

# **CONTRÔLE TECHNIQUE DES VÉHICULES ROUTIERS**

## **RÉSUMÉ**

La maintenance industrielle et les visites techniques donnent un gain et une importance croissante et se révèle être une des fonctions clés des entreprises modernes, en particulier les entreprises à caractère économique et de transport. Notre travail est consacré à l'étude théorique et pratique de la fiabilité des véhicules de transport qui demandent une exigence assurant une grande sécurité routière (matériel et personnel). Cette étude a été élaborée au niveau de l'agence nationale de contrôle technique « SARL Pomaria service », qui s'occupe du contrôle technique des défaillances des équipements et systèmes mécaniques des véhicules routiers.

Dans notre projet on utilise les outils d'analyse technique des organes moteurs sensibles du véhicule et de leur fiabilité, en l'occurrence les méthodes connues dans le domaine du contrôle technique établi par le service concerné. Pour finaliser notre recherche à une éventuelle amélioration de cette technique nous utilisons des outils développés de « PARETO » et l'analyse par « AMDEC », qui sont connues dans le domaine de l'optimisation de la maintenance et de la fiabilité. On va définir les méthodes graphiques et analytiques pour déterminer les paramètres de la dégradation du véhicule et le type de dégradation de ses systèmes. La validation de notre travail se fera par une application réelle de cas pratique, en choisissant les organes critiques dans le contrôle des véhicules automobiles et de leur sécurité qui peuvent porter préjudice à la sécurité routière et aux accidents. Une exploitation des données recueillies sur site au niveau de l'agence de contrôle « SARL Pomaria service » seront mis pour les exploiter dans un modèle analytique et numérique de fiabilité et de la sécurité routière, Une validation de la conformité des résultats trouvés sera comparée avec la réalité des normes de sécurité.

**Mots clés :** Diagnostic, contrôle technique, Sécurité routière, Fiabilité des organes, Défaillance des systèmes, Maintenance industrielle,.

## **ABREVIATIONS**

**ENACTA** : Etablissement National de Contrôle Technique Automobile

**CTA** : Contrôle Technique Automobile

**DTW** : Direction de Transport de la Wilaya

**SARL** : Société à Responsabilité Limitée

**PTAC** : Poids Total Autorisé en Charge

**AMDEC** : Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité

**T** : Tonne

**C** : Criticité

**Gr** : Gravité

**Fr** : Fréquence

**Dé** : Détection

**R(t)** : Fiabilité au temps t (%)

## SOMMAIRE

<b>Resumé</b>	1
<b>Abréviations</b>	2
<b>Sommaire</b>	3
<b>4.1. Introduction</b>	5
<b>Chapitre 1 Généralités sur le contrôle technique</b>	
1.1 Introduction	6
1.2 But de la visite technique	6
1.3 Etablissement national de contrôle technique automobile	6
1.4 Organisation du contrôle technique automobile	7
1.5 Sarl Pomaria Service	8
1.6 Agence de contrôle technique	8
<b>Chapitre 2 : Equipements et méthodes de contrôle</b>	
2.1 Banc de freinage	10
2.2 Banc de suspension	14
2.3 Plaque de ripage	17
2.4 Analyseur de gaz	19
2.5 Opacimètre détecteur de fuites GPL	22
2.6 Détecteur de fuites GPL	23
2.7 Jauges de mesure de la profondeur des sculptures des pneumatiques	24
2.8 Pont élévateur	26
<b>Chapitre 3 : Points de contrôle</b>	
3.1 Étape 0 : Identification	29
3.2 Étape 1 : Farinage	30
3.3 Étape 2 : Direction	32
3.4 Étape 3 : Visibilité	34
3.5 Étape 4 : Eclairage et signalisation	36
3.6 Étape 5 : Liaison au sol	39
3.7 Etape 6 : Structure de la carrosserie	44
3.8 Étape 7 : Equipements	44

