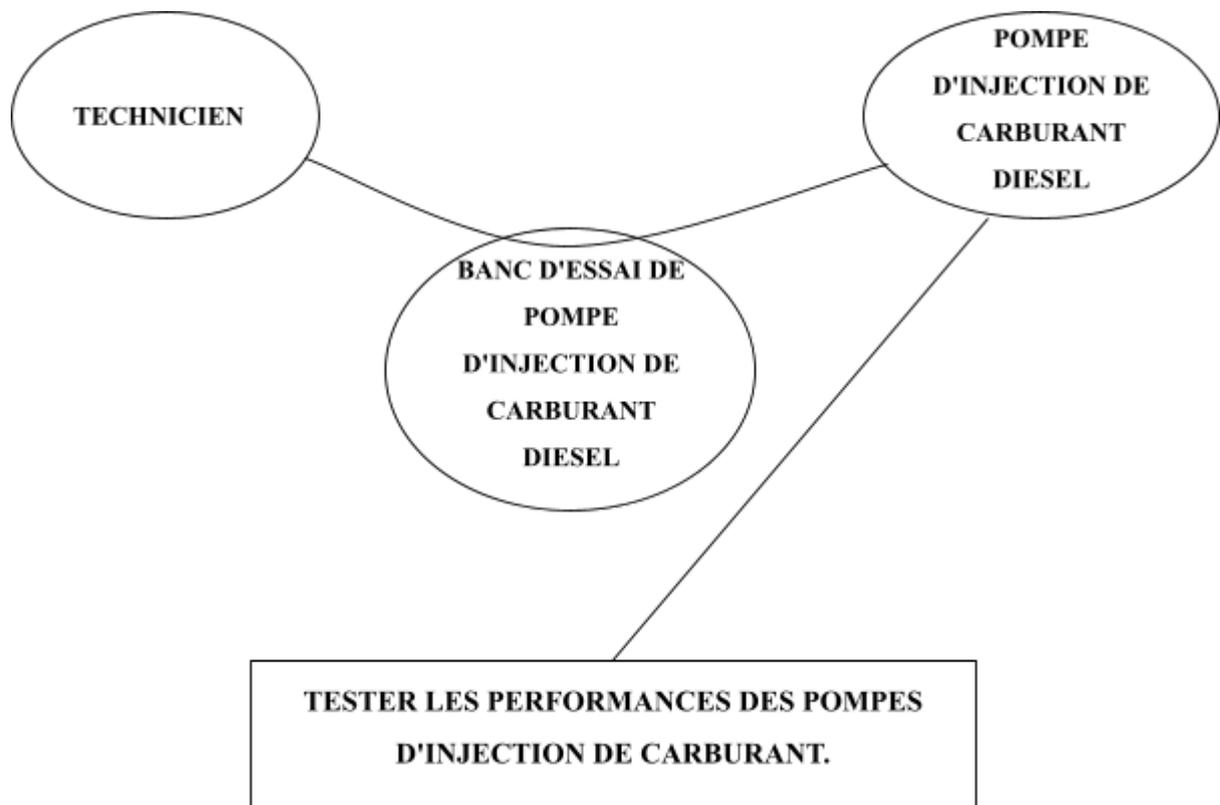


Figure III.1 : Diagramme de bête à corne.

III.5.2 Découpage fonctionnelle du système :

Le découpage fonctionnel du système consiste à analyser le fonctionnement global du système en identifiant les sous-systèmes et les éléments nécessaires à chaque fonctionnalité spécifique. Cela se fait en élaborant un diagramme fonctionnel qui permet de visualiser de manière claire et structurée les différents éléments et leur rôle dans le système global. Il facilite ainsi la compréhension des différentes fonctionnalités du système et des relations entre les sous-systèmes. Comme illustré dans la figure III.2 le découpage du banc d'essai de pompe d'injection de carburant diesel est comme suit :

Chapitre III : Maintenance Et Amélioration Du Banc D'essai De Pompe D'injection Diesel

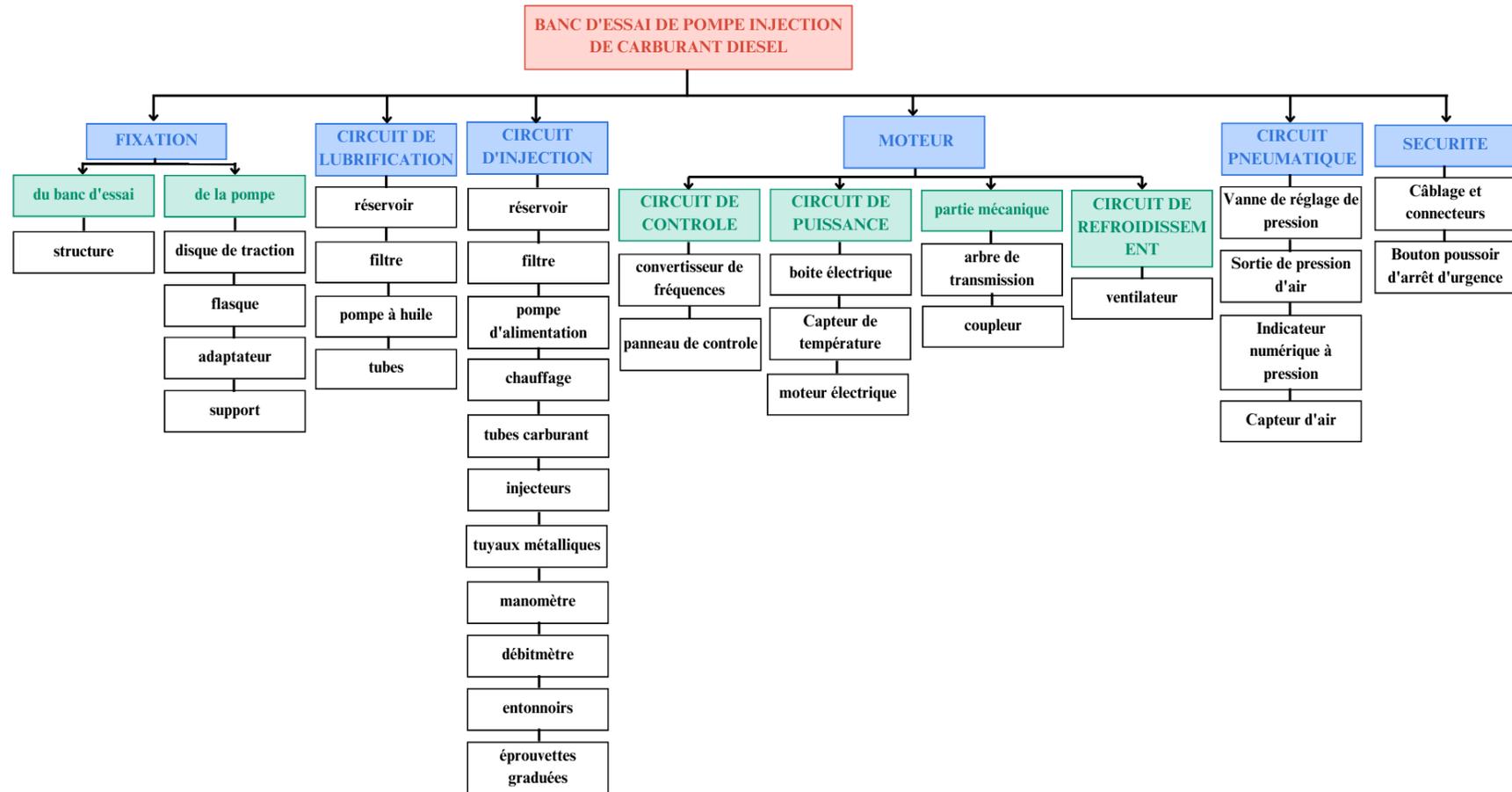


Figure III.2 : Découpage fonctionnelle du banc d'essai.

