

Université de Gafsa

Institut Supérieur des Sciences Appliquées et de Technologie de GAFSA

Département de Maintenance d'engins lourds



**Application de la méthode AMDEC afin d'établir un
plan de maintenance dédié à un service d'entretien
automobile**

Présenté et soutenu par :

Islem LAIFA

Ahlem METOUI

En vue de l'obtention de

Licence Appliquée en Génie Mécanique

Sous la Direction de :

M. Saker MESSAOUI

Soutenu le 00/00/2021

Devant le jury composé de :

Président :

Rapporteur :

2022/2023

Dédicace

*Je tiens c'est avec grande plaisir que je dédie ce modeste
travail :*

*A l'`être le plus cher de ma vie, **ma mère.***

*A celui qui m'a fait de moi un homme, **mon père.***

Ames chers frère et sœurs.

***A tous mes amis de promotion de 3ème année licence MA en
mécanique***

A toute personne qui occupe une place dans mon cœur.

***A tous les membres de ma famille, je dédie ce travail à tous
ceux qui ont participé à ma réussite.***

Remerciement

Nous tenons tout d'abord à remercier Allah qui nous a donné le pouvoir et la patience à terminer notre mémoire de fin d'études.

Au début de ce rapport de stage, je tiens à adresser mes remerciements les plus sincères tout d'abord à l'administration de **l'ISSAT de GAFSA** qui m'a fourni l'occasion de passer ce stage au sien de la société **STE SERVICE TRANSPORT SUD**.

Ensuite, je voudrais remercier mon encadreur **M. Saker MESSAOUI**, qui m'a beaucoup aidé dans la rédaction de mon rapport et ces conseils durant mon stage, je tiens à remercier sincèrement mon directeur de stage, **Asma ARROUM** responsable chez société **STE SERVICE TRANSPORT SUD**, pour son accueil, pour passer du temps ensemble et partager son expertise.

Nos vifs remerciements vont aux **membres de jury** pour avoir accepté de juger notre travail.

Grace à sa confiance, j'ai pu mener à bien ma tâche. Il fut d'une aide précieuse dans les moments les plus délicats.

Nous n'oublions pas l'ensemble du personnel enseignant de notre institut, plus précisément qui a contribué à notre formation.

Enfin, nous tenons à remercier tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce travail.

Merci.

Résumé

Ce projet explore l'importance de diagnostic et leur relation avec la méthode AMDEC dans l'identification des défaillances et la planification des maintenances nécessaires pour un véhicule.

Premièrement nous avons défini l'entreprise d'accueil qui **STE SERVICE TRANSPORT SUD** et mettre en valeur ces activités et ces services, puis nous avons fait une généralité sur la maintenance et leur rôle dans l'amélioration de fonctionnement des systèmes ou des véhicules.

Après nous avons passé dans un deuxième chapitre à une généralité sur le diagnostic et leur importance à la détection des pannes, puis nous avons réalisé deux diagnostics sur le système d'injection et le moteur de véhicule dans le but d'identifier les pannes présentes dans ces deux systèmes, on a trouvé qu'il y a un dysfonctionnement au niveau de système d'injection et qu'il y a une consommation à normal d'huile moteur qui nécessite une intervention immédiate sur ces deux systèmes.

Par la suite dans le troisième chapitre nous avons appliqué la méthode AMDEC (analyse des modes de défaillance et leur effet et leur criticité) pour déterminer les causes et les effets des défaillances et par la suite nous avons réalisé une étude quantitative pour calculer la criticité de chaque panne.

A la fin de ce projet nous avons planifié les actions préventives nécessaires pour éviter ce genre des défaillances et garder le véhicule en bon état de fonctionnement.

Liste des figures

Figure 1: STE Service Transport Sud	3
Figure 2: ARTES.....	4
Figure 3:Organigramme de l'entreprise	4
Figure 4:réception de l'entreprise	5
Figure 5:atelier de l'entreprise	5
Figure 6:plan de la société.....	6
Figure 7:Objectifs généraux.....	10
Figure 8:Différents types de maintenance.....	11
Figure 9:maintenance préventive	12
Figure 10:Les branches de diagnostic	18
Figure 11:Appareil de scanner auto	19
Figure 12:Appareil OBD.....	20
Figure 13:Appareil mono marque	20
Figure 14:Appareil multimarque.....	21
Figure 15:l'appareil de diagnostic.....	22
Figure 16:Tableau de bord	23
Figure 17:logiciel CLIP.....	23
Figure 18: Marque de voiture.....	24
Figure 19: Recherche des pannes	24
Figure 20: Liste des pannes.....	25
Figure 21: les défauts présents	25
Figure 22: Tableau de bord	26
Figure 23: Types de l'AMDEC.....	30
Figure 24: dessin de système d'injection Mégane III	38
Figure 25: Pompe haute pression de carburant	40
Figure 26: Filtre à carburant.....	40
Figure 27:Filtre à carburant.....	41
Figure 28:Calculateur.....	41
Figure 29:circuit d'huile moteur	44
Figure 30:Décomposition d'un moteur	45
Figure 31:Réfrigérant d'huile	45
Figure 32:Joint de culasse	46
Figure 33:Para-huile.....	46
Figure 34:Segments de pistons.....	47
Figure 35:Carter d'huile	47

Liste des tableaux

tableau 1:Niveaux de maintenance.....	14
Tableau 2: La grille de cotation de gravité.....	34
Tableau 3: La grille de cotation de fréquence	34
Tableau 4: La grille de cotation de détection.	35
Tableau 5: Niveau de criticité	36
Tableau 6: Matrice de criticité.....	36
Tableau 7: Tableau cause-effet.....	37
Tableau 8: les composants de système d'injection	39
Tableau 9:Analyse AMDEC de système injection	42
Tableau 10:Hiérarchisation des défaillances de système d'injection	43
Tableau 11:Plan de maintenance de système d'injection	43
tableau 12:Analyse AMDEC de consommation d'huile.....	48
Tableau 13:Hiérarchisation de panne de consommation d'huile	49
Tableau 14:Plan de maintenance de moteur	49

Sommaire

I. Présentation de l'entreprise	3
I.1 Historique de l'entreprise.....	3
I.2 Organigramme	4
I.3 Services de l'entreprise	5
I.3.1. Service de réception	5
I.3.2. Services Mécanique	5
I.3.3. Service de carrosserie et de peinture	6
I.3.4. Le service de stockage	6
I.3.5. Plan de société	6
I.3.6. Activités de l'entreprise :	6
I. Introduction	9
III. Généralité sur la maintenance.....	9
II. 1 Définition de la maintenance	9
II .2 Rôle de la maintenance	9
II .3 Objectifs généraux de la maintenance	10
II.4Les méthodes de maintenance	11
II.4.1 Maintenance préventive.....	11
II.4.1.1. La maintenance préventive systématique	12
II.4.1.2 La maintenance préventive conditionnelle	13
II.4.2. Maintenance corrective.....	13
II. 5. Niveaux de maintenance	14
IV. Conclusion	15
I. Introduction	17
II .1. Définition de diagnostic.....	17
II.2. Les différents types de diagnostic.....	17
II.3.Rôle de diagnostic.....	18
II.4. Les étapes de diagnostic	18
II.5. Les différents types d'appairage de diagnostic.....	19
II.6. Le choix de type de diagnostic	21
II.7. Les avantages de diagnostic.....	21
III. Intervention sur Mégane III	22
III.1. Réclamation d'un client.....	22

Le service de réception a pris les réclamations de client suivant :.....	22
III.2. Diagnostic.....	22
IV. Intervention sur Clio 4	26
VI.1. Réclamation d'un client	26
I. Introduction	29
II. Généralité sur la méthode AMDEC.....	29
II.1 Historique de l'AMDEC	29
II.2 Définition de l'AMDEC	29
II.3 Les objectifs de l'AMDEC	30
II.4 Types de l'AMDEC	30
II.4.1 AMDEC Produit	30
II.4.2L'AMDEC Processus	31
II.4.3 L'AMDEC Machine ou moyen	31
II.5. Organisation de la méthode AMDEC.....	31
II.6 La démarche AMDEC machine, analyse et évaluation	31
II.6.1. La démarche AMDEC machine.....	31
II.6.2. L'analyse des défaillances	32
II.6.3. L'évaluation	33
II.6.4. Détermination de priorité.....	33
II.6.5. Les actions	36
II.7. Tableau cause-effet.....	37
II.8. Perspectives de l'AMDEC.....	37
II.9. Place de l'AMDEC dans une démarche de maitrise des risques	37
III. Application de la méthode AMDEC.....	38
III.1. Premiers cas : panne d'injection.....	38
III.1.1 Analyse fonctionnelle :.....	38
III.1.2 Décomposition fonctionnelle	39
III.2. Analyse des défaillances	41
III.3 Hiérarchisation des défaillances	43
III.4 Plan de maintenance préventive	43
III.5 Analyse de résultat	44
III.6. Deuxième cas : panne de consommation d'huile	44
III.6.1. Analyse fonctionnelle.....	44
III.6.2.Décomposition fonctionnelle	45
III.6.3. Analyse des défaillances	47

III.6.4. Hiérarchisation des défaillances :.....	49
III.6.5. Plan de maintenance préventive	49
III.6.6. Analyse de résultat	49
IV. CONCLUSION.....	50

Introduction générale

Toute formation universitaire ne peut être pertinente que si elle réunit l'aspect académique et celui pratique. Les connaissances théoriques acquises tout au long du parcours de formation sont renforcées et perfectionnées quand on les exerce en entreprise ou dans un milieu pratique. C'est ainsi que les stages de fin de parcours constituent un tremplin pour l'avenir professionnel des apprenants. C'est aussi un moyen de les conforter dans leurs choix de parcours académique en premier lieu et professionnel en deuxième lieu.

C'est dans ce cadre que nous avons choisi d'effectuer notre stage de fin de parcours au sein de l'entreprise « **STE SERVICE TRANSPORT SUD** » pour une période de 3 mois. Ce stage m'a offert l'opportunité de découvrir l'ensemble mécanique de tous les systèmes des différents véhicules (Renault, Dacia, Nissan,). Nous avons, aussi, développé de nombreuses compétences telles que la mécanique des véhicules en générale, le diagnostic, les systèmes et les options d'un véhicule ainsi que la panoplie des tâches rattachées à l'entretien.

Ce rapport reprend l'ensemble des tâches que nous sommes faits ainsi que des problèmes particuliers auxquels nous avons assisté et dont la résolution m'a été assignée dans le cadre de notre stage.

Ainsi, ce rapport s'articule autour de 4 parties qui sont :

- Présentation de l'entreprise
- Généralité sur la maintenance
- Diagnostic
- Application de la méthode AMDEC

Chapitre 1 :

Présentation de l'entreprise

I. Présentation de l'entreprise

Société de service du sud est spécialisée pour la réparation et mise au point des voitures produites par la société Renault principalement ainsi que d'autre marque tel que Nissan, Dacia, Renault est présent dans 118 pays, est aujourd'hui un groupe automobile multimarque, ayant acquis une dimension mondiale par son alliance avec Nissan. Le groupe Renault poursuit une stratégie de croissance rentable grâce à une gamme de véhicules et de service innovante et de qualité.