3.9	Étape 8 : Organes mécaniques	46
3.10	Étape 9 : Combustion	48

#### **Chapitre 4 : Application de la mise de controle**

4.1.	Introduction	52
4.2.	Différents types de maintenance	53
4.3.	Définition du concept fiabilité	53
4.4.	Loi de Pareto	54
4.5.	Analyse des modes de défaillances, de leurs effets et de leur criticité	55
4.6.	Application pratique	58
4.7.	Systèmes de freinage	64
4.8.	Composant principale de système de freinage	68
4.9.	Diagnostic par AMDEC	69
4.10.	Cylindres de roues	72
4.11.	Révision régulière du système de freinage	74
4.12.	Interprétation	75

<b>CONCLUSION</b>	75
-------------------	----

<b>BIBLIOGRAPHIE</b>	76
----------------------	----

## INTRODUCTION GÉNÉRALE

La sécurité routière est une question politique au niveau internationale à cause des dégâts matériels et humains, elle est considérée comme une des priorités des gouvernements et la principale source de pollution sur les routes. Chacun de nous se sent directement concerner et, doit contribuer positivement à la réduction des accidents routiers.

Aujourd'hui, le ministère des transports renforce la lutte contre l'insécurité routière à travers l'instauration du contrôle technique périodique. C'est un contrôle réalisé au moyen d'équipements spécifiques adaptés qui permettent d'établir un diagnostic précis de l'état des véhicules et notamment de ses organes principaux. Cette mesure a pour but de prévenir les défaillances mécaniques, les facteurs des accidents de la route et de limiter les émissions nocives qui sont une source de pollution. La politique des contrôles techniques s'inscrit dans la logique d'un transport routier sûr, performant, propre et durable.

Selon les observations faites ces dernières années, on voit que les accidents de la circulation ont une moyenne journalière qui est en progression avec le parc national et international. Au vu de ces indicateurs, l'acte de conduire s'assimile à un théâtre de guerre dont les conducteurs sont les soldats, le véhicule l'arme de combat et la route le champ de bataille. Notre mémoire s'articule autour des chapitres suivants :

➤ Dans le premier chapitre, nous présentons des généralités sur contrôle technique, qui est considéré comme une mission du service public articulé dans une stratégie globale de renforcement de la sécurité routière.

➤ Dans le second chapitre, on définit les équipements et les méthodes de contrôle qui ont pour but de vérifier la conformité des véhicules, c'est une activité réglementée dans tous ses aspects afin de répondre aux exigences de la mission sécuritaire.

➤ Dans le troisième chapitre, on procède à détailler les étapes des points de contrôle des véhicules automobiles, la visite technique porte sur plusieurs organes du véhicule routier.

➤ Finalement dans l'ultime chapitre quatre on va mettre en application de différentes théories, pour étudier et analyser des cas pratiques sur les organes les plus défaillants, aux niveaux des agences de contrôle.

# **CHAPITRE 1 GENERALITES SUR LE CONTROLE TECHNIQUE**

## **1.1 Introduction**

Le contrôle technique périodique et obligatoire pour les véhicules automobiles, c'est une disposition destinée à assurer le bon état d'entretien et de fonctionnement des véhicules routiers à travers des visites d'inspections périodiques. De ce fait, le contrôle technique est une mission du service public qui s'inscrit dans une stratégie globale de renforcement de la sécurité routière. Il a pour but de vérifier la conformité des véhicules et de leurs remorques, c'est une activité réglementée dans tous ses aspects pour répondre aux exigences de la mission.

Dans le cadre de ses attributions, le contrôle technique est une référence réglementaire qui définit les missions et les prérogatives des agences de contrôles et des contrôleurs. Ce contrôle sert uniformiser les procédures d'organisation du contrôle technique du véhicule qui est chargé de promouvoir une politique de prévention et de sécurité routière, et de lutter contre la pollution due aux gaz d'échappement, dans le but de protéger les intérêts des usagers.