III.6 Analyse AMDEC :

Dans le cadre de l'analyse AMDEC, nous avons créé six tableaux, chacun correspondant à un sous-système spécifique du banc d'essai, d'après son analyse fonctionnelle. L'objectif de ces tableaux est d'analyser, pour chaque élément présent dans le sous-système, la défaillance potentielle, le mode de défaillance, la cause de la défaillance et l'effet de la défaillance. De plus, nous évaluons la gravité, la fréquence et la probabilité de non détection de chaque défaillance identifiée afin de calculer la criticité de chaque élément. Les tableaux III.6, III.7, III.8, III.9, III.10 et III.11 suivant présentent les résultats de l'analyse AMDEC du banc d'essai.

Chapitre III : Maintenance Et Amélioration Du Banc D'essai De Pompe D'injection Diesel

Tableau III.6 : Analyse AMDEC pour le banc d'essai / partie fixation

Date de l'analyse :	AMDEC Machine- Analyses des Modes de Défaillances Et leurs Effets de Criticité						Phase de fonctionnement			
	Système : Banc d'essai de pompe d'injection de carburant diesel			Sous-ensemble : Fixation						
Elément	Fonction	Modes de défaillances	Défaillances	Causes de défaillance	Effets de défaillance	Détection	Criticité :			
							F	G	N	C
Structure	Couvrir et protéger les éléments de système	-Défaillance structurelle	-Rouillé -Fissure	-Corrosion -Usure -Dommages mécaniques	-Dommages aux équipements -Dangers pour la sécurité des personnes	Visuelle	1	2	1	2
Disque de traction	Transmission du mouvement rotatif entre pompe et banc	-Vibration	-Rupture	-Usure excessive -Détérioration des surfaces du flasque	-Diminution des performances globales du système.	Visuelle	2	4	2	16

Chapitre III : Maintenance Et Amélioration Du Banc D'essai De Pompe D'injection Diesel

Date de l'analyse :	AMDEC Machine- Analyses des Modes de Défaillances Et leurs Effets de Criticité						Phase de fonctionnement			
	Système : Banc d'essai de pompe d'injection de carburant diesel			Sous-ensemble : Fixation						
Elément	Fonction	Modes de défaillances	Défaillances	Causes de défaillance	Effets de défaillance	Détection	Criticité :			
							F	G	N	C
Flasque	Support et une fixation des composants de la pompe d'injection	-Rupture	-Rouille -Déformé -Erosion	-Déformation -usure -corrosion	-Instabilité ou perte de support des composants fixés -Risque de dommages aux équipements	Visuelle	2	4	2	16
Adaptateur	Connexion entre le mécanisme et la pompe	-Rupture	- Usure -Erosion	-Mauvais ajustement -Friction	-Perte de fonctionnalité	Visuelle	2	3	2	12

Chapitre III : Maintenance Et Amélioration Du Banc D'essai De Pompe D'injection Diesel

Date de l'analyse :	AMDEC Machine- Analyses des Modes de Défaillances Et leurs Effets de Criticité						Phase de fonctionnement			
	Système : Banc d'essai de pompe d'injection de carburant diesel			Sous-ensemble : Fixation						
Elément	Fonction	Modes de défaillances	Défaillances	Causes de défaillance	Effets de défaillance	Détection	Criticité :			
							F	G	N	C
Support	Supporter la pompe d'injection	-Ne reste pas en position	-Cassé -Rouille -Déformé	-Dommages mécaniques	-Instabilité de la pompe lors du test.	Visuelle	1	4	1	4

Chapitre III : Maintenance Et Amélioration Du Banc D'essai De Pompe D'injection Diesel

Tableau III.7: Analyse AMDEC pour le banc d'essai / Circuit de lubrification

Date de l'analyse :	AMDEC Machine- Analyses des Modes de Défaillances Et leurs Effets de Criticité						Phase de fonctionnement			
	Système : Banc d'essai de pompe d'injection de carburant diesel			Sous-ensemble : Circuit de lubrification						
Elément	Fonction	Modes de Défaillances	Défaillances	Causes de défaillance	Effets de défaillance	Détection	Criticité :			
							F	G	N	C
Réservoir	Stocker l'huile lubrifiant	-Fuite externe	-Rouille	-Corrosion interne du réservoir d'huile	-Baisse du niveau d'huile nécessaire au bon fonctionnement du système	Visuelle	1	3	3	9
Filtre	Retenir les impuretés et les contaminants présents dans l'huile	-Écoulement réduit	-Obstruction	-Présence d'impuretés -Durée de vie	-Risque d'usure prématurée des composants	Visuelle	4	1	2	8

Chapitre III : Maintenance Et Amélioration Du Banc D'essai De Pompe D'injection Diesel

Date de l'analyse :	AMDEC Machine- Analyses des Modes de Défaillances Et leurs Effets de Criticité						Phase de fonctionnement			
	Système : Banc d'essai de pompe d'injection de carburant diesel			Sous-ensemble : Circuit de lubrification						
Elément	Fonction	Modes de Défaillances	Défaillances	Causes de défaillance	Effets de défaillance	Détection	Criticité :			
							F	G	N	C
Pompe à huile	Distribuer l'huile sous pression	-Fonctionnement irrégulier	-Fuite - Cavitation -Obstruction	-Présence des impuretés -Erosion des joints	-Lubrification insuffisante des composants	Sonore	1	4	3	12
Tube à huile	Transporter l'huile d'un point à un autre dans le système	-Fuit externe	-Troué	-Corrosion	-Perte d'huile -Lubrification insuffisante	Visuelle	3	1	2	6

Chapitre III : Maintenance Et Amélioration Du Banc D'essai De Pompe D'injection Diesel