Figure 1: STE Service Transport Sud

I.1 Historique de l'entreprise

Les frères MZABI ont acheté l'ancienne Renault Tunisie (créée en 1947), automobile réseau tunisien et services, ou concessionnaire Renault, a été créé en 1997.

ARTES (automobile réseau tunisien et services) est certifié ISO 9001 Edition 2000 pour la vente et le service de pièces détachées et véhicules neufs.

ARTES dispose de la part de marché la plus élevée 16,7% en 2012 18,5 en 2013. Renault est le leader du marché de l'industrie automobile tunisienne avec 6 675 voitures vendues en 2013.

Au cours des deux premiers trimestres 2014, la voiture la plus vendue en Tunisie est la Renault Symbol avec 2 623 unités. Renault est le plus grand réseau commercial en Tunisie avec 26 représentants.



Figure 2: ARTES

I.2 Organigramme

Est implantée dans la zone industrielle de Gafsa. Elle est constituée d'un comptoir de vente de pièces de rechange et d'accessoires et d'une unité de maintenance d'automobile.

Le schéma ci-dessus résume l'organisation générale de l'entreprise :

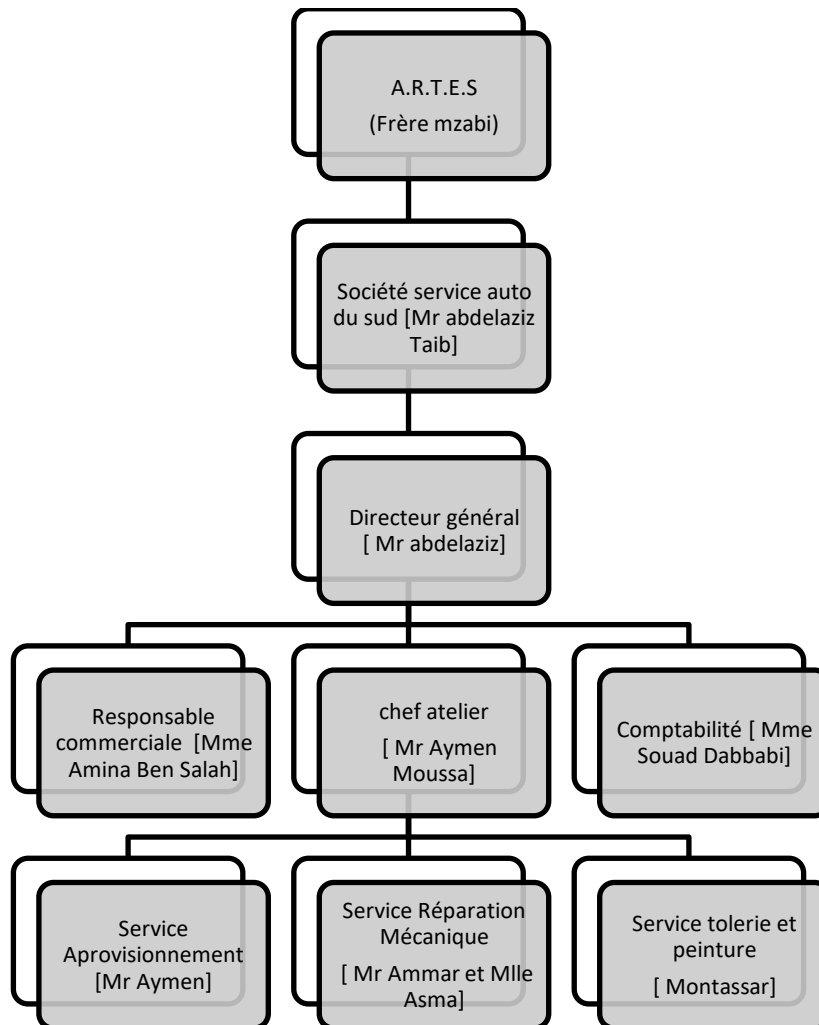


Figure 3: Organigramme de l'entreprise

I.3 Services de l'entreprise

I.3.1. Service de réception

Un client qui souhaite réparer sa voiture passe d'abord par un service de réception pour enregistrer et répertorier tous les défauts ou défauts éventuels de sa voiture. Il se doit se présenter de sa carte grise pour que la secrétaire se charge de l'ordre réparation dans lequel se trouve le kilométrage de la voiture et le pointage qui spécifie la vue d'ensemble de la voiture ce qui garantit que la voiture ne sera pas dégradée.



Figure 4:réception de l'entreprise

I.3.2. Services Mécanique

Effectuer des traitements et des réparations de moteurs nous a permis d'acquérir une expertise précieuse et d'apprendre à utiliser une marque spécifique d'équipement de diagnostic.



Figure 5:atelier de l'entreprise

I.3.3. Service de carrosserie et de peinture

Concentré sur les travaux de réparation de carrosserie et de peinture, faisant principalement un travail d'observation qui m'a aidé à élargir ma compréhension dans ce domaine.

I.3.4. Le service de stockage

Où sont stockées toutes les pièces de rechanges, ils sont gérés par des systèmes informatisés (les entrées et les sorties sont effectuées en utilisant des bons de réception où sont inscrits les différentes pannes de la voiture, les pièces de rechange nécessaires et leurs prix).

I.3.5. Plan de société

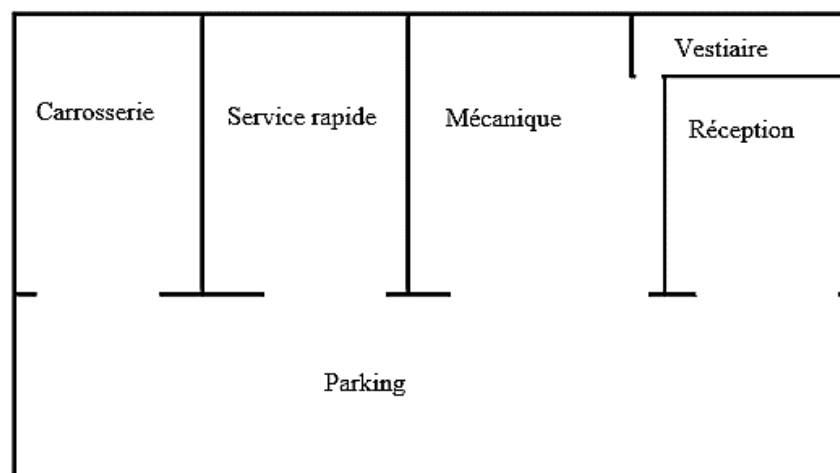


Figure 6:plan de la société

I.3.6. Activités de l'entreprise :

La société CPR auto Citroën réalise les activités suivantes :

- La vente des véhicules
- La vente des pièces de rechanges
- Interventions dédiées aux petits chocs, réparation des plastiques
- Réparation et remplacement des pare-brise
- Carrosserie traditionnelle
- Contrôle et maintenance
- Dépannage et remorquage
- Peinture

II. Conclusion

Ce chapitre à définir **STE SERVICE TRANSPORT SUD** et donner leur historique tous en mettre en valeur ces activités et ces services, en détaillé tous les départements de l'entreprise

Chapitre 2 :

Généralité sur la maintenance

I. Introduction

Dans ce chapitre, nous allons explorer les généralités de la maintenance, en abordant les différents types de maintenance et ces avantages, ainsi que les techniques et les outils utilisés pour réaliser efficacement les activités de maintenance.

III. Généralité sur la maintenance

II. 1 Définition de la maintenance

D'après la norme (AFNORX60-010) la maintenance est définie comme "l'ensemble des actions permettant de maintenir ou de rétablir un bien dans un état spécifié ou en mesure d'assurer un service déterminé".

Maintenir c'est donc effectuer des opérations (de nettoyage, graissage, visite, réparation, révision, amélioration... etc.) qui permettent de conserver le potentiel du matériel pour assurer la continuité et la qualité de production, ainsi que choisir les moyens de prévenir, de corriger ou de rénover suivant l'utilisation du matériel. L'état d'esprit de la maintenance est de maîtriser les interventions.

La maintenance a pour but :

- Le maintien du capital machine.
- La suppression des arrêts et des chutes de production (garantir la capacité de livraison).
- L'amélioration de la sécurité et la protection du personnel et de l'environnement.

II .2 Rôle de la maintenance

En 1994, au regard de son évolution, L'AFNOR délivre une première norme avant de la réajuster en 2002. L'emploi de la maintenance industrielle est décrit comme étant « ensemble de toutes les actions techniques administratives et de management durant le cycle de vie d'un bien, destinées à le maintenir ou à le rétablir dans un état dans lequel il peut accomplir la fonction requise. »

II .3 Objectifs généraux de la maintenance

Les objectifs poursuivis par la fonction maintenance résultent des objectifs généraux qui, dans le cas d'une entreprise porte essentiellement sur la rentabilité, la croissance, la sécurité, ainsi que sur des objectifs

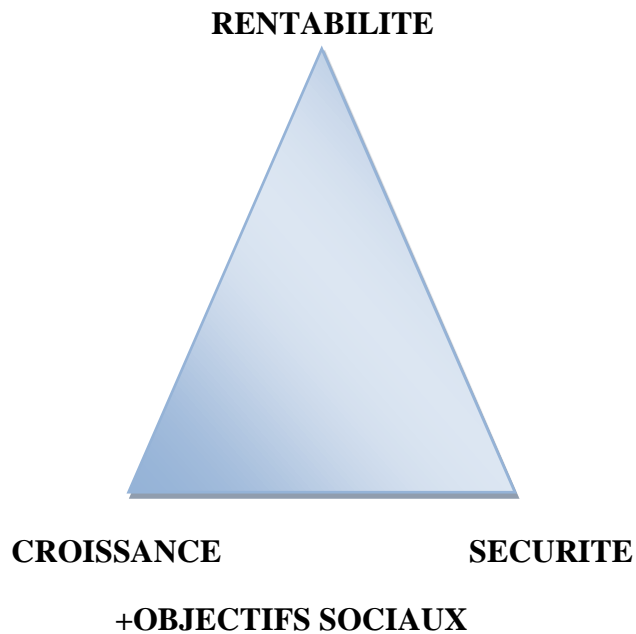


Figure 7: Objectifs généraux

La fonction maintenance doit, comme les autres fonctions, contribuer à la réalisation de cet objectif essentiel, à savoir la rentabilité et la compétitivité des entreprises et l'efficacité des administrations.

La sécurité des personnes et des biens constitue une composante prioritaire des objectifs de la maintenance.