## **1.2 But de la visite technique**

La visite technique périodique a, avant tout, été instaurée pour assainir le parc de véhicules qui roulent sur les routes. Depuis 2003, le contrôle technique auto est également un indicateur de la fiabilité des véhicules, puisqu'il permet d'obtenir des statistiques de tous les véhicules sur l'ensemble du territoire national.

## **1.3 L'établissement national de contrôle technique automobile**

L'établissement national du contrôle technique automobile «ENACTA», établissement public à caractère industriel et commercial, créé par décret exécutif n° 98-271 du 29 août 1998 sous tutelle du Ministère des transports, il est chargé d'exercer les prérogatives de puissance publique dévolue à l'Etat pour la prise en charge du caractère obligatoire de l'entretien et du contrôle technique périodique des véhicules automobiles. A ce titre, l'ENACTA a notamment pour mission [1] :

- de réaliser ou de faire réaliser le contrôle technique périodique des véhicules automobiles.
- de définir les méthodes les plus appropriées relatives aux visites visant à assurer les meilleures conditions de sécurité et de prévention des accidents imputables aux défaillances.
- d'inspecter les agences de contrôle technique des véhicules automobiles.
- de centraliser, de traiter et de diffuser les informations relatives aux visites techniques.

- de diffuser sur supports, l'information relative à l'entretien des véhicules et de leurs équipements.

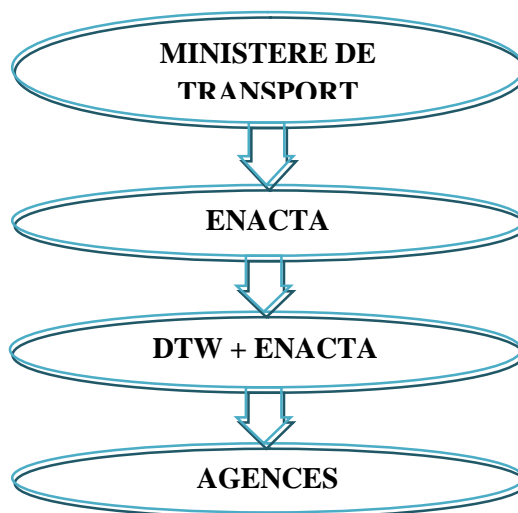
### 1.3.1 Réglementation

Le contrôle technique périodique des véhicules automobiles rendu obligatoire par la loi n° 87-09 du 10 février 1987 relative à l'organisation, la sécurité et la police de la circulation routière, il est devenu effectif à partir de février 2003. Il est effectué au niveau des agences de contrôle agréées par le Ministère des transports conformément aux dispositions du décret n° 88-06 du 19 janvier 1988, fixant les règles de la circulation routière, modifiées et complétées [2].

### 1.4 Organisation du contrôle technique automobile

L'établissement national de contrôle technique automobile (ENACTA), établissement public sous tutelle du ministère des transports, et chargé de l'organisation et du suivi du contrôle technique automobile. Les visites techniques sont réalisées au niveau d'agences de contrôle agréées par le ministère des transports, par des agents contrôleurs qualifiés et dûment habilités.

Les agences, ainsi que les contrôleurs, sont placés sous la surveillance technique et administrative de l'ENACTA. La figure 1.2 représente l'organigramme de la structure et des dispositions réglementaires.



**Figure 1.1** Organigramme de la disposition réglementaire

## 1.5 Sarl Pomaria Service

### 1.5.1 Définitions

Pomaria service c'est une entreprise spécialisée dans le contrôle technique automobile lequel est défini en tant qu'une activité réglementée sous la tutelle du ministère des transports par le décret ministérielle relatif au début de l'activité en février 2003. C'est le fruit d'une collaboration entre partenaire économique qui a apporté leur financement et appui par un pré-bancaire [3].