Tableau III.8: Analyse AMDEC pour le banc d'essai / Circuit d'injection

Date de l'analyse :	AMDEC Machine- Analyses des Modes de Défaillances Et leurs Effets de Criticité						Phase de fonctionnement			
	Système : Banc d'essai de pompe d'injection de carburant diesel			Sous-ensemble : Circuit d'injection						
Elément	Fonction	Modes de défaillances	Défaillances	Causes de défaillance	Effets de défaillance	Détection	Criticité :			
							F	G	N	C
Réservoir	Stocker le carburant	-Fuite externe	-Rouille	-Corrosion du réservoir	-Perte de carburant	Visuelle	1	3	3	9
Filtre	Retenir les impuretés et les particules présentes dans le carburant	-Écoulement réduit	-Obturation	-Présence d'impuretés -Duré de vie	-Diminution des performances	Visuelle	4	1	2	8
Pompe d'alimentation	Fournir un débit constant de carburant depuis le réservoir vers la	-Fonctionnement irrégulier	-Fuite -Cavitation -Obturation	-Présence des impuretés -Erosion des joints	-Mauvaise performance de teste	Sonore	1	4	3	12

Chapitre III : Maintenance Et Amélioration Du Banc D'essai De Pompe D'injection Diesel

Date de l'analyse :	AMDEC Machine- Analyses des Modes de Défaillances Et leurs Effets de Criticité						Phase de fonctionnement			
	Système : Banc d'essai de pompe d'injection de carburant diesel			Sous-ensemble : Circuit d'injection						
Elément	Fonction	Modes de défaillances	Défaillances	Causes de défaillance	Effets de défaillance	Détection	Criticité :			
							F	G	N	C
	pompe									
Chauffage	Chauffer le carburant	-Fonctionnement irrégulier	-Bobine défaillante	-Coupure d'électricité	-Températures non souhaitées de carburant	Mesure	2	3	2	12
Tubes carburant	Transporter le carburant depuis le réservoir vers la pompe d'alimentation	-Fuite externe	-Erosion -Troué	-Usure	-Risque d'incendie -Dommages aux composants du système	Visuelle	4	1	1	4
Injecteurs	Injection du carburant	-Écoulement réduit	-Obstruction	-Présence des impuretés	-Donnée du teste fausse	Visuelle	2	3	2	12

Chapitre III : Maintenance Et Amélioration Du Banc D'essai De Pompe D'injection Diesel

Date de l'analyse :	AMDEC Machine- Analyses des Modes de Défaillances Et leurs Effets de Criticité						Phase de fonctionnement			
	Système : Banc d'essai de pompe d'injection de carburant diesel			Sous-ensemble : Circuit d'injection						
Elément	Fonction	Modes de défaillances	Défaillances	Causes de défaillance	Effets de défaillance	Détection	Criticité :			
							F	G	N	C
Tuyaux métalliques	Transporter le carburant de la pompe vers les injecteurs	-Fuite externe	-Rouille	-Corrosion -Oxydation	-Perte de pression	Visuelle	4	1	1	4
Manomètre	Mesurer la pression du carburant	-Fonctionnement irrégulier	-Donner une faible précision	-Pique de pression	-Des mesures de pression inexactes	Visuelle Mesure	1	2	1	2
Débimètre	Mesurer le débit du carburant	-Fonctionnement irrégulier	-Donner une faible précision	-Usure	-Mauvaise régulation du débit dans le système	Visuelle Mesure	1	2	1	2

Chapitre III : Maintenance Et Amélioration Du Banc D'essai De Pompe D'injection Diesel

Date de l'analyse :	AMDEC Machine- Analyses des Modes de Défaillances Et leurs Effets de Criticité						Phase de fonctionnement			
	Système : Banc d'essai de pompe d'injection de carburant diesel			Sous-ensemble : Circuit d'injection						
Elément	Fonction	Modes de défaillances	Défaillances	Causes de défaillance	Effets de défaillance	Détection	Criticité :			
							F	G	N	C
Entonnoirs	Faciliter le transfert ou l'écoulement vers les éprouvettes	-Sortie erronée	-Bouché	-Présence des impuretés	-Retard dans le processus	Visuelle	1	1	1	1
Eprouvettes graduées	Mesurer avec précision le volume du carburant	-Indication erronée	-Cassé	-Durée de vie	-Des mesures inexactes	Visuelle	1	1	1	1

Chapitre III : Maintenance Et Amélioration Du Banc D'essai De Pompe D'injection Diesel

Tableau III.9 : Analyse AMDEC pour le banc d'essai / Moteur

Date de l'analyse :	AMDEC Machine- Analyses des Modes de Défaillances Et leurs Effets de Criticité						Phase de fonctionnement			
	Système : Banc d'essai de pompe d'injection de carburant diesel			Sous-ensemble : Moteur						
Élément	Fonction	Modes de défaillances	Défaillances	Causes de défaillance	Effets de défaillance	Détection	Criticité :			
							F	G	N	C
Convertisseur de fréquence	Transformer un signal de fréquence en une fréquence différente	-Court-circuit	-Défaillance des composants électroniques internes	-Surcharge électrique	-Une mauvaise régulation de la vitesse du moteur	Visuelle	1	4	2	8
Panneau de control	Permettre la supervision, le contrôle et la gestion des opérations du banc d'essai	-Fonctionnement après le délai prévu	-Défaillance électronique	-Court-circuit ou surcharge électrique	-Difficulté à contrôler et surveiller le système	Visuelle	1	3	1	3
Boîte électrique	Protéger, isoler et distribuer l'électricité	-Court-circuit	-Composant brulé	-Coupure d'électricité	-Arrêt du système	Visuelle	4	3	2	24

Chapitre III : Maintenance Et Amélioration Du Banc D'essai De Pompe D'injection Diesel

Date de l'analyse :	AMDEC Machine- Analyses des Modes de Défaillances Et leurs Effets de Criticité						Phase de fonctionnement			
	Système : Banc d'essai de pompe d'injection de carburant diesel			Sous-ensemble : Moteur						
Elément	Fonction	Modes de défaillances	Défaillances	Causes de défaillance	Effets de défaillance	Détection	Criticité :			
							F	G	N	C
	dans un circuit électrique									
Moteur électrique	Convertir l'énergie électrique en énergie mécanique	-Fonctionnement irrégulier	-Arrêt de fonctionnement.	-Déphasage	-Arrêt du système	Sonore	2	3	3	18
Arbre de transmission	Transmettre la puissance mécanique	-Vibration	-Rupture ou fissure de l'arbre	-Usure -Choc	-Arrêt du système	Visuelle Sonore	1	3	2	6
Coupleur	Permettre la transmission du couple	-Coincement	-Déformé -Cassé	-Usure -Choc	-Réduction de la performance, vibrations excessives	Visuelle	1	3	2	6

Chapitre III : Maintenance Et Amélioration Du Banc D'essai De Pompe D'injection Diesel

Date de l'analyse :	AMDEC Machine- Analyses des Modes de Défaillances Et leurs Effets de Criticité						Phase de fonctionnement			
	Système : Banc d'essai de pompe d'injection de carburant diesel			Sous-ensemble : Moteur						
Elément	Fonction	Modes de défaillances	Défaillances	Causes de défaillance	Effets de défaillance	Détection	Criticité :			
							F	G	N	C
Capteur de température	Mesurer la température	-Fonctionne ment irrégulier	-Donner une faible précision	-Usure	-Affecter les performances et la sécurité du système	Mesure	1	2	1	2
Ventilateur	Extraire la chaleur et refroidir le moteur	-Ne démarre pas	-Blocage -Cassé	-Présence des saletés et des crasses	-Moteur surchauffé	Sonore	4	2	2	16