Parmi les objectifs principaux de maintenance peuvent consister en :

- Améliorer la fiabilité et le rendement des équipements
- Diminuer l'apparition des pannes
- Diminuer le coût de maintenance
- Suivre l'évolution de l'équipement et contrôler leurs états

II.4 Les méthodes de maintenance

Le choix entre les méthodes de maintenance s'effectue dans le cadre de la politique de la maintenance et doit être fait en accord avec la direction de l'entreprise. Pour choisir, il faut être informé des objectifs de la direction, des décisions politiques de maintenance, mais il faut aussi connaître le fonctionnement et les caractéristiques des matériels, les comportements du matériel en exploitation, les conditions d'applications de chaque méthode et les coûts de maintenance.

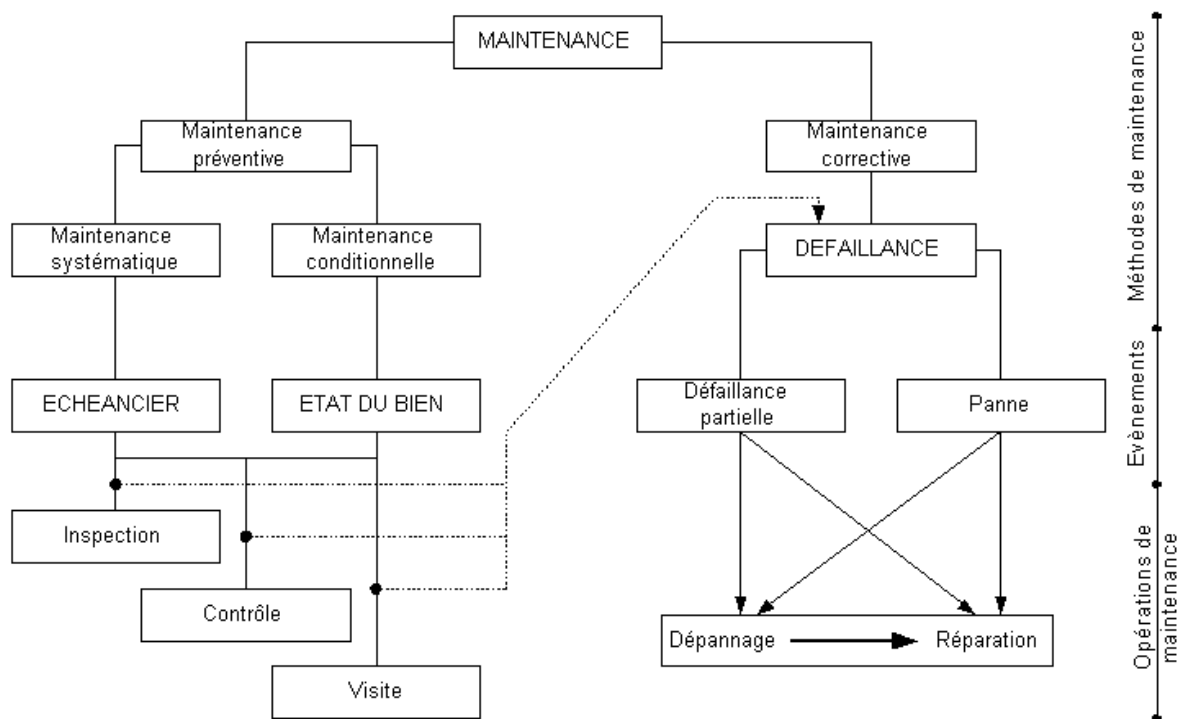


Figure 8: Différents types de maintenance

II.4.1 Maintenance préventive

La maintenance préventive effectuée selon des critères prédéterminés, dans le but de réduire la probabilité de défaillance d'un bien ou la dégradation service rendu.

Elle doit permettre d'éviter des défaillances des matériels en cours d'utilisation.

L'analyse des coûts doit mettre en évidence un gain par rapport aux défaillances qu'elle permet d'éviter.

Le but de maintenance préventive est de :

- Augmenter la durée de vie des matériels.

- Diminuer la probabilité des défaillances en service.
- Diminuer le temps d'arrêt en cas de révision ou de panne.
- Prévenir et aussi prévoir les interventions de la maintenance corrective coûteuse.
- Permettre de décider la maintenance corrective dans de bonnes conditions.
- Eviter les consommations anormales d'énergie, de lubrifiant, etc.
- Diminuer le budget de la maintenance.
- Supprimer les causes d'accidents graves.



Figure 9:maintenance préventive

II.4.1.1. La maintenance préventive systématique

La maintenance préventive effectuée selon un échéancier établi selon le temps ou le nombre d'unités d'usage.

Cette périodicité d'intervention est déterminée à partir de la mise en service ou après une révision partielle ou complète.

Cette méthode nécessite de connaître le comportement du matériel, les usures, les modes de dégradations, le temps moyen de bon fonctionnement entre deux avaries (MTBF).

La maintenance systématique peut être appliquée dans les cas suivants :

- Equipements dont la panne risque de provoquer des accidents graves.
- Equipements dont les dépenses de fonctionnement deviennent anormalement élevées au cours de leur temps de service.

II.4.1.2 La maintenance préventive conditionnelle

La maintenance préventive subordonnée à un type d'événement prédéterminé, (autodiagnostic, information d'un capteur, mesure d'une usure), révélateur de l'état de dégradation du bien. La maintenance conditionnelle est donc une maintenance dépendante de l'expérience et faisant intervenir des informations recueillies en temps réel.

Cette surveillance de la dégradation permet de fixer un seuil d'alarme avant un seuil d'admissibilité. Le principal intérêt d'une telle stratégie est de pouvoir utiliser les entités au maximum de leur possibilité mais aussi de diminuer le nombre des opérations de maintenance corrective.

La maintenance préventive conditionnelle se caractérise par la mise en évidence des points faibles. Suivant les cas, il est souhaitable de les mettre sous surveillance et à partir de là, nous pouvons décider d'une intervention lorsqu'un certain seuil est atteint, mais les contrôles demeurent systématiques et font partie des moyens de contrôle non destructifs.

La maintenance préventive conditionnelle se fait par des mesures pertinentes sur le matériel en fonctionnement. Ils peuvent porter par exemple sur le niveau et la qualité d'une huile.

II.4.2. Maintenance corrective

C'est une maintenance après la défaillance. La maintenance corrective a pour objet de redonner au matériel des qualités perdues nécessaires à son utilisation.

Les défauts, pannes ou avaries diverses exigeant une maintenance corrective entraînent une indisponibilité immédiate ou à très brève échéance des matériels affectés ou/et une dépréciation en quantité ou/et qualité des services rendus.

II. 5. Niveaux de maintenance

Les interventions de la maintenance elles sont classées en 5 niveaux en fonction de la complexité des actions ont réalisé, les procédures de l'intervention, ainsi l'outillage a utilisé et les pièces de rechange.

Tableau 1:Niveaux de maintenance.

Niveaux	Types de travaux	Personne d'intervention	Moyens
1^{er} niveau	Réglages simples prévus par le constructeur au moyen d'organes accessibles sans aucun démontage d'équipement ou échange d'éléments accessibles en toute sécurité.	Pilote ou conducteur du système	Outillage léger défini dans les instructions d'utilisation.
2^{ème} niveau	Dépannage par échange standard d'éléments prévus à cet effet, ou d'opérations mineures de maintenance préventive (rondes)	Technicien habilité	Outillage léger défini dans les instructions d'utilisation et pièces des rechanges disponibles sans
3^{ème} niveau	Identification et diagnostic de pannes, réparation par échange de composants fonctionnels, réparations mécaniques mineures	Technicien spécialisé	Outillage prévu et appareils de mesure, banc d'essai, contrôle...
4^{ème} niveau	Travaux importants de maintenance corrective ou préventive	Equipe encadrée par un technicien spécialisé	Outillage général et spécialisé, matériels d'essais, de contrôle...
5^{ème} niveau	Travaux de rénovation, de reconstruction ou réparation importantes confiées à un atelier	Equipe complète et polyvalente	Moyens proches de la fabrication

IV. Conclusion

Ce chapitre valorise la maintenance, aussi on a détaillé les niveaux de maintenance et préciser les outils de maintenance soit préventives ou correctives.

Chapitre 3 :

Diagnostic

I. Introduction

Ce chapitre sera consacré à définir le diagnostic son rôle et son importance dans le domaine de maintenance puis à l'analyse de deux pannes distinctes. La première concerne un dysfonctionnement du système d'injection, et nous allons nous efforcer de déterminer l'origine de cette panne en suivant une procédure de diagnostic étape par étape. Dans un second temps, nous allons nous pencher sur une panne de consommation excessive d'huile moteur, et nous allons chercher à identifier la pièce responsable de ce problème en suivant également une méthodologie de diagnostic précise.

II. Diagnostic

II .1. Définition de diagnostic

Un diagnostic automobile est une recherche de panne (électronique et mécanique) faite en utilisant une « valise de diagnostic ». Cet appareil que l'on branche au véhicule entre en communication avec l'ensemble des composants et répertorie tous les défauts présents sur le véhicule.

Les outils de diagnostic automobile ont vu les jours dans les années 2000 face à la modernisation et l'électronisations des véhicules. Les pannes automobiles sont de plus en plus compliquées à déceler. En effet, trouver l'origine d'une panne sans cet outil est devenu presque impossible.

De plus en plus développées et performantes, les « valises de diagnostic » demandent des mises à jour régulières ainsi qu'une formation continue de ces utilisateurs. Ces prescriptions ne sont que très peu respectées. De ce fait, les erreurs et surplus de réparation, la surfacturation sont des problèmes que l'on rencontre fréquemment chez les garagistes/concessionnaires.

II.2. Les différents types de diagnostic

Il existe deux types de diagnostic automobile :

- 1. Diagnostic électronique :** est utilisé pour détecter les problèmes liés aux systèmes électroniques de votre voiture, tels que le système de freinage, le système de gestion du moteur et le système de climatisation.

- 2. Diagnostic mécanique :** est utilisé pour détecter les problèmes liés aux pièces mécaniques de votre voiture, comme le système de transmission, la suspension et les freins.

II.3.Rôle de diagnostic

Le diagnostic est le raisonnement menant à l'identification de la cause (l'origine) d'une défaillance, d'un problème ou d'une maladie, à partir de symptômes relevés par des observations, des contrôles ou des tests.