### 1.5.2 Organigramme de l'entreprise pomaria service

La figure 1.3 représente l'organigramme de la structure d'agence Pomaria

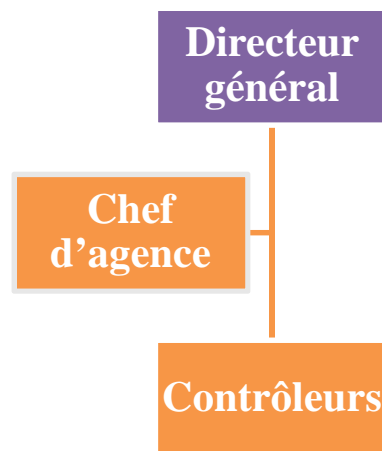


Figure 1.2 Organigramme de l'entreprise pomaria service

## 1.6 Agence de contrôle technique

Le contrôle technique des véhicules automobiles est effectué auprès des agences publiques ou privées agréées par le ministère des transports. Il est réalisé par des contrôleurs qualifiés et agréés.

### 1.6.1 Conditions et modalités d'agrément des agences de contrôle technique des véhicules automobiles

La création d'une agence de contrôle technique des véhicules automobiles, en vue de son exploitation, est subordonnée à l'obtention d'un agrément délivré par le ministre chargé des transports après avis technique de l'établissement national du contrôle technique automobile (ENACTA), [2]. Les conditions et les modalités d'agrément des agences de contrôle technique des véhicules automobiles sont définies par le décret exécutif n° 03-223 du 10 juin 2003 relatif à l'organisation du contrôle technique des véhicules automobiles et les modalités de son exercice. Le présent cahier des charges, paraphé et portant la mention "lu et

approuvé", doit accompagner la demande d'agrément. La fiche d'engagement qui lui est annexée doit être dûment renseignée et signée par le demandeur.

### **1.6.2 Conditions générales**

Nul ne peut prétendre à un agrément pour la création et l'exploitation d'une agence de contrôle technique des véhicules automobiles s'il ne dispose pas d'installations et des équipements appropriés en rapport avec l'activité. Les installations destinées au contrôle technique des véhicules automobiles ne doivent abriter aucune activité de réparation ou de commerce automobile ou toute autre activité commerciale. Les installations et les équipements des agences de contrôle technique des véhicules automobiles doivent satisfaire aux dispositions du présent cahier des charges.

L'agence de contrôle doit être implantée dans un site disposant des voies d'accès adaptées aux véhicules automobiles contrôlés. Elle doit être localisée dans une zone industrielle ou à la périphérie des zones urbaines. L'accès à l'agence doit être aisé et ne doit pas générer de gêne ou de nuisances au voisinage. L'agence doit présenter une superficie suffisante pour pouvoir abriter les installations et les équipements nécessaires à l'exercice de l'activité du contrôle technique des véhicules automobiles. L'agence doit disposer des locaux et aménagements nécessaires et adaptés à son exploitation. Elle doit notamment disposer des locaux suivants :

- Bureaux administratifs (gestion, informatique, accueil, secrétariat...)
- Locaux techniques (zones de contrôle, ...)
- Aménagements annexes (vestiaires, sanitaires, parking...)

Les locaux administratifs doivent présenter un caractère d'habitabilité normale répondant à des conditions suffisantes de cubage, d'aération et d'éclairage. La zone de contrôle est destinée à abriter les lignes de contrôle qui comprennent les équipements nécessaires et adaptés à la réalisation des visites techniques réglementaires. Une agence de contrôle doit disposer d'un minimum de deux (2) lignes de contrôle.

## **CHAPITRE 2 : EQUIPEMENTS ET METHODES DE CONTRÔLE**

### **2.1 Banc de freinage**

#### **2.1.1 Introduction**

Dans l'esprit de chacun, le dispositif de freinage se résume par une pédale et des freins. C'est en réalité, un mécanisme complexe surtout pour les véhicules industriels qui nécessitent des dispositifs de qualité et un grand degré de résistance et de fiabilité, notamment en matière d'étanchéité des circuits pneumatiques ou hydrauliques et des divers éléments de commande et de correction. Pour tester et vérifier l'efficacité d'un système de freinage plusieurs procédés sont utilisés, il s'agit notamment des essais sur piste (avec décéléromètre), les essais sur pente et des essais sur banc. Le banc d'essai de freinage permet de contrôler les performances du système de freinage en atelier, ce qui réduit allègrement l'espace réservé aux essais. Ces bancs sont de deux types :