Chapitre III : Maintenance Et Amélioration Du Banc D'essai De Pompe D'injection Diesel

Tableau III.10 : Analyse AMDEC pour le banc d'essai / Circuit pneumatique

Date de l'analyse :	AMDEC Machine- Analyses des Modes de Défaillances Et leurs Effets de Criticité						Phase de fonctionnement			
	Système : Banc d'essai de pompe d'injection de carburant diesel			Sous-ensemble : Circuit pneumatique						
Elément	Fonction	Modes de défaillances	Défaillances	Causes de défaillance	Effets de défaillance	Détection	Criticité :			
							F	G	N	C
Vanne de réglage de pression	Réguler la pression de l'air dans le système	-Ne s'ouvre pas	-Coincement	-Grippage de la vanne	-Une pression inadéquate dans le système	Visuelle	2	1	1	2
Sortie de pression d'air	Fournir une sortie d'air comprimé à une pression spécifique	-Sortie erronée	-Obstruction	-Présence des impuretés	-Réduction ou perte de pression d'air nécessaire	Visuelle	1	1	1	1
Indicateur numérique à pression	Afficher la pression de l'air dans le système pneumatique sous forme numérique	-Ne fonctionne pas	-Composants brûlés	-Court-circuit	-Affichage erroné ou absence de lecture de la pression	Visuelle	1	3	1	3

Chapitre III : Maintenance Et Amélioration Du Banc D'essai De Pompe D'injection Diesel

Date de l'analyse :	AMDEC Machine- Analyses des Modes de Défaillances Et leurs Effets de Criticité						Phase de fonctionnement			
	Système : Banc d'essai de pompe d'injection de carburant diesel			Sous-ensemble : Circuit pneumatique						
Élément	Fonction	Modes de défaillances	Défaillances	Causes de défaillance	Effets de défaillance	Détection	Criticité :			
							F	G	N	C
Capteur d'air	Mesurer la quantité ou la pression de l'air dans le système	-Fonctionnement irrégulier	-Donner une faible précision	-Usure	-Détection incorrecte ou absence de détection de la quantité d'air	Mesure	1	2	2	4

Chapitre III : Maintenance Et Amélioration Du Banc D'essai De Pompe D'injection Diesel

Tableau III.11 : Analyse AMDEC pour le banc d'essai / Partie sécurité

Date de l'analyse :	AMDEC Machine- Analyses des Modes de Défaillances Et leurs Effets de Criticité						Phase de fonctionnement			
	Système : Banc d'essai de pompe d'injection de carburant diesel			Sous-ensemble : Sécurité						
Élément	Fonction	Modes de défaillances	Défaillances	Causes de défaillance	Effets de défaillance	Détection	Criticité :			
							F	G	N	C
Câblage et connecteurs	Assurer la connexion électrique entre les composants de sécurité	-Circuit ouvert	-Fuite du circuit	-Durée de vie	-Une incapacité à activer ou désactiver l'arrêt d'urgence	Visuelle	4	1	1	4
Bouton poussoir d'arrêt d'urgence	Permettre l'arrêt immédiat et d'urgence du banc d'essai	-Mise en marche erronée	-Un dysfonctionnement interne du mécanisme du bouton poussoir	-Usure	-L'incapacité d'arrêter rapidement le fonctionnement du système en cas d'urgence	Touche	1	1	1	1

III.7 Interprétation des résultats :

Après avoir réalisé les tableaux AMDEC et analysé les défaillances de chaque élément, nous procédons à l'étape suivante : l'analyse de Pareto afin de sélectionner les éléments critiques. Pour ce faire, nous avons calculé la somme cumulée de la criticité de chaque élément, ainsi que le pourcentage cumulé correspondant. Les résultats de ces calculs sont présentés de manière claire dans le tableau III.12. En se basant sur ces données, nous avons pu construire le diagramme de Pareto, représenté dans la figure III.3. Cette visualisation graphique nous permet de percevoir de manière claire et efficace les éléments les plus critiques du banc d'essai.

Tableau III.12 : Analyse de Pareto.

Elément	Criticité	Criticité Cumulé	% Cumulé de la criticité
Bouton poussoir	1	1	0%
Sortie de pression d'air	1	2	1%
Eprouvettes graduées	1	3	1%
Entonnoirs	1	4	2%
Vanne de réglage de pression	2	6	2%
Capteur de température	2	8	3%
Débitmètre	2	10	4%
Manomètre	2	12	5%
Structure	2	14	6%
Indicateur numérique à pression	3	17	7%
Panneau de contrôle	3	20	8%
Tube carburant	4	24	10%
Câblage et connecteur	4	28	11%
Capteur d'air	4	32	13%
Tuyaux métallique	4	36	14%
Support	4	40	16%
Tube à huile	6	46	18%

Chapitre III : Maintenance Et Amélioration Du Banc D'essai De Pompe D'injection

Diesel

Coupleur	6	52	21%
Arbre de transmission	6	58	23%
Filtre à huile	8	66	26%
Filtre à carburant	8	74	30%
Convertisseur de fréquence	8	82	33%
Réservoir à carburant	9	91	36%
Réservoir à huile	9	100	40%
Chauffage	12	112	45%
Adaptateur	12	124	50%
Pompe d'alimentation	12	136	54%
Pompe à huile	12	148	59%
Injecteurs	12	160	64%
Disque de traction	16	176	70%
Flasque	16	192	77%
Ventilateur	16	208	83%
Moteur électrique	18	226	90%
Boîte électrique	24	250	100%

Après avoir établi le tableau de Pareto, en ayant répertorié les éléments avec leur criticité, cumul et pourcentage cumulé, nous avons généré le diagramme de Pareto correspondant, illustré dans la figure III.3. Ce diagramme met en évidence visuellement les éléments les plus critiques du banc d'essai, en ordre décroissant de leur impact.