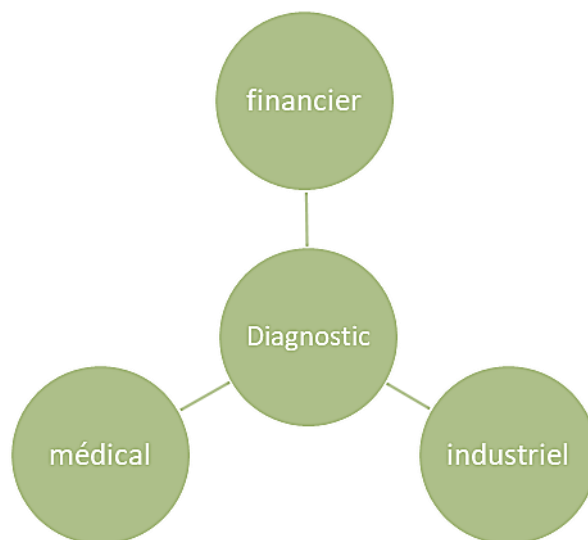


Figure 10:Les branches de diagnostic

II.4. Les étapes de diagnostic

Il n'est pas toujours facile de savoir ce qui cause le dysfonctionnement de votre véhicule et d'où provient ce dernier. Est-ce un trouble électrique, mécanique ou les deux ? Pour y voir plus clair, nous vous présentons les six étapes que le professionnel en diagnostic auto effectuera dans l'ordre pour réussir à trouver l'origine du problème et le réparer :

➤ **Étape 1 : Vérification et confirmation :**

Il s'agit de l'étape du diagnostic auto qui permettra au spécialiste de vérifier l'existence d'un problème. Le mécanicien prendra le temps de faire une analyse approfondie de votre véhicule et vous questionnera sur les différents problèmes ou bruits que vous avez remarqués.

➤ **Étape 2 : Définition du problème :**

Une fois l'analyse préliminaire complétée, le mécanicien sera alors en mesure de définir l'origine du problème, peu importe où ce dernier se situe. Sachez qu'un trouble peut survenir tant sur un circuit principal que sur un sous circuit.

➤ **Étape 3 : Isolation des endroits :**

À cette étape, le spécialiste du diagnostic auto procédera à d'isolement du problème dans un circuit ou dans un sous-circuit électronique ou électrique.

➤ **Étape 4 : Réparation :**

Il s'agit de l'étape où votre spécialiste en diagnostic auto attaque la réparation du circuit ou du sous-circuit causant le problème.

➤ **Étape 5 : Vérification finale :**

La vérification est l'étape finale. En effet, c'est le moment où votre professionnel de diagnostic automobile vérifie que la réparation a réellement fait disparaître le problème détecté et que votre véhicule fonctionne adéquatement.

II.5. Les différents types d'appairage de diagnostic

Le diagnostic automobile est une intervention technique qui vise à détecter les anomalies de fonctionnement qui causent une panne électronique du véhicule. Pour le faire, on utilise ainsi un outil de diagnostic qu'il soit un scanner, un OBD ou une valise de diagnostic auto.

- **Scanner :** Le scanner permet de communiquer avec l'ordinateur de bord du véhicule. Il récolte diverses informations sur le fonctionnement de votre moteur, en traite la pertinence, détecter des pannes et peut reprogrammer les éléments défectueux.



Figure 11:Appareil de scanner auto

- **OBD :** L'OBD, pour « On Board Diagnostics » que l'on peut traduire par « Diagnostic embarqué à bord » en français, est une interface qui permet d'accéder à un ensemble de données sur l'état de fonctionnement d'un véhicule.



Figure 12:Appareil OBD

- **Les valises de diagnostic :** Une valise diagnostique pour voiture est un appareil électronique spécialement conçu pour permettre d'établir un diagnostic sur une auto. Elle s'avère très pratique dans la mesure où il n'y a plus besoin de toucher aux différents composants de votre voiture pour déceler les origines de sa panne.

Dans ce type de l'appareil de diagnostic on trouve deux types :

1. **Valise mono-marque :** La valise mono-marque est avant tout utilisée par les concessionnaires. En effet, elle est spécialisée sur une marque en particulier. Son logiciel est mis à jour par le constructeur et permet de faire un diagnostic fiable du véhicule de cette marque précise.



Figure 13:Appareil mono marque

2. **Valise multimarque :** La valise de diagnostic multimarque est presque universelle et s'adapte donc à la majorité des véhicules. L'avantage est bien sûr qu'il n'est pas nécessaire d'investir dans plusieurs valises mono-marque si votre garage s'occupe de différentes voitures.



Figure 14:Appareil multimarque

II.6. Le choix de type de diagnostic

En plus de l'analyse électronique générale, le conducteur peut choisir le diagnostic :

- Moteur
- Transmissions
- Suspension
- Machines d'équipement électronique
- Systèmes de fonctionnement auxiliaires (stabilisation, antiblocage et autres).

Ainsi, le propriétaire de la voiture n'a pas besoin de passer par toute la procédure. S'il se plaint d'un site particulier, une analyse plus rapide et plus accessible peut être effectuée.

II.7. Les avantages de diagnostic

Parmi les avantages du diagnostic, on peut citer :

- Tester les composants d'un véhicule afin de détecter les éventuels problèmes.

- Permet de détecter les problèmes avant qu'ils ne causent des dommages plus importants.
- Permet également de prévenir les accidents.
- Prolonger la durée de vie du véhicule.
- Assurer la fiabilité et la sécurité du véhicule.
- Possibilité de réparer le véhicule avant qu'il ne soit nécessaire de remplacer des composants coûteux.

III. Intervention sur Mégane III

III.1. Réclamation d'un client

Le service de réception a pris les réclamations de client suivant :

- Manque de puissance à l'accélération.
- Vibration au niveau du moteur.
- Consommation du carburant anormal.
- Voyant check s'allume.

III.2. Diagnostic

On va réaliser un test diagnostic en utilisant l'appareil du diagnostic (CLIP) spécifique à la marque Renault pour diagnostiquer ce défaut, et voici les étapes de ce test.

- ✓ Etape 1 : Connectez l'outil de diagnostic approprié au système de diagnostic du véhicule (généralement via une interface de diagnostic OBD-II)



Figure 15: l'appareil de diagnostic

- ✓ Etape 2 : Mettre la vitesse en points morte (Il consiste en une position sur le levier de vitesse et implique que les roues ne soient plus connectées au moteur, qu'elles tournent dans le vide) et mettre la voiture en contact.



Figure 16:Tableau de bord

- ✓ Le logiciel de diagnostic CLIP (en anglais : Computerized Loop Inspection Procedure) est un logiciel de diagnostic utilisé par Renault et ses partenaires ateliers agréés principalement pour diagnostiquer et résoudre les problèmes électroniques et mécaniques des véhicules de marque Renault.



Figure 17:logiciel CLIP

- ✓ Etape 3 : Cette étape consiste à déterminer les informations sur un véhicule, à définir sa marque, son type et à lui attribuer un moteur à réparer à l'étape suivante, où il recherche les défauts actuels.

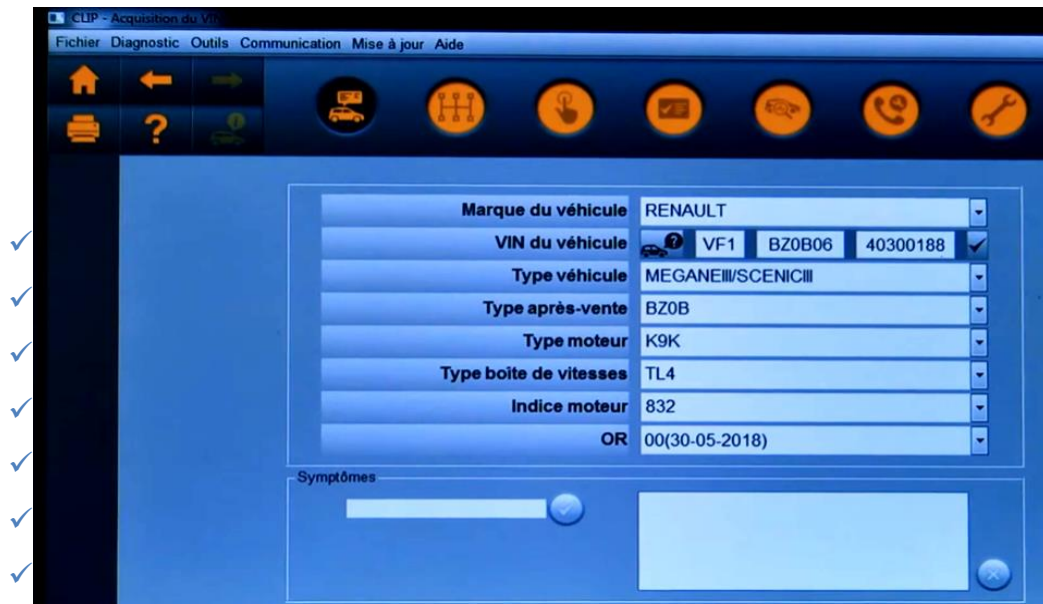


Figure 18: Marque de voiture

- ✓ Dans cette étape nous allons lancer l'opération de détection des défaillances qui va mettre en valeur tous les points faibles de véhicules.

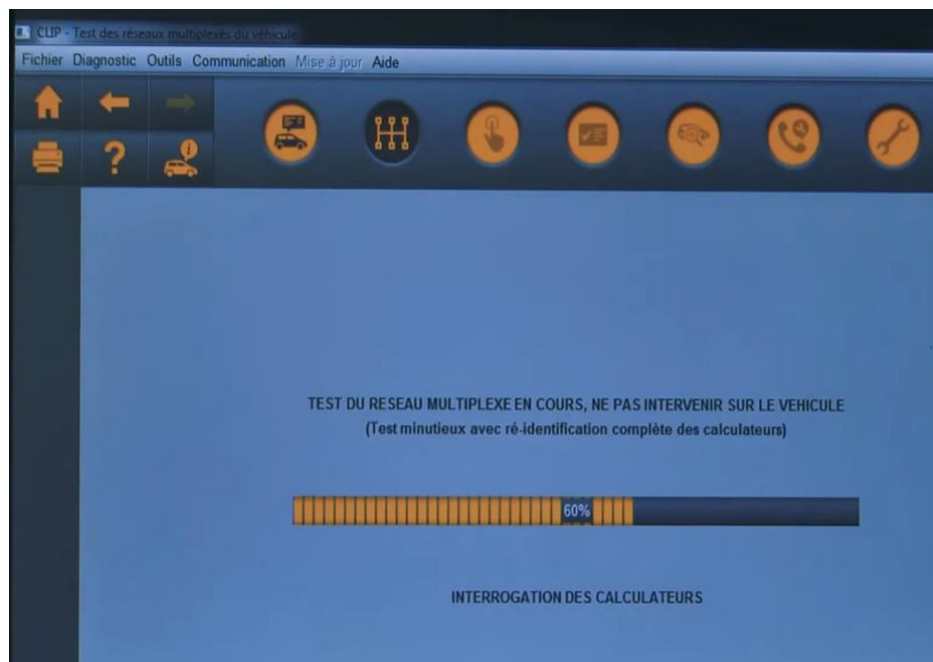


Figure 19: Recherche des pannes

- ✓ **Etape 4 :** Après l'étape de recherche des défaillances le logiciel CLIP nous montrés l'arbre suivant qui contient les codes des défaillances de chaque composant de véhicule.