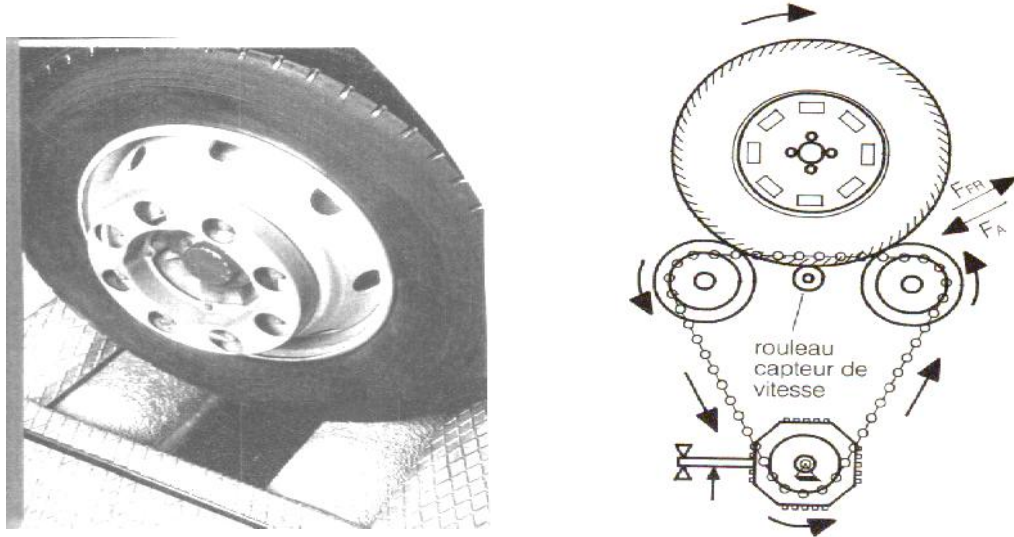
- Les freinomètre à plaques
- Les freinomètre à rouleaux.

Les freinomètre à rouleaux sont les appareils les plus adaptés pour assurer le contrôle des performances de freinage des véhicules lourds et légers au niveau des agences de contrôle. Et à plaques

#### **2.1.2 Définitions**

##### **2.1.2.1 Freinomètre à rouleaux**

La figure 2.1 représente l'appareil composé de deux paires de rouleaux moteurs, sur lesquelles sont placées les roues ou jumelage d'un même essieu. Le couple de freinage des roues est directement converti en indication de force de freinage. Les informations fournies par les freinomètres à rouleaux donnent des indications sur le frein de service, le frein de stationnement, le frein de secours et la dissymétrie par essieu du frein de service.



**Figure 2.1** Freinomètre à rouleaux

### 2.1.2.2 Glissement

Différence entre la vitesse tangentielle de la roue et celle du rouleau entraîneur rapportée à la vitesse tangentielle du rouleau entraîneur. Le glissement est exprimé en pourcentage.

$$\lambda = \frac{V_v - V_r}{V_v} \times 100 \quad (2.1)$$

$\lambda$  : Glissement en %,

$V_v$  : Vitesse du véhicule en m/s,

$V_r$  : vitesse de la roue en m/s.

### 2.1.2.3 Efficacité de freinage

Pour chaque roue, la mesure est obtenue en faisant le rapport entre la force de freinage et la force verticale appliquée sur les rouleaux (**poids**), elle est exprimée en pourcentage. La mesure de l'efficacité globale du système de freinage est calculée en faisant la somme des efficacités des quatre roues.

$$\text{Efficacité \%} = \frac{\text{force de freinage}}{\text{force verticale (poids)}} \times 100 \quad (2.2)$$

La valeur du poids est relevée dans les conditions de contrôle :

- Véhicule avec conducteur à bord,
- Mesure du poids dynamique,
- Etat de charge du véhicule selon les exigences réglementaires.