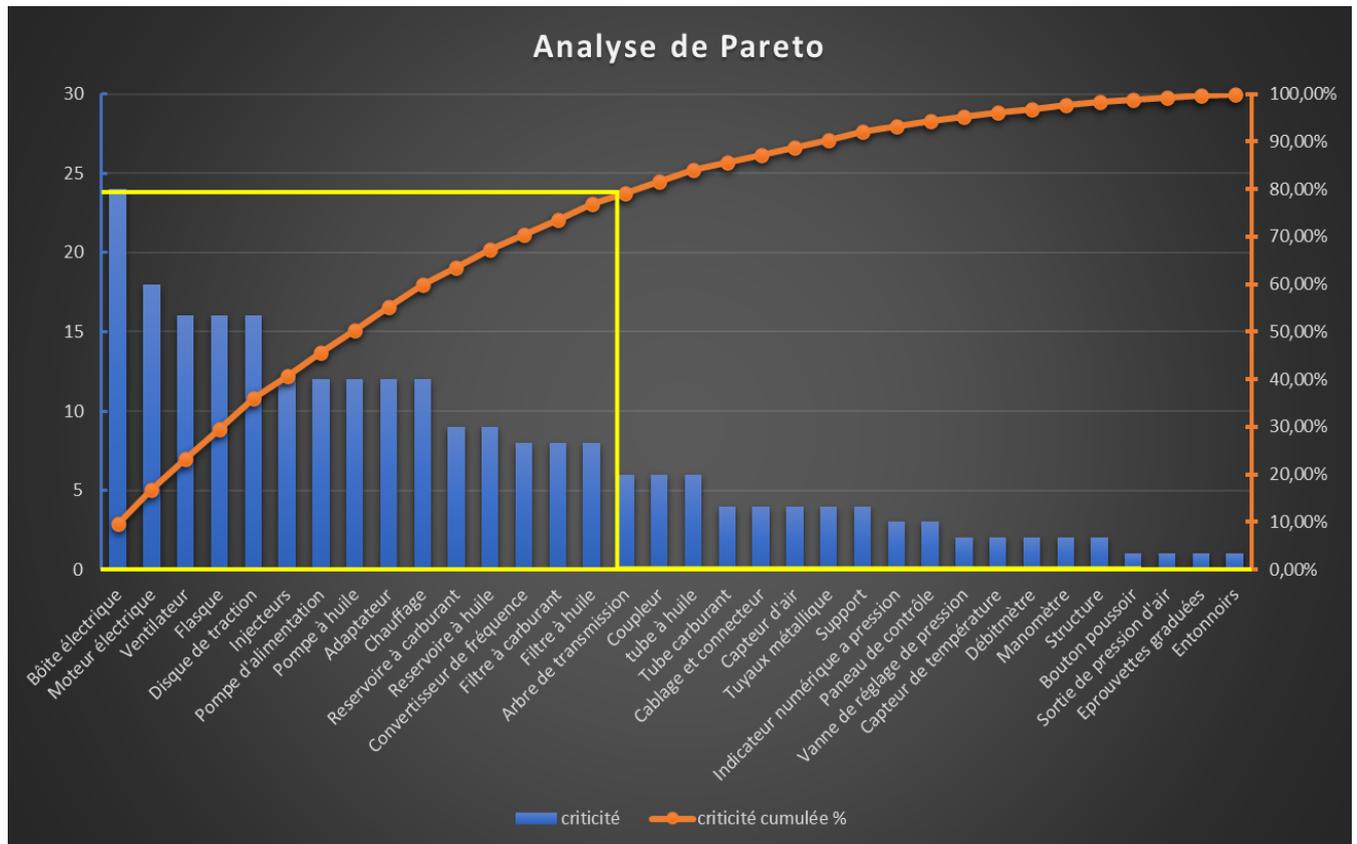


Figure III.3 : Analyse graphique de Pareto.

Grâce à l'application de la méthode de Pareto selon la règle des 80/20, nous avons identifié les éléments les plus critiques parmi les 34 composants du banc d'essai. Selon cette règle, 80% des résultats proviennent de 20% des causes. Ainsi, après avoir analysé les données, nous avons pu identifier les 15 éléments critiques qui contribuent le plus aux défaillances potentielles. Parmi ces éléments critiques figurent la boîte électrique, le moteur électrique, le ventilateur, la flasque, le disque de traction, les injecteurs, la pompe d'alimentation, la pompe à huile, l'adaptateur, le chauffage, le réservoir à carburant, le réservoir à huile, le convertisseur de fréquence, le filtre à carburant et le filtre à huile. Afin de minimiser les impacts de défaillance et de maintenir les performances optimales du système, il est essentiel de mettre en place une gamme de maintenance préventive spécifiquement adaptée à ces éléments critiques.

III.8 Proposition d'une gamme de maintenance préventive pour les éléments critiques :

Après avoir identifié les éléments critiques du banc d'essai à l'aide de l'analyse graphique de Pareto et l'étude AMDEC, il est essentiel de proposer une gamme de maintenance préventive pour assurer la fiabilité et la performance du banc d'essai. Cette gamme de maintenance préventive comprend des actions spécifiques visant à réduire les défaillances et à maintenir le bon fonctionnement des éléments critiques. Les actions préventives correspondantes ont été identifiées et sont répertoriées dans le tableau III.13 ci-joint :

Tableau III.13 : Les éléments critiques et leurs actions préventives.

Elément	Action préventive
Boîte électrique	-Vérification régulière l'état des câbles électriques pour détecter toute usure ou dommage. -Vérification trimestrielle et après chaque coupure d'électricité.
Moteur électrique	-Effectuer un entretien régulier du moteur selon les recommandations du fabricant. -Vérification semestrielle.
Ventilateur	-Vérification régulière des pales de ventilateur afin de détecter toute usure, dommage ou accumulation de saleté et de crasse. -Vérification trimestrielle.
Flasque	-Réparation des déformations, opérations de tournage en cas érosions de filetage et soudage en cas de rupture. -Vérification semestrielle.
Disque de traction	-Vérification régulière l'état du disque de traction pour détecter toute usure ou dommage. -Vérification semestrielle.
Injecteurs	-Nettoyer et régler les injecteurs selon les recommandations du fabricant si des problèmes de déjection de carburant sont détectés. -Vérification mensuelle.

Chapitre III : Maintenance Et Amélioration Du Banc D'essai De Pompe D'injection

Diesel

Pompe d'alimentation	<ul style="list-style-type: none">-Vérifier les joints d'étanchéité et les connexions pour éviter les fuites.-Vérification semestrielle.
Pompe à huile	<ul style="list-style-type: none">-Effectuer régulièrement des vidanges d'huile et assurer l'étanchéité adéquate de la pompe.-Vérification semestrielle.
Adaptateur	<ul style="list-style-type: none">-Réparer les déformations, effectuer un soudage en cas de rupture et procéder au remplacement du ressort si nécessaire.-Vérification semestrielle.
Chauffage	<ul style="list-style-type: none">-Vérifier régulièrement le câblage et remplacement du bobinage en cas de défaillance.-Vérification annuelle.
Reservoir à carburant	<ul style="list-style-type: none">-Nettoyage, remplacement des filtres et vérification de l'étanchéité pour éliminer les impuretés et les gouttelettes d'eau et assurer une isolation adéquate du réservoir.-Vérification trimestrielle.
Reservoir à huile	<ul style="list-style-type: none">-Effectuer des inspections périodiques des joints d'étanchéité et les remplacer si nécessaire, vérifier le réservoir régulièrement pour prévenir les fuites et la corrosion.-vérification tous les 4 mois.
Convertisseur de fréquence	<ul style="list-style-type: none">-Effectuer des contrôles réguliers du convertisseur de fréquence pour détecter tout dysfonctionnement.-Vérification trimestrielle.
Filtre à carburant	<ul style="list-style-type: none">-Remplacer régulièrement le filtre à carburant.-Changement trimestriel.
Filtre à huile	<ul style="list-style-type: none">-Remplacer le filtre à huile conformément aux intervalles d'entretien recommandés.-Changement tous les 4 mois.