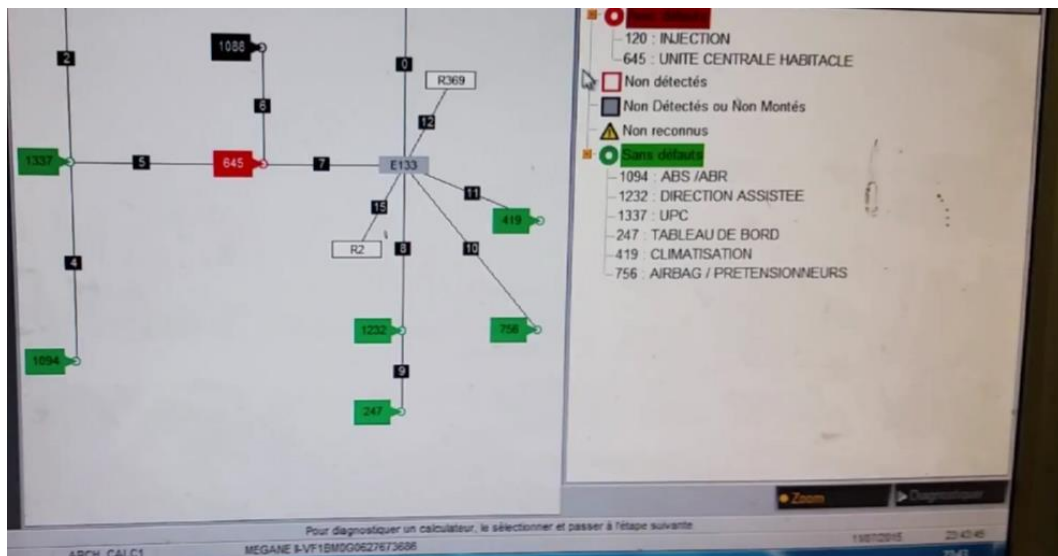


Figure 20: Liste des pannes

- ✓ **Etape 5 :** La dernière étape du diagnostic consiste à comparer les deux pressions réelle et de référence pour conclure s'il y a un défaut dans le système d'injection ou non, dans ce cas la pression réelle est quasi nulle, donc le système se révèle être une panne complète, vu l'importance de différence entre les deux valeurs de pression.

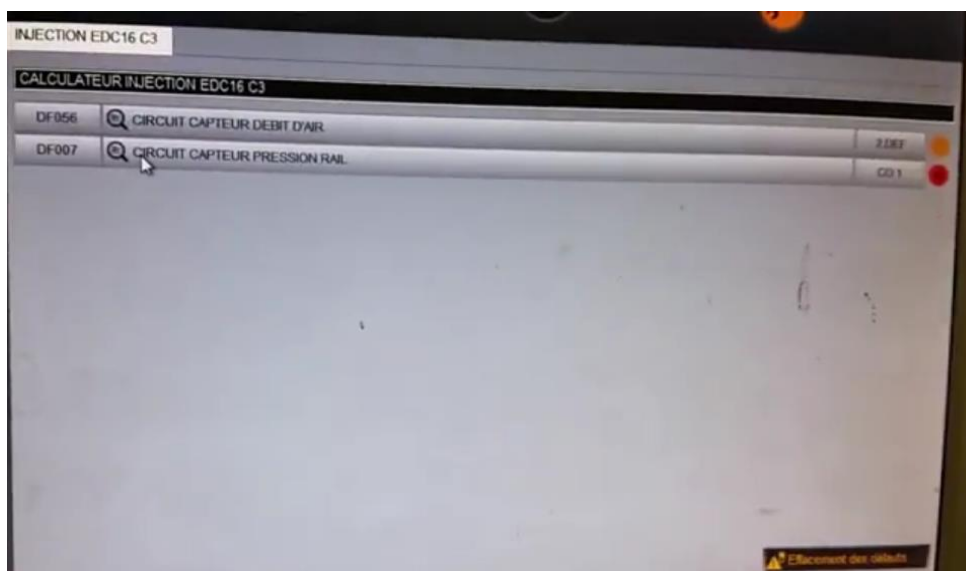


Figure 21: les défauts présents

- **Résultat**

Après la réalisation de diagnostic sur le véhicule Mégane III on a identifié que le système d'injection et en état de défaillance et qu'il est nécessaire de le réparer, est là présente le rôle de méthode AMDEC qui va s'appuie sur les résultats de diagnostic et complétait la mission de réparation et de planification les maintenances.

IV. Intervention sur Clio 4

VI.1. Réclamation d'un client

Le service de réception a pris les réclamations de client suivant :

- ✓ Fuite d'huile
- ✓ Fumée bleue à l'échappement
- ✓ Bruit de moteur inhabituel
- ✓ Diminution de la puissance du moteur

- **Résultat**

Étant donné que le problème est clairement visible sur le tableau de bord, effectuer un test de diagnostic dans ce cas n'est pas essentiel ; il suffit de comprendre ce que signifie ce voyant.



Figure 22: Tableau de bord

Lorsque le voyant du moteur d'une voiture commence à clignoter, il y a probablement un problème avec le moteur, qui peut être endommagé ou en surchauffe ou manque d'huile.

VI. Conclusion :

Ce chapitre a défini le diagnostic et son impact sur la sécurité du véhicule. Nous nous sommes appuyés sur deux cas réels, la Mégane III et la Clio 4, pour mener à bien la démarche de diagnostic et identifier les causes des pannes. Nous avons ensuite appliqué la méthode AMDEC aux deux pannes à détecter, dans le but de les réparer et de programmer la maintenance nécessaire pour prévenir ce genre de panne.

Chapitre 4 :

Application De La Méthode AMDEC

I. Introduction

Au début de ce chapitre nous allons définir la méthode AMDEC, ces types et ces avantages par la suite, nous allons appliquer cette méthode d'analyse sur les pannes détectées par le diagnostic dans les chapitres précédents en utilisant le tableau cause-effet comme un outil d'AMDEC afin de déterminer les causes et les effets de chaque panne et à la fin de ce chapitre en va terminer par une planification des actions de maintenance nécessaire qui vont garder les véhicules en bon état de fonctionnement.

II. Généralité sur la méthode AMDEC

II.1 Historique de l'AMDEC

Elle trouve son origine dans les années 1950, sous le nom de FMEA (en anglais : Failures Modes and Effects Analysis). Utilisée exclusivement aux USA et au Japon pour améliorer la fiabilité des produits de haute technicité (armement, avionique, spatial), elle fait son apparition en Europe en 1970 dans l'industrie nucléaire (du militaire vers le civil).

Le grand essor de l'AMDEC est dû à sa mise en œuvre généralisée dans l'industrie automobile (à partir de 1979 chez Ford et 1982 chez les constructeurs Français) ; tous les sous-traitants sont dû suivre. Conformément au QS 9000 (équivalent de l'ISO 9000 pour l'automobile), les fournisseurs automobiles devaient utiliser la planification qualité du procédé (APQP), incluant l'outil AMDEC et développant les plans de contrôle. Les industries électroniques, puis les industries mécaniques se sont inscrites ensuite dans cette démarche (apparition de la notion de sécurité des biens et des personnes).

II.2 Définition de l'AMDEC

L'Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité est une méthode rigoureuse et préventive visant à recenser, puis à évaluer, les défaillances potentielles d'un système et/ou d'un élément. La réflexion débouche sur une hiérarchisation de celles-ci suivie d'une prise de décision quant aux actions à mener. Un suivi et un calendrier de la réalisation de ces actions correctives ou de surveillance sont mis en place. L'application de ces mesures est vérifiée sur le terrain.

Chaque étude est capitalisée pour être utilisée comme support de diagnostic et pour les projets futurs.

II.3 Les objectifs de l'AMDEC

La méthode AMDEC confronte les connaissances des différents secteurs d'activité de l'organisation pour obtenir les objectifs suivants :

- L'amélioration et la stabilité du système étudié, par la hiérarchisation des risques et le traitement prioritaire des risques critiques.
- La réduction des coûts, par la réduction des effets négatifs internes et externes et par l'obtention d'un niveau de qualité optimal.
- La diminution des risques inhérents au système étudié, par la mise en œuvre d'un plan d'action.
- L'optimisation des contrôles, par la détermination d'un plan de maintenance des actions préventives et correctives décidées.

II.4 Types de l'AMDEC

Il existe principalement trois types d'AMDEC qui sont :

- AMDEC Produit
- AMDEC Processus
- AMDEC Machine ou moyen

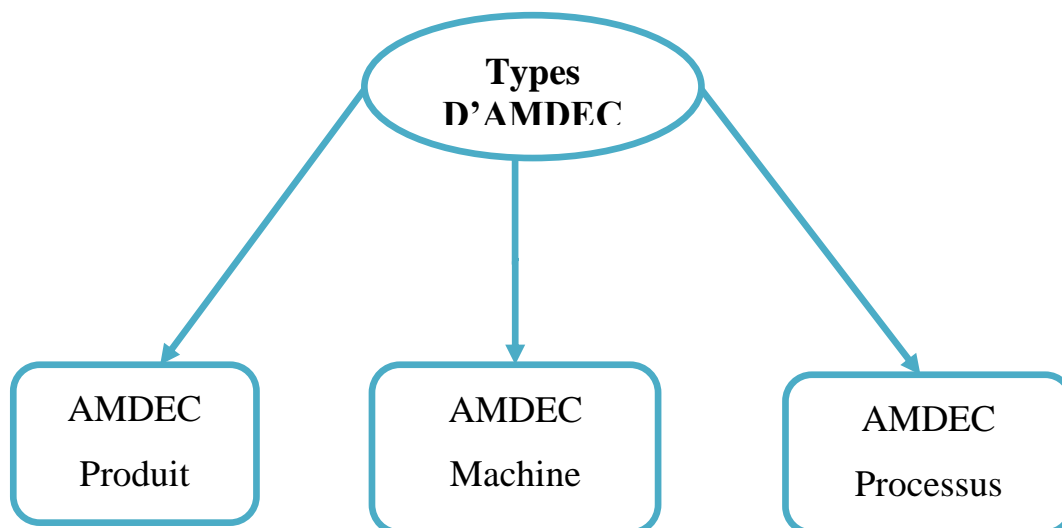


Figure 23: Types de l'AMDEC

II.4.1 AMDEC Produit

L'AMDEC Produit est utilisée pour l'aide à la validation des études de définition d'un nouveau produit fabriqué par l'entreprise. Elle est mise en œuvre pour évaluer les défauts

potentiels du nouveau produit et leurs causes. Cette évaluation de tous les défauts possibles permettra d'y remédier, après hiérarchisation, par la mise en place d'action corrective sur la conception et préventions sur l'industrie.

II.4.2 L'AMDEC Processus

L'objet de cette analyse est la conception de l'industrialisation (gamme de fabrication, d'assemblage, de retouche et de contrôle) du produit qui est examiné dans les différentes opérations de production prévues : fabrication, contrôle, manutention..., pour s'assurer que le processus industriel étudié permettront de fabriquer en série un produit conforme aux exigences spécifiées aux plans.