### 2.1.3 Conception générale

Ce système est constitué d'une paire de rouleau pour chaque roue. Un troisième rouleau (de petit diamètre) détecte le glissement de la roue lors du freinage, de plus l'appareil comprend :

- Un système de mesure des forces verticales statiques et dynamiques, par essieu **et roue par roue**.
- Un système de mesure des forces de freinage par essieu **et roue par roue**, un système d'acquisition et de traitement.

Les caractéristiques de l'appareil permettent de déterminer au minimum :

- La force de freinage maximum du véhicule
- La force verticale
- Le taux de freinage
- La dissymétrie de freinage pour chaque essieu
- Le déséquilibre de freinage pour chaque essieu
- Le déséquilibre de poids pour chaque essieu
- Le taux d'ovalisation
- Les forces de freinage résiduelles sur chaque roue

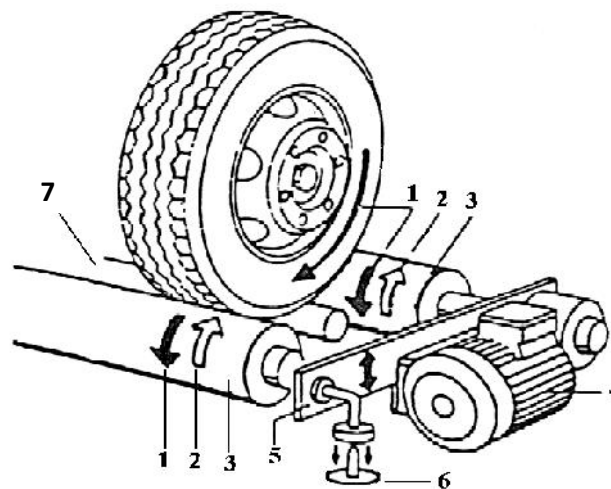
### 2.1.4 Principe de fonctionnement

Le banc d'essai de freinage (freinomètre à rouleaux) conçu pour la mesure de l'efficacité de freinage, est constitué d'une paire de rouleaux pour chaque roue de l'essieu. Un moteur électrique entraîne les rouleaux, et par conséquent les roues du véhicule. Les deux rouleaux sont solidaires par l'intermédiaire d'une transmission à chaîne. Le revêtement des rouleaux est en matière très résistante qui garantit une bonne adhérence (voir figure 2.2).

En actionnant le frein du véhicule, un couple de freinage est alors opposé par les roues du véhicule au couple d'entraînement du moteur électrique. Celui-ci **vainc** le couple de freinage par augmentation de la puissance absorbée et débitée, et maintient ainsi sa vitesse de rotation pratiquement inchangée. Les forces de freinage sont mesurées par un capteur à jauge de contraintes qui mesurent le couple de freinage appliqué par la roue sur les rouleaux. Un cylindre de test détecte le glissement de la roue lors du freinage, il sert également à détecter la présence d'un véhicule sur le banc. Par mesure de sécurité le moteur ne peut démarrer si le

cylindre de test n'est pas poussé, ce système prévient les accidents. Les mesures ne peuvent être prises en compte que pour des charges par essieu supérieur ou égale à 200 daN). Les forces de freinage, en (daN), relevées dans les conditions suivantes sont affichées et mémorisées automatiquement.

La mesure peut être effectuée sur roue par roue ou par essieu. Dans le premier cas, les forces de freinage sont relevées successivement sur chaque roue lorsque la valeur maximale est atteinte. Lors de la mesure par essieu, les forces de freinages sont relevées lorsque l'une des roues de l'essieu atteint sa valeur maximale.