Partie II : L'amélioration du banc d'essai

III.9 Introduction :

Le problème que se pose le technicien de maintenance lorsqu'il fait une étude de fiabilité est :

Comment peut-il l'améliorer ?

Pour cela, il peut jouer sur la technologie du composant, ou agencer les composants ou sous-systèmes de manière à les rendre plus fiables [16], par l'utilisation de la maintenance améliorative.

Après l'analyse AMDEC et Pareto, une problématique importante a été identifiée au niveau de la boîte électrique du banc d'essai. Malgré la mise en place d'une maintenance préventive, il est apparu que cela n'était pas suffisant pour éliminer le problème. Par conséquent, dans cette partie du chapitre, nous présenterons une proposition de maintenance améliorative visant à résoudre cette problématique critique.

La maintenance améliorative vise à traiter efficacement la défaillance et ses effets en ciblant spécifiquement la cause principale du problème, comme illustré dans la figure III.4.

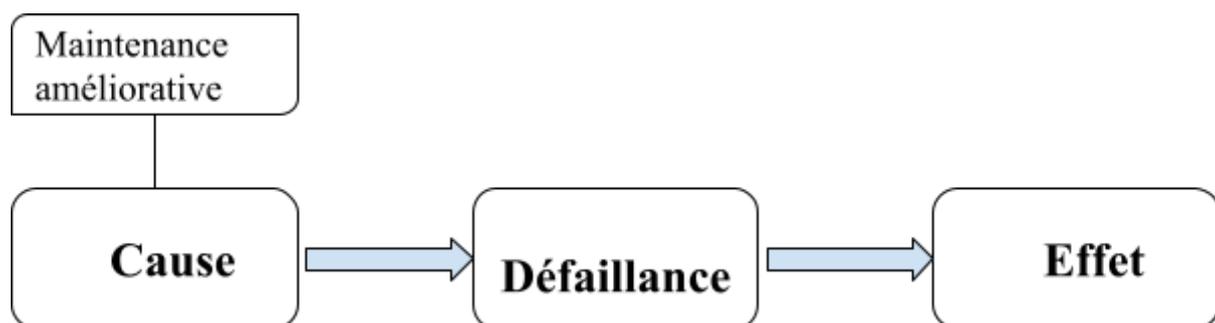


Figure III.4 : Principe de la maintenance améliorative.

III.10 Présentation de la problématique :

Dans le cadre de notre étude, on examine les conséquences des coupures d'électricité inattendues sur le bon fonctionnement de notre banc d'essai de pompe d'injection de carburant diesel.

Cependant, des interruptions inattendues de l'alimentation électrique peuvent avoir des conséquences néfastes sur son fonctionnement. Nous examinons dans cette expérience les impacts des coupures d'électricité accidentelles sur notre banc d'essai et les précautions nécessaires pour prévenir les problèmes de redémarrage.

Lorsqu'une coupure d'électricité se produit pendant le fonctionnement du banc d'essai, ça peut causer l'endommagement de certains éléments du système ainsi qu'un phénomène de renversement de phases électriques peut se produire lors de la reprise de l'alimentation. Ce phénomène perturbe la séquence d'alimentation électrique requise pour le bon fonctionnement du banc d'essai. Par conséquent, même après le rétablissement de l'électricité et en appuyant sur le bouton de démarrage, le banc d'essai ne redémarre pas automatiquement comme prévu.

III.11 Les coûts et les effets de la coupure d'électricité :

Pour résoudre les problèmes liés au fonctionnement du banc d'essai de pompe d'injection de carburant diesel, l'intervention d'un électricien qualifié est nécessaire. Ce spécialiste sera en mesure de rétablir la séquence d'alimentation électrique du banc d'essai, remettant ainsi le système en fonctionnement normal. En cas d'endommagement des éléments du système, tels que les composants électriques, le technicien prendra les mesures appropriées pour remédier à la situation. Toutefois, il convient de noter que ces interventions peuvent entraîner une augmentation des coûts et une perte de temps de travail.

Le remplacement des éléments endommagés implique l'achat de nouveaux composants, ce qui peut avoir un impact financier pour l'entreprise. De plus, le temps nécessaire pour effectuer les réparations peut entraîner une interruption temporaire des activités du banc d'essai, entraînant ainsi une perte de productivité.

Chapitre III : Maintenance Et Amélioration Du Banc D'essai De Pompe D'injection

Diesel

Également, l'intervention de l'électricien entraîne des coûts supplémentaires. Ces professionnels facturent généralement leurs services en fonction du temps de travail requis. Dans les tableaux suivants (III.14 et III.15) nous exposons les coûts et les montants associés à cette problématique ainsi que leurs effets sur les éléments électriques du système.

Tableau III.14 : Les coûts résultants causés par coupure d'électricité en intervalle de 4h d'arrêt.

Coût	Montants (en Dinars)
Tests de pompes perdus	36,000 DA
L'arrêt de travail de l'opérateur	2,083.33 DA
Réparation par le technicien	4,000 DA
Moyen de remplacement des éléments	8,000 DA
Coût total	50,083.33 DA

Tableau III.15 : Les effets causés par la coupure d'électricité.

Composant effectué	Effet
Moteur électrique	Arrêt complet du fonctionnement.
Ventilateur	Arrêt du refroidissement, risque de surchauffe.
Convertisseur de fréquence	Perte de contrôle sur la vitesse du moteur électrique.
Système de sécurité	Risque de dysfonctionnement.
Boîte électrique	Risque de court-circuit, inversedes phases, dysfonctionnement général.
Chauffage	Endommagement de la bobine.

Il est donc crucial de tenir compte de ces coûts supplémentaires lors de la planification et de la gestion financière des opérations relatives au banc d'essai. L'utilisation de la maintenance améliorative est recommandée pour minimiser les interventions coûteuses et les problèmes récurrents.

III.12 Solution propose :

L'utilisation de la maintenance améliorative peut être une approche efficace pour réduire les interventions coûteuses et les pertes de temps de travail. Une solution envisageable pour prévenir les problèmes liés aux coupures d'électricité est d'ajouter une alimentation sans interruption ASI pour le système du banc d'essai. L'ASI fournira une alimentation électrique de secours en cas de coupure, ce qui permettra de maintenir le fonctionnement du banc d'essai pendant une courte période. Cela donnera aux opérateurs le temps d'éteindre manuellement le banc d'essai de manière sécurisée et de prévenir les dommages potentiels causés par un arrêt brusque ou un inversement de phase électrique. Cette mesure réduira les risques d'endommagement des éléments du système et les coûts associés à leur remplacement. En investissant dans cette amélioration, l'entreprise pourra garantir la continuité des opérations et préserver la fiabilité du banc d'essai à long terme.