II.4.3 L'AMDEC Machine ou moyen

L'objet de cette analyse est l'outil de production, machine, robot, montage d'usinage, outillage, qui est examiné lors de sa conception, pour s'assurer qu'il satisfera en exploitation aux objectifs de conformité du produit ainsi que de la fiabilité, maintenabilité, disponibilité, et sécurité des personnes et des biens...

Les conséquences des défaillances potentielles sont relatives à l'utilisateur du moyen, c'est à dire le fabricant du produit automobile.

II.5. Organisation de la méthode AMDEC

Pour une méthode efficace, il faut :

- Bien définir et déterminer le produit/processus à analyser, pour bien cadrer l'étude et éviter de s'égarer dans des considérations inutiles.
- Définir la phase de fonctionnement à analyser.
- Rassembler le maximum de donnée technique.
- Définir l'objectif à atteindre et le champ d'intervention possible.
- Etablir un planning

II.6 La démarche AMDEC machine, analyse et évaluation

II.6.1. La démarche AMDEC machine

La démarche AMDEC se déroule selon les phases suivantes :

- *La préparation :*

Pour démarrer une AMDEC, il faut identifier le sujet et le périmètre de la démarche ainsi que la composition du groupe de travail. La réflexion doit être menée par un groupe de travail

pluridisciplinaire, dont les participants sont guidés par un animateur garant des 13 méthodes AMDEC. Le succès de la démarche repose sur la compétence, la rigueur et la créativité des membres de ce groupe.

➤ ***Décomposition fonctionnelle de la machine :***

Elle permet d'identifier clairement les éléments à étudier et les fonctions à assurer.

C'est une étape indispensable car il est nécessaire de bien connaître les fonctions de la machine pour analyser ensuite les risques de dysfonctionnement. Elle facilite l'étape ultérieure d'analyse des défaillances. Elle peut être menée de manière plus ou moins détaillée selon les besoins.

➤ ***L'analyse qualitative et quantitative des défaillances :***

L'aspect qualitatif de l'analyse consiste à recenser les défaillances potentielles inhérentes aux fonctions du système étudié, à rechercher et à identifier les causes de ces défaillances ainsi que leurs effets sur les clients, et sur l'environnement de travail.

L'aspect quantitatif de l'analyse consiste à évaluer les défaillances potentielles afin de les hiérarchiser. L'évaluation des défaillances s'effectue en calculant la criticité selon plusieurs critères, la gravité des effets, la fréquence d'apparition des causes et la capacité de détection des défaillances.

➤ ***La mise en place et le suivi des plans d'action :***

L'évaluation des défaillances est un outil aide à la décision. Le groupe de travail identifie les défaillances à traiter en priorité et décide des actions à mener pour gérer le risque. L'efficacité du plan d'action décidé doit être mesurée régulièrement afin d'assurer le pilotage de l'amélioration continue de la démarche.

II.6.2. L'analyse des défaillances

Il s'agit d'identifier les éléments suivants :

Le mode de défaillance : La forme observable de dysfonctionnement d'une machine.

La cause : c'est l'anomalie qui conduit au mode de défaillance. Les causes trouvent leurs sources dans cinq grandes familles. On en fait l'inventaire dans des diagrammes dits "diagrammes de causes à effets".

L'effet : l'effet concrétise la conséquence du mode de défaillance. Il dépend du point de vue AMDEC que l'on adopte, effets sur la qualité du produit, effets sur la productivité et effets sur la sécurité. Un effet peut lui-même devenir la cause d'un autre mode de défaillance.

La détection : c'est le contrôle ou l'action qui empêche la défaillance d'arriver chez le client.

II.6.3. L'évaluation

L'évaluation se fait selon 3 critères principaux : la gravité, la fréquence, le non détection.

Ces critères ne sont pas limitatifs, le groupe de travail peut en définir d'autres plus

15 Judicieux par rapport au problème traité. Chaque critère est évalué dans une plage de notes.

Cette plage est déterminée par le groupe de travail.

La gravité : elle exprime l'importance de l'effet sur la qualité du produit ou sur la productivité ou sur la sécurité. Le groupe doit décider de la manière de mesurer l'effet.

La fréquence (occurrence) : on estime la période à laquelle la défaillance est susceptible de se reproduire.

La détection : elle exprime l'efficacité du système permettant de détecter le problème.

La criticité : lorsque les 3 critères auront été évalués, on fait le produit des 3 notes obtenues pour calculer la criticité C :

$$C = G * F * D$$

Avec :

C : La criticité

G : La gravité

F : La fréquence

D : La détection

Plus la note de criticité est élevée, plus la défaillance est importante. Le plus souvent les entreprises fixent une note de criticité à ne pas dépasser.

II.6.4. Détermination de priorité

Pour déterminer la priorité (cotation), on va donner à chaque critère (gravité, fréquence, détection) une note, en utilisant la cotation intégrée dans la procédure de l'entreprise « création et suivi des AMDEC : Produit / Process / Moyen de production / Flux /Inversé ».

- **Gravité (G) :**

Relatif aux conséquences provoquées par l'apparition du mode de défaillance en termes des indices suivants :

Tableau 2: La grille de cotation de gravité

Niveau de gravité		Définition
Mineure	1	Arrêt de production < 10 min ; Aucune dégradation notable.
Significative	2	Arrêt de production entre 10 min et 30 min ; Remise en état de Courte durée ou petite réparation.
Moyenne	3	Arrêt de production entre 30 min et 1 h ; Changement de matériel Défectueux.
<i>Majeure</i>	4	Arrêt de production entre 1 h et 2 h ; Intervention importante sur les sous ensemble.
Catastrophique	5	Arrêt de production de > 2h ; Intervention lourde nécessite des Moyens couteux, problème de sécurité du personnel.

- **Fréquence (F) :**

Relatif à la fréquence d'apparition de la défaillance, cette fréquence exprime la probabilité combinée d'apparition du mode de défaillance par l'apparition de la cause de la défaillance.

La fréquence F allant d'un (1) jusqu'à quatre (4).

Tableau 3: La grille de cotation de fréquence

Fréquence		Définition
Très faible	1	Défaillance rare : moins d'une défaillance par ans.
Faible	2	Défaillance possible : moins d'une défaillance par mois.
Moyenne	3	Défaillance fréquente : moins d'une défaillance par semaine.
Forte	4	Défaillance très fréquente : plus d'une défaillance par semaine.

- **Détection (N) :**

Elle relative à la possibilité de détecter la défaillance avant qu'elle ne se produise.

La détection N allant d'un (1) jusqu'à quatre (4)

Tableau 4: La grille de cotation de détection.

Niveau de détection		Définition
Evidente	1	DéTECTABLE à 100% : détection certaine de la défaillance, signe Évident d'une dégradation ; Dispositif de détection automatique (Alarme).
Possible	2	DéTECTABLE : signe de la défaillance facilement détectable mais Nécessite une action particulière (visite).
Improbable	3	Difficilement détectable ou nécessitant une action ou des moyens Complexe.
Impossible	4	Indétectable aucun signe de défaillance.

- **Criticité (C) :**

La criticité s'obtient en faisant le produit des indices des critères précédents. Cette valeur de criticité s'établit souvent sur une échelle de 1 à 80 ($5 \times 4 \times 4$), elle permet de connaître à partir de ses propres critères d'évaluation le caractère critique de chacune des causes de défaillance potentielle pour chacun des composants d'un système.

Dans le cadre d'une conception ces indices de criticité mettent en évidence la faiblesse de certains points appelant ainsi à une amélioration, mais dans le cadre de l'exploitation d'un système, les indices de criticité élevés orientent les actions à mettre en œuvre (Modification, type de maintenance, conduite...).

- **Classification et matrice de criticité :**

Les actions menées sont décidées par le groupe de travail pour pouvoir éliminer tous les points critiques. À partir de la valeur de la criticité, on peut classer les problèmes par ordre décroissant et les répartir en différentes classes. Des intervalles de niveau de criticité (de référence)

Tableau 5: Niveau de criticité

C	Niveau de criticité
$C < 9$	Faible
$9 < C \leq 12$	Moyenne
$18 < C$	Elevée

- **Matrice de criticité :**

Au cours d'évaluation de la criticité, il n'est pas obligatoire de prendre en compte les trois (03) critères gravité, fréquence et la détection ; on peut se limiter aux seuls critères gravités (G) et fréquence (F), ce qui permet de matérialiser l'étude par une matrice de criticité ou matrice de sécurité.

La matrice met en évidence une zone critique et une zone non critique. Mais, elle présente un défaut car elle ne tient pas compte de la notion de détection.

Tableau 6: Matrice de criticité.

	Fréquence (F)			
Gravité (G)	1	2	3	4
1	1	2	3	4
2	2	4	6	8
3	3	6	9	12
4	4	8	12	16
5	5	10	15	20

Vert: Zone à risque acceptable.

Blanc : Zone de risque devant faire la mesure.

Rouge: Zone à risque devant faire l'intervention

II.6.5. Les actions

Les actions à établir pour ce travail se résument dans les points suivants :

- Déterminer les listes des PDR, et une *short-List* pour les éléments les plus critiques qui doivent exister obligatoirement dans le stock.

- Le plan de maintenance préventive *check-list* : représente l'ensemble des Interventions à suivre selon une fréquence d'intervention (en heures).
- Le plan de maintenance systématique journalière : représente des contrôles et des vérifications à faire par le technicien chaque jour avant de commencer la production.

II.7. Tableau cause-effet

Tableau 7: Tableau cause-effet

Date de L'analyse	AMDEC Machine- Analyses des Modes de Défaillances et leurs Effets de Criticité					Phase de Fonctionnement				Page :
	Système :			Sous-ensemble :						Nom :
Elément	Fonction	Modes de défaillances	Causes de Défaillance	Effets de défaillance	Détection	Criticité :				
						F	G	N	C	Action Corrective

II.8. Perspectives de l'AMDEC

Dans un premier temps, l'AMDEC va permettre ressortir les points faibles de chaque équipement. A partir de ces données, on va pouvoir déterminer des actions correctives à mettre en œuvre afin de réduire les criticités des points les plus importants.

Mais au-delà de ces aspects, l'AMDEC ne doit pas être arrêtée. En effet, l'AMDEC doit constamment être challengée afin de recevoir sa pertinence. Une fois les actions correctrices mises en place, il est nécessaire de réévaluer la criticité des processus selon des paramètres nouveaux. Cela va nous permettre de redéfinir de nouvelles actions correctrices et de revoir celle déjà mises en place.