- |                                  |                          |
|----------------------------------|--------------------------|
| 1. Sens de rotation de la roue   | 4. Moteur d'entraînement |
| 2. Sens de rotation des rouleaux | 5. Barre de flexion      |
| 3. Rouleaux                      | 6. Jauge de contrainte   |
|                                  | 7. Rouleau de test       |

**Figure 2.2** Principe de fonctionnement

### 2.1.5 Méthode de contrôle

L'essai sera effectué successivement sur chaque essieu, moteur tournant à une vitesse nominale et le levier de vitesse étant au point mort, sans tenir compte de la valeur de force exercée sur la commande de freinage. L'effort du conducteur **doit permettre de réaliser** dans les conditions normales de conduite, et sans qu'il en résulte des à-coups ou un blocage des roues freinées, les efficacités de freinage. Le contrôleur doit procéder de la manière suivante:

- Positionner le véhicule sur les rouleaux du dispositif, lentement et perpendiculairement à leurs axes
- Sélectionner le type d'essai utilisé en fonction des caractéristiques du véhicule (essai roue par roue ou essieu par essieu)
- Mettre les freins du véhicule en température par trois freinages consécutif avant blocage.

Le mesurage doit être effectué par un freinage progressif :

- Soit jusqu'au déclenchement de l'arrêt automatique du freinomètre (glissement maximal) soit jusqu'à obtention de la force maximale mesurable lorsque le déclenchement automatique ne peut être atteint.

La mesure doit être effectuée en mode automatique ou manuel c'est à dire:

- Soit jusqu'au déclenchement de l'arrêt automatique du freinomètre
- Soit jusqu'à la valeur maximale mesurable lorsque le déclenchement automatique ne peut être atteint (dans ce cas, l'arrêt peut être obtenu manuellement)

## **2.2 Banc de suspension**

### **2.2.1 Introduction**

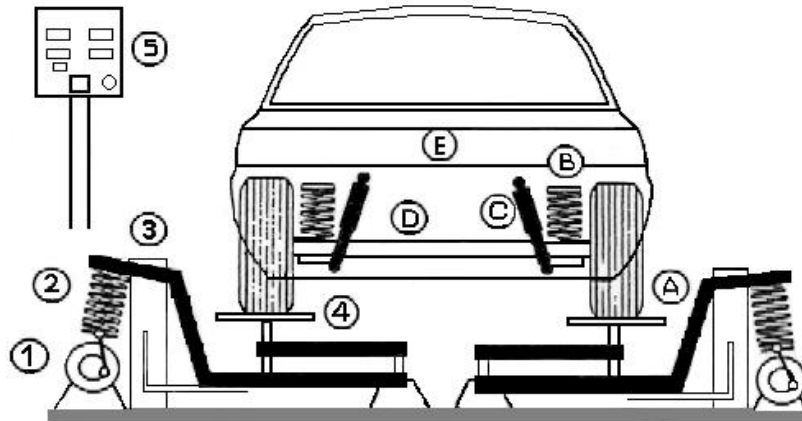
Le système de suspension et d'amortissement accroît la sécurité, la fiabilité et le confort du véhicule. L'état de la suspension représente un critère important pour la sécurité automobile, la perte d'adhérence à la route n'est pas toujours perçue par le conducteur, étant donné que cette diminution s'effectue lentement. Un contrôle précis permet de reconnaître les suspensions défectueuses et de les remplacer. Ce contrôle est effectué au moyen d'un équipement appelé "banc de suspension".

### **2.2.2 Conception générale**

La figure 2.3 représenté le banc de suspension qui est un appareil conçue pour le contrôle des amortisseurs du véhicule. Il est constitué de deux plaques de mesure (une par roue). Il permet un contrôle rapide sans démontage des roues. Avant de procéder aux essais on doit vérifier les conditions suivantes :

- Pression des pneus soit uniforme
- Conducteur à bord
- Positionnement correct du véhicule sur la ligne de controle

Les mesures ne peuvent être prises en compte que pour des charges par roue supérieures à 50 daN, valeur en dessous de laquelle le banc ne détectera pas la présence du véhicule.