III.12.1 Présentation de l'ASI :

Le système d'alimentation sans interruption (ASI), est un appareil installé entre le réseau d'alimentation et un réseau d'utilisation alimentant des équipements (charge –récepteur), de façon à les protéger des perturbations survenant sur le réseau d'alimentation. Conçu pour fournir une alimentation en sortie (triphasee ou monophasé) bien régulée dans toutes les conditions de charge et d'alimentation.[16] La schématisation de l'ASI est illustré dans la figure III.5 suivante :

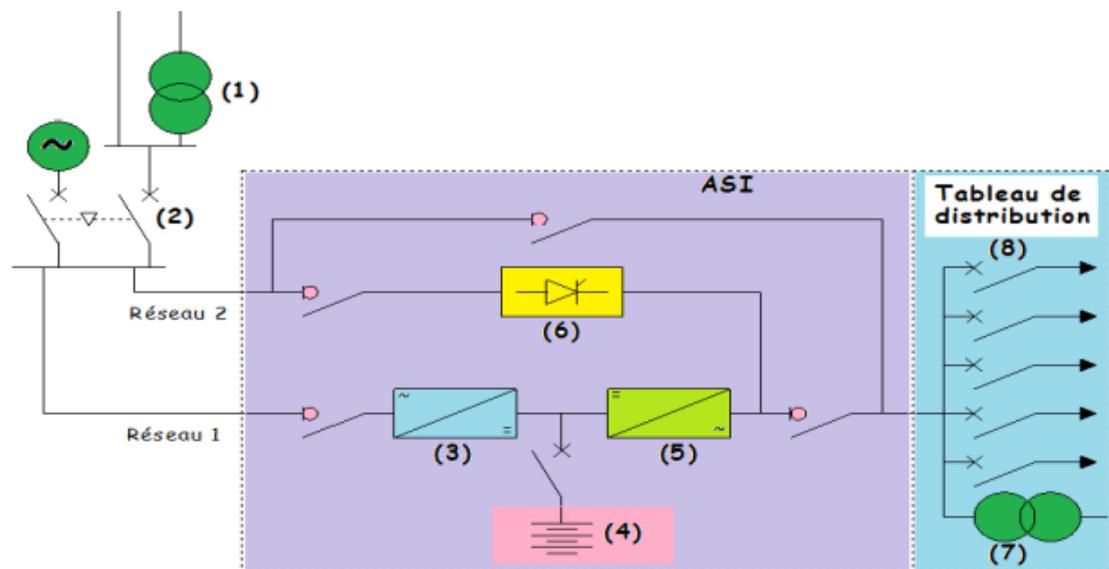


Figure III.5 : Alimentation sans interruption (ASI) branchée avec un tableau de distribution.

[17]

Dont :

- (1) Le transformateur adaptateur de tension vers le réseau amont
- (2) L'inverseur de source
- (3) Le redresseur chargeur
- (4) La batteries (autonomes usuelles : 10, 15, 30 mn ou plusieurs heures)
- (5) L'onduleur
- (6) Le contacteur statique
- (7) Le transformateur adaptateur pour réseau aval spécifique
- (8) Le départ vers récepteurs [17]

III.12.3 Planification et mise en œuvre des actions amélioratives :

Dans le cadre de cette amélioration, nous mettrons en place une stratégie bien définie qui comprendra plusieurs étapes clés pour assurer son succès. Ces étapes sont :

- a. Évaluation des besoins :

Effectuer une analyse approfondie des besoins en alimentation électrique du banc d'essai, y compris les exigences de tension, de capacité de charge et de temps d'autonomie nécessaires en cas de coupure de courant.

b. Sélection de l'ASI :

Le choix et configuration d'une ASI d'après Merlin Gérin sera fait en fonction des paramètres suivants : puissance ; tensions en amont et en aval de l'ASI ; durée d'autonomie souhaitée ; fréquences du réseau amont et de l'utilisation ; niveau de disponibilité nécessaire.[17]

c. Installation physique :

Installer l'ASI de manière appropriée, en suivant les directives du fabricant et en respectant les normes de sécurité électrique. Assurer une connexion correcte aux circuits électriques du banc d'essai, en prenant en compte les dispositions pour les câbles d'entrée et de sortie ainsi que pour la mise à la terre.

d. Configuration et intégration :

Effectuer la configuration de l'ASI en fonction des paramètres requis par le banc d'essai, notamment la tension de sortie, les seuils d'alarme, les modes de fonctionnement, etc. Assurer l'intégration adéquate dans le système électrique existant du banc d'essai.

e. Tests de fonctionnement :

Effectuer des tests de fonctionnement approfondis pour vérifier la performance de l'ASI en conditions réelles. Cela inclut des tests de coupure de courant simulés pour évaluer la capacité de l'ASI à fournir une alimentation de secours fiable et à maintenir la stabilité de la tension pendant la transition.

f. Formation du personnel :

Fournir une formation adéquate aux opérateurs du banc d'essai sur l'utilisation de l'ASI, les procédures de commutation et de redémarrage en cas de coupure de courant, ainsi que les mesures de sécurité associées.

III.13 Avantages et retour d'investissement de cette amélioration :

L'amélioration consistant à mettre en place une ASI (Alimentation Sans Interruption) pour le banc d'essai présente plusieurs avantages et peut offrir un retour sur investissement intéressant. Voici quelques-uns des avantages potentiels :

- Assure une alimentation électrique continue en cas de coupure de courant.
- Protection des équipements sensibles.
- Réduction des pertes financières.

Chapitre III : Maintenance Et Amélioration Du Banc D'essai De Pompe D'injection

Diesel

-Isolation effective des bruits électriques.

Et en ce qui concerne le retour sur investissement, le coût total estimé pour cette amélioration, y compris les équipements nécessaires et les travaux d'installation, s'élève à environ 400.000 DA. Étant donné que les coupures d'électricité se produisent environ 5 fois par an et atteignent des coûts d'environ 50.000 DA comme mentionné précédemment, l'entreprise pourra récupérer ces dépenses après environ 1,6 an d'utilisation de l'ASI.

III.14 Conclusion :

En conclusion, ce chapitre a été consacré à la maintenance et l'amélioration du banc d'essai de pompe d'injection diesel, abordant deux parties distinctes.

Dans la première partie de ce chapitre, nous avons consacré nos efforts à la maintenance du banc d'essai de pompe d'injection diesel. Après avoir suivi les étapes clés de la méthode, telles que l'initialisation, la décomposition fonctionnelle, l'analyse AMDEC et la prise de décision. Grâce à l'utilisation du diagramme de Pareto, nous avons identifié les éléments les plus critiques du système. Parmi ces éléments, nous avons relevé la boîte électrique, le moteur électrique, le ventilateur, la flasque, le disque de traction, les injecteurs, la pompe d'alimentation, la pompe à huile, l'adaptateur, le chauffage, le réservoir à carburant, le réservoir à huile, le convertisseur de fréquence, le filtre à carburant et le filtre à huile.