II.9. Place de l'AMDEC dans une démarche de maîtrise des risques

Si on fait le bilan des expériences réussies ici et là, on trouvera l'AMDEC à pratiquement tous les stades du cycle de vie d'un système. Toutefois, on peut souligner le caractère à peu près incontournable de l'AMDEC à la fin de la conception, à la charnière avec la réalisation ou l'exploitation et la maintenance. En effet, quand le système est décrit de façon précise, les composants choisis, l'AMDEC s'applique à merveille pour compléter la connaissance des fonctionnements (fonctionnements souhaités décrits par la conception) avec les fonctionnements non souhaités, mais inévitables du fait qu'aucun composant n'est infaillible. Il faut bien prendre en compte ce qui peut résulter des défaillances des composants choisis.

III. Application de la méthode AMDEC

Dans cette partie on va suivre la démarche suivante qui consiste à analyser le système pour un mieux comprendre de fonctionnement. Par la suite, il est nécessaire de réaliser la décomposition fonctionnelle qui nous allons étudier chaque sous-système seul, puis arrive l'étape suivante qui est l'étude qualitative qui nous donner la mode de défaillance, leurs effets et leurs causes. Nous allons choisir le tableau causes effets comme outils d'analyse vu leurs efficacités et à la fin de cette partie nous allons faire une étude quantitative qu'elle doit spécialiser pour le calcul de criticité de chaque panne en appuient sur leurs valeurs de gravité, de fréquence et de non-détection.

III.1. Premiers cas : panne d'injection

III.1.1 Analyse fonctionnelle :

Le système d'injection d'une Renault Mégane III est un système sophistiqué conçu pour contrôler la quantité de carburant injectée dans les cylindres du moteur, en fonction de divers paramètres tels que la demande de puissance, la vitesse du moteur, la température, etc. Le système d'injection utilisé dans la Mégane 3 est généralement un système d'injection directe à essence

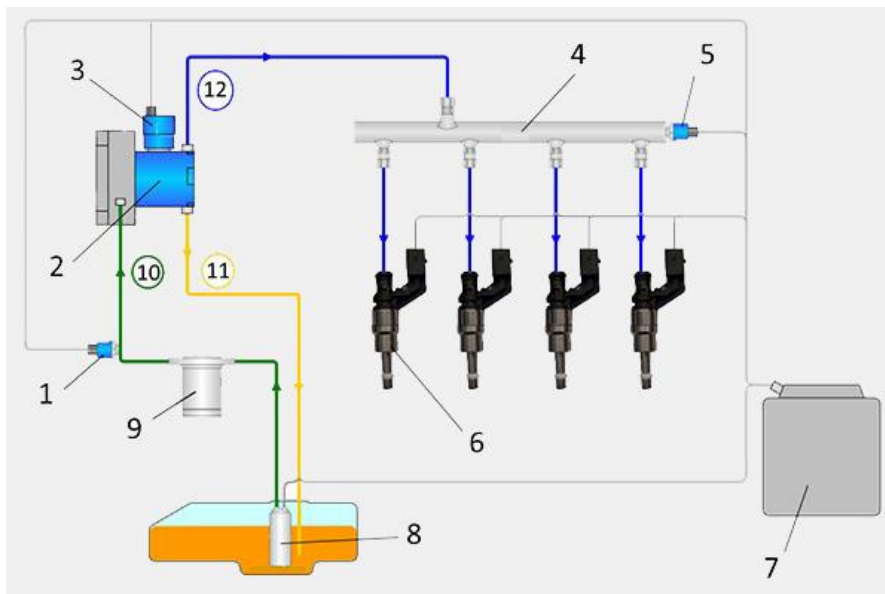


Figure 24: dessin de système d'injection Mégane III

Les composants du système d'injection des mentionnés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 8: les composants de système d'injection

Nombre	Composant
1	Capteur basse pression de carburant
2	Pompe à carburant haute pression
3	Vanne de régulation de pression
4	Rampe de distribution de carburant
5	Capteur haute pression
6	Injecteurs
7	Calculateur moteur
8	Pompe à carburant électrique
9	Filtre à carburant
10	Système basse pression de carburant
11	Système de retour de carburant
12	Système haute pression de carburant

Dans le moteur de Mégane III qui est un moteur à injection direct, le carburant est injecté directement dans la chambre de combustion, généralement à haute pression. Cela se fait par l'intermédiaire d'injecteurs situés à l'intérieur de la chambre de combustion, près des bougies d'allumage. L'injection directe permet un meilleur contrôle de la quantité de carburant et du moment de l'injection, ce qui améliore l'efficacité de la combustion et réduit les émissions. Cette méthode est couramment utilisée dans les moteurs diesel et certains moteurs à essence à injection directe.

III.1.2 Décomposition fonctionnelle

Le système d'injection se décompose en quatre sous système comme suit :

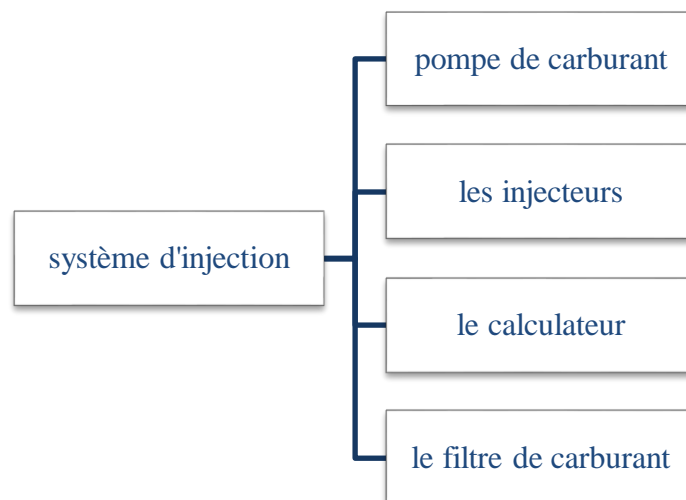


Figure 24 : Décomposition du système d'injection

Le système d'injection se compose de quatre sous-systèmes qui sont les suivant :

- Pompe à carburant : Cette pompe est responsable de l'acheminement du carburant du réservoir vers le moteur. Elle peut être mécanique ou électrique selon le type de moteur.

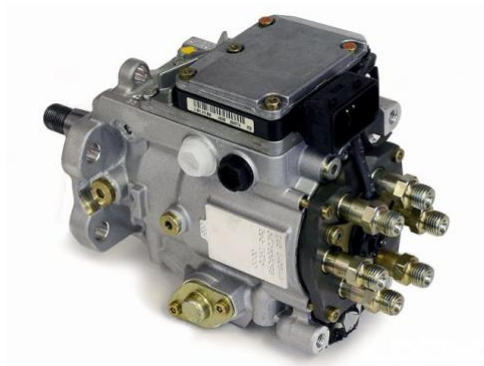


Figure 25: Pompe haute pression de carburant

- Les injecteurs : Ces composants pulvérisent le carburant dans les cylindres du moteur en fonction des signaux reçus du module de commande du moteur. Ils doivent fonctionner de manière précise et synchronisée pour assurer une combustion efficace.



Figure 26: Filtre à carburant

- Filtre à carburant : Le filtre à carburant élimine les impuretés du carburant avant qu'il ne soit injecté dans le moteur.



Figure 27:Filtre à carburant

- **Calculateur :** Ce composant contrôle l'injection de carburant en fonction des signaux reçus des capteurs et des paramètres du moteur. Il calcule également la quantité de carburant nécessaire pour obtenir les meilleures performances et l'efficacité énergétique.



Figure 28:Calculateur

III.2. Analyse des défaillances

Dans cette étape d'analyse AMDEC nous allons choisi le tableau causes effets pour réaliser l'étude qualitative, les différents informations (modes des défaillances, les causes et les effets possibles) introduit dans le tableau AMDEC suivant ont était collecter à travers des observations en temps réel sur le la véhicule.

Tableau 9:Analyse AMDEC de système injection

Analyse des modes de défaillance et de leurs effets et de leurs criticités									
	Etude qualitative des défaillances : Défaillance de système d'injection				Evaluation de criticité				Les actions de maintenance
Le composant	Fonction	Modes	Causes	Effets	G	F	N	C	
Pompe à carburant	Fournir le carburant du réservoir vers le système d'injection	Manque de pression de carburant	Mauvaise alimentation électrique	Quantité de carburant insuffisant Vibration de moteur	3	2	2	12	Nettoyage de réservoir et utiliser un carburant de qualité
Les injecteurs de carburant	Vaporiser le carburant dans la chambre de combustion	Injection insuffisant	Usure Corrosion	Colmatage des injecteurs	3	3	2	18	Utiliser des additifs dispersifs et détergents
Le calculateur	Contrôler la quantité de carburant injectée dans la chambre de combustion	Mauvaise dosage de carburant	Défaut électronique	Mauvaise injection Quantité de carburant injecter est incorrect	3	1	2	6	Programmation de calculateur Remise à zéro des valeurs et données
Filtre à carburant	Filtrer les impuretés présentes dans le carburant	Pas de passage de carburant	Impuretés Mauvaise qualité de carburant	Usure de composant mécanique	2	3	1	6	Changement de filtre de façon périodique

III.3 Hiérarchisation des défaillances

On va classer les défaillances en trois priorités selon leurs valeurs criticités le tableau suivant présente la hiérarchisation des défaillances :

Tableau 10:Hiérarchisation des défaillances de système d'injection

Priorités	Valeur de criticité	Les composants
Priorités 1	$C < 9$	Filtre à carburant Le calculateur
Priorités 2	$9 < C < 12$	Pompe à carburant
Priorités 3	$C > 12$	Les injecteurs de carburant

III.4 Plan de maintenance préventive

Pour minimiser les pannes et augmenter MTBF (moyen de temps de bon fonctionnement) des véhicules il est recommandé de planifier tous les interventions et les maintenances afin d'éviter tous les défaillante imprévus.

Le plan de maintenance de Mégane III est présenté dans le tableau suivant :

Tableau 11:Plan de maintenance de système d'injection

Les actions de maintenances	Fréquence
Nettoyage de pompe de carburant	Chaque six mois
Changement de filtre de carburant	Entre le 20000 et 50000 kilomètres
Nettoyage réservoir de carburant	Chaque six mois
Addition des additifs dispersifs et détergents	Chaque trois mois

III.5 Analyse de résultat

La méthode AMDEC permet de mieux comprendre les risques potentiels liés au système d'injection et de mettre en place des actions pour les réduire ou les éliminer. Elle contribue ainsi à améliorer le fonctionnement de système, et à réduire les coûts associés aux défaillances.

Après l'application de méthode AMDEC nous avons remarqué que la majorité des défaillances sont en relation avec la qualité de carburant, c'est pourquoi il est nécessaire de réaliser le plan de maintenance précédant afin de garder le système en bon état de fonctionnement.

III.6. Deuxième cas : panne de consommation d'huile

III.6.1. Analyse fonctionnelle

Le circuit d'huile est présenté en vert dans la figure suivante

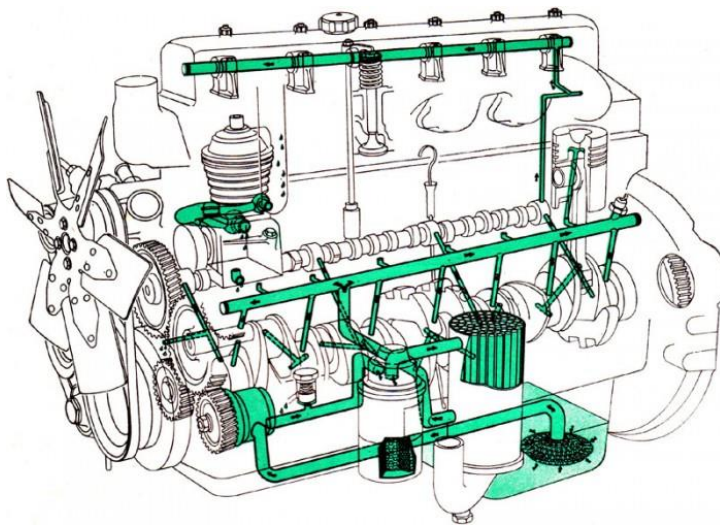


Figure 29:circuit d'huile moteur

Le rôle de l'huile moteur est essentiel pour assurer le bon fonctionnement et la durabilité du moteur d'un véhicule. Voici quelques-uns des principaux rôles de l'huile moteur :

- Lubrification
- Réduction de chaleur
- Nettoyage
- Protection contre la corrosion
- Etanchéité

III.6.2.Décomposition fonctionnelle

La décomposition fonctionnelle nous permet d'identifier les fonctions critiques, identifier les modes de défaillances potentiels et nous donne une meilleure vision sur le système.

Nous allons décomposer le circuit d'huile moteur en des sous-systèmes selon le mode de fonctionnement.

La décomposition fonctionnelle est présentée dans la figure suivante.

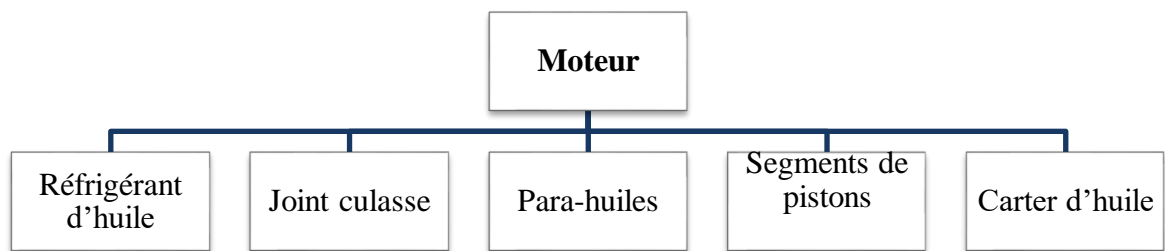


Figure 30:Décomposition d'un moteur

Le circuit d'huile moteur se décompose en cinq sous-systèmes comme suit :

- Le réfrigérant d'huile est un fluide spécialisé utilisé dans les systèmes de climatisation automobile pour maintenir la température de l'huile moteur à un niveau optimal.

Le rôle principal du réfrigérant d'huile est de réduire la température de l'huile moteur en la faisant passer à travers un échangeur de chaleur. Ce processus permet d'extraire la chaleur de l'huile moteur et de la transférer vers l'air ambiant.



Figure 31:Réfrigérant d'huile

- Le joint de culasse est une pièce importante du moteur d'un véhicule qui sert de joint d'étanchéité entre la culasse et le bloc-cylindres. Le rôle principal du joint de culasse est d'assurer l'étanchéité du système de combustion en empêchant les fuites de liquide de refroidissement, d'huile et de carburant



Figure 32:Joint de culasse

- Para-huile : le rôle du para huile, également connu sous le nom de joint d'étanchéité d'arbre, est de maintenir l'huile de lubrification à l'intérieur du moteur en empêchant les fuites d'huile.



Figure 33:Para-huile

- Segments de pistons : sont des composants critiques dans le fonctionnement de moteur à combustion interne. Les segments de pistons aident à réduire la consommation d'huile en empêchant l'huile de lubrification de pénétrer dans la chambre de combustion.



Figure 34: Segments de pistons

- Carter d'huile : est un composant clé du système de lubrification d'un moteur. Son rôle principal est de contenir l'huile de lubrification et de la distribuer aux différents composants en mouvements du moteur, tels que les pistons, les bielles et les arbres à cames. Le carter d'huile est également responsable de protéger l'huile de lubrification contre les contaminations et les impuretés qui pourraient nuire à son efficacité lubrifiante.



Figure 35: Carter d'huile

III.6.3. Analyse des défaillances

Dans cette étape d'analyse AMDEC nous allons choisir le tableau causes effets pour réaliser l'étude qualitative, et les différentes informations (modes des défaillances, les causes et les effets possibles) introduit dans le tableau AMDEC suivant ont été collectés à travers des observations en temps réel sur le véhicule.

L'étude qualitative est présentée comme suit :

tableau 12:Analyse AMDEC de consommation d'huile

Analyse des modes de défaillance et de leurs effets et de leurs criticités									
	Etude qualitative des défaillances : Consommation anormale d'huile				Evaluation de criticité				Les actions de maintenance
Le composant	Fonction	Modes	Causes	Effets	G	F	N	C	
Réfrigérant d'huile	Refroidir l'huile	Mélanger l'huile avec l'eau	Usure de réfrigérant et de circuit d'eau	Diminution de niveau d'huile et dégradation de qualité d'huile	3	2	2	12	Remplacement de réfrigérant Vidange Vérification de circuit d'eau
Joint culasse	Séparation entre la culasse et le bloc du moteur	Mélanger l'huile avec l'eau	Détériorati on du joint culasse Surchauffe du moteur	Dégâts d'huile Usure des composants mécanique	3	3	2	18	Changement de joint culasse Contrôler la température de moteur
Para-huiles	Conserver l'huile à l'intérieur e de bloc moteur	Fuites	Usure Surchauffe	Fuites d'huile Diminution de niveau d'huile	2	2	1	4	Changement périodique des para-huiles
Segments de pistons	Séparation entre la chambre de combustion et bloc du moteur	Fume bleu Bruit Vibration	Usure Mauvaise qualité d'huile	Surchauffe de moteur Dommages des composants de moteur	3	2	3	12	Utiliser une huile de qualité et de viscosité convenable
Carter d'huile	Contenir l'huile	Fissure Usure	Collision avec un corps étranger	Fuite d'huile Surchauffe de moteur	2	2	1	4	Soudage de fissures ou remplissage de carter par un autre

III.6.4. Hiérarchisation des défaillances :

On va classer les défaillances en trois priorités selon leurs valeurs criticités le tableau suivant présente la hiérarchisation des défaillances :

Tableau 13:Hiérarchisation de panne de consommation d'huile

Priorités	Valeur de criticité	Les composants
Priorités 1	$C < 9$	Para-huiles Carter d'huile
Priorités 2	$9 < C < 12$	Réfrigérant d'huile Segments de pistons
Priorités 3	$C > 12$	Joint culasse

III.6.5. Plan de maintenance préventive

Tableau 14:Plan de maintenance de moteur

Les actions de maintenances	Fréquence
Remplacement de réfrigérant	Entre 3 à 5 ans
Vidange	Tous les 5000 à 10000 kilomètres
Vérification de circuit d'eau	Au moins une fois par an
Changement périodique des para-huiles	Tous les 5000 à 7500 km ou tous les six mois
Utiliser une huile de qualité et de viscosité convenable	À chaque vidange
Contrôler le niveau d'eau de refroidissement	A jour

III.6.6. Analyse de résultat

L'application de la méthode AMDEC nous permet d'évaluer l'état de moteur et d'identifier les causes de cette défaillance d'après cette analyse qualitative nous avons trouvé que la cause principale de consommation d'huile moteur est la température excessive et la mauvaise qualité d'huile c'est pourquoi nous avons réalisé un plan de maintenance qui va organiser toutes les interventions nécessaires et planifier les actions préventives dans le but minimiser cette défaillance.

IV. CONCLUSION

L'application de la méthode AMDEC nous permet d'évaluer l'état de moteur et d'identifier les causes de cette défaillance. D'après cette analyse qualitative nous avons trouvé que la cause principale de consommation d'huile moteur est la mauvaise qualité d'huile et la température excessive, c'est pourquoi nous avons réalisé un plan de maintenance qui va organiser toutes les interventions nécessaires et planifier les actions préventives dans le but minimiser cette défaillance.

Conclusion générale

En conclusion de mon stage de projet de fin d'études au sein de la Société de service du sud, j'ai acquis une expérience précieuse et j'ai pu développer mes compétences professionnelles de manière significative.

Tout d'abord, ce stage m'a permis de me familiariser avec les différents aspects de la maintenance automobile. J'ai pu observer de près les processus de réparation et d'entretien des véhicules, ainsi que les normes de sécurité et de qualité qui régissent ce domaine. J'ai également eu l'opportunité d'interagir avec des professionnels expérimentés, ce qui m'a permis d'apprendre de leur expertise et de bénéficier de conseils précieux.

Ensuite, j'ai pu mettre en pratique mes connaissances théoriques acquises tout au long de mes études. J'ai participé activement à des projets de réparation et d'entretien, ce qui m'a permis d'appliquer mes compétences techniques et de développer ma capacité à résoudre des problèmes concrets. J'ai également eu l'occasion de travailler sur des véhicules de différentes marques et modèles, ce qui m'a permis d'élargir mon champ de connaissances et d'adapter mes compétences à diverses situations.

De plus, ce stage m'a également offert une vision plus complète de la maintenance automobile dans son ensemble. J'ai pu observer les défis auxquels font face les professionnels de la maintenance, tels que les avancées technologiques constantes et les nouvelles exigences environnementales. J'ai compris l'importance de rester constamment à jour avec les dernières tendances et les nouvelles technologies, afin de fournir un service de qualité et de répondre aux besoins changeants des clients.

Enfin, ce stage m'a également permis de développer mes compétences en matière de travail d'équipe et de communication. J'ai eu l'occasion de collaborer avec des collègues et de participer à des réunions d'équipe, ce qui m'a permis d'apprendre à travailler efficacement en groupe et à échanger des idées de manière constructive.

Dans l'ensemble, travailler au sein de la Société de service du sud durant deux mois, m'a permis d'acquérir de nouvelles connaissances techniques et surtout de découvrir le métier que j'avais choisi réellement.

Les relations que j'ai pu entretenir avec l'équipe nous ont initié sur le principe de travailler ensemble pour produire, ce qui consiste une forte expérience professionnelle pour ma prochaine entrée à la vie professionnelle.

Aussi au sein de la Société de service du sud j'ai pu appliquer les connaissances acquises au cours de ma formation à l'institut supérieur des sciences appliquées et de technologie de Gafsa que je tiens à la remercier encore une fois.