Dans le but de prévenir les défaillances de ces éléments, nous avons élaboré une gamme de maintenance préventive spécifique. Cette gamme comprend des actions telles que des inspections régulières, des tests de performance, des vidanges d'huile, le remplacement des filtres, la vérification des joints d'étanchéité, le nettoyage des réservoirs et l'élimination des impuretés.

Cependant, malgré nos efforts préventifs, nous avons constaté qu'un problème critique persistait dans la boîte électrique du système, à cause des coupures d'électricité qui entraînent des inversions de phase et des dommages aux éléments électriques. Donc dans la deuxième partie, nous avons proposé une gamme de maintenance améliorative pour résoudre le problème qui entraîne une perte de temps et des coûts pouvant atteindre 50 000 DA. Nous

Chapitre III : Maintenance Et Amélioration Du Banc D'essai De Pompe D'injection

Diesel

avons recommandé l'ajout d'un ASI comme alimentation de secours pour assurer une protection du banc d'essai en cas de coupure d'électricité. Nous avons détaillé les dispositifs nécessaires, réalisé un schéma d'installation et planifié la mise en œuvre de ces actions amélioratives et leur avantage sur le système ainsi que le retour d'investissement pour l'entreprise.

En mettant en œuvre cette gamme de maintenance préventive et améliorative, nous visons à améliorer la fiabilité, la performance et la durée de vie du banc d'essai de pompe d'injection diesel, tout en réduisant les temps d'arrêt, les coûts de maintenance et les risques de dommages aux équipements. Cela permettra à l'entreprise de maintenir un niveau élevé de qualité et d'efficacité dans ses processus de test et de garantir la satisfaction de ses clients.

Conclusion générale :

Notre mémoire intitulé "Maintenance et amélioration d'un banc d'essai de réglage des pompes d'injection diesel" s'est concentré sur l'étude approfondie de différents aspects liés à la maintenance et à l'amélioration de ce type de banc d'essai.

Dans le premier chapitre, nous avons fourni une base solide pour une compréhension approfondie de la maintenance et l'amdec.

Le deuxième chapitre nous a permis de développer une compréhension approfondie du banc d'essai des pompes d'injection diesel et de son importance dans les processus de test.

Le chapitre trois, considéré comme le plus important de notre étude, était consacré à la maintenance et à l'amélioration du banc d'essai de pompe d'injection diesel. Il se composait de deux parties distinctes : la maintenance et l'amélioration.

Dans la première partie, nous avons appliqué la méthode AMDEC pour évaluer la criticité des éléments du système du banc d'essai. En utilisant le diagramme de Pareto, nous avons identifié les 15 éléments les plus critiques parmi les 34 éléments examinés. Ces éléments comprennent la boîte électrique, le moteur électrique, le ventilateur, la flasque, le disque de traction, les injecteurs, la pompe d'alimentation, la pompe à huile, l'adaptateur, le chauffage, le réservoir à carburant, le réservoir à huile, le convertisseur de fréquence, le filtre à carburant et le filtre à huile.

Pour chaque élément critique identifié, nous avons élaboré une gamme de maintenance préventive spécifique. Ces mesures préventives comprennent des actions telles que des inspections régulières, des tests de performance, des vidanges d'huile, le remplacement des filtres, la vérification des joints d'étanchéité, le nettoyage des réservoirs et l'élimination des impuretés. L'objectif était de minimiser les risques de défaillance et de préserver la fiabilité et les performances du banc d'essai.

Nous avons identifié un problème persistant dans la boîte électrique du système causé par les coupures d'électricité, qui entraînent des inversions de phase et endommagent les éléments électriques. Ces incidents engendrent des pertes financières et des temps d'arrêt estimés à 50.000 DA par coupure. Pour remédier à cette problématique, nous avons proposé d'investir

dans un ASI (alimentation sans interruption) afin de garantir une alimentation électrique stable. Cette solution améliorative permettra de prévenir les dommages causés par les coupures d'électricité, réduisant ainsi les coûts et les temps d'arrêt associés. L'investissement dans l'ASI sera récupéré après 1,6 an d'utilisation, offrant ainsi une solution rentable pour notre entreprise tout en améliorant la fiabilité globale du système.

En mettant en œuvre cette gamme de maintenance préventive et améliorative, nous visons à améliorer la fiabilité, les performances et la durée de vie du banc d'essai de pompe d'injection diesel. Ces actions permettront de réduire les temps d'arrêt, les coûts de maintenance et les risques de dommages aux équipements, contribuant ainsi à maintenir un niveau élevé de qualité et d'efficacité dans les processus de test de l'entreprise.

Enfin, il est essentiel de souligner l'importance de poursuivre les recherches dans ce domaine, notamment en ce qui concerne l'amélioration de l'efficacité du banc d'essai en le rendant compatible avec tous les types de pompes. En continuant à explorer de nouvelles solutions et à développer des technologies adaptées, nous pourrions élargir les capacités du banc d'essai et améliorer son efficacité globale. Cela permettra à l'entreprise de rester à la pointe de la technologie et de répondre aux besoins changeants du marché des pompes d'injection diesel.

REFERENCE

REFERENCE

Bibliographie :

[1] TRIBOFILM, éditeur de logiciels pour la gestion de la maintenance assistée par ordinateur.

[2] Maintenance Outils, méthodes et organisations pour une meilleure performance 4eme édition - François Monchy Claude kojchen.

[4] GESTION DE LA MAINTENANCE présenté par l'enseignant : Debbah Younes
Département de Génie Industriel et Maintenance L'Institut des Sciences et Techniques Appliquées « ISTA » de l'université des Frères Mentouri Constantine 1.

[5] Maintenance surete de fonctionnement decouverte dr Salima Drid.

[6] Le grand livre de la maintenance-Driss Bouami.

[8] Mémoire de fin d'étude CONCEPTION DE BANC D'ESSAI ASSISTÉE PAR ORDINATEUR POUR POMPE D'INJECTION DIESEL-GENIE INDUSTRIEL présenté par Monsieur RAKOTONOELISON Andonirina Michael.

[9] OPERATING MANUAL-TEST BENCH FOR DIESEL FUEL INJECTION PUMPS.

[16] LA MAINTENANCE MATHÉMATIQUE ET MÉTHODES P.LYONNET.

[17] Alimentation Sans Interruption (ASI) Chapitre 2(suite) Dr,Djebbar Mohamed Salah Electricité Industrielle.

Webographie :

[3] prod-maint-indus.pagesperso-orange.fr/niveau/niveau.htm. [Accès le 2 3 2023].

[7] <https://www.info-industrielle.fr/> blog d'information sur le secteur de ,l'industrie, automobile, informatique, pharmaceutique. [Accès le 5 3 2023].

[10] www.bosch.com. [Accès le 28 4 2023].

[11] www.delphiautoparts.com. [Accès le 28 4 2023].

[12] www.hartridge.com. [Accès le 28 4 2023].

[13] www.denso.com. [Accès le 28 4 2023].

[14] dongtai-china.com. [Accès le 28 4 2023].

[15] www.nantdieseltester.com. [Accès le 28 4 2023].