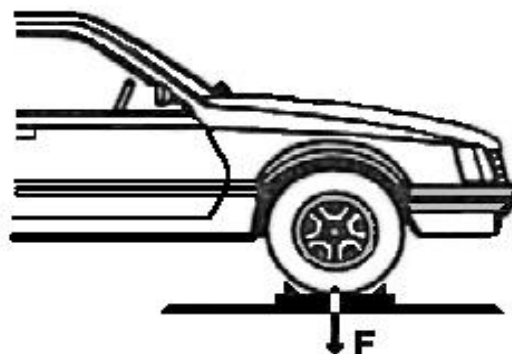
**Figure 2.3** Conception du banc de suspension

- |   |                          |
|---|--------------------------|
| 1. Moteur d'entraînement                  | A. Roue                  |
| 2. Ressort de compensation                | B. Ressort de suspension |
| 3. Capteur électronique                   | C. Amortisseur           |
| 4. Support de roue à mouvements verticaux | D. Essieu                |
| 5. Bloc de commande                       | E. Carrosserie           |

### 2.2.3 Principe de Fonctionnement

Le principe de fonctionnement se base sur la mesure de l'amplitude maximum d'oscillation lors de l'excitation de la plaque de mesure avec une fréquence variable. L'efficacité et la dissymétrie de la suspension sont déterminés à partir de la force d'appui statique et la force d'appui dynamique. La figure 2.4 illustre force d'appui statique.

$F_1$  = Poids roue avant-droite, ce qui représente une efficacité de 100%



**Figure 2.4** Force d'appui statique

### a. Force d'appui statique

C'est la force d'appui de la roue sur le plateau du banc de suspension lorsqu'il est à l'arrêt.

### b. Force d'appui dynamique minimum

Force d'appui de la roue enregistrée par la plaque de suspension pendant la phase d'excitation. La valeur minimum de la force d'appui dynamique est obtenue au moment où le système entre en résonance, c'est-à-dire au moment où la fréquence de fonctionnement du banc de suspension correspond à celle de la suspension du véhicule.

### c. Efficacité de suspension

Elle exprime le rapport entre la force d'appui dynamique minimum et la force d'appui statique pour chaque roue.

$$\text{Efficacité \%} = \frac{\text{Force d'appui dynamique minimum}}{\text{Force d'appui statique}} \times 100 \quad (2.4)$$

### d. Dissymétrie des roues d'un même essieu

Rapport entre la différence des efficacités des roues droite et gauche et l'efficacité la plus grande.

$$\text{Dissymétrie \%} = \frac{\text{Efficacité maximum} - \text{Efficacité minimum}}{\text{Efficacité maximum}} \times 100 \quad (2.5)$$

## 2.2.4 Traitement des résultats

Le système d'acquisition, de traitement et d'affichage doit permettre de calculer automatiquement :

- ✓ La force d'appui statique en daN
- ✓ La force d'appui dynamique minimum en daN
- ✓ L'efficacité de suspension en %
- ✓ La dissymétrie pour les essieux avant et arrière en %

Les valeurs mesurées doivent être comparées avec le tableau des valeurs limites suivantes :

<b>Efficacité [%]</b>	<b>Observation</b>
- 0 – 20	- Véhicule défectueux
- 21 – 40	- Véhicule moyen
- 41 – 60	- Véhicule bon
- Supérieur à 60	- Véhicule excellent
	-

<b>Dissymétrie [%]</b>	<b>Observation</b>
Supérieur ou égale à <b>30</b>	Véhicule défectueux

## **2.3 Plaque de ripage**

### **2.3.1 Introduction**

La plaque de ripage est un appareil qui permet un contrôle rapide de la géométrie du train avant et arrière. Le passage de la roue sur la plaque encastrée au niveau du sol provoque un déplacement de la plaque vers l'intérieur ou l'extérieur.

### **2.3.2 Définition**

Ripage : tendance d'une roue à s'écarter de la roue opposée du même essieu.

Plaque de ripage : élément permettant de mesurer le ripage des roues, il est constitué d'une plaque d'acier qui se déplace latéralement sur des roulements à billes. La mesure est donnée en m/Km

### **2.3.3 Conception générale**

La plaque de ripage se compose de deux plaques (l'une fixe et l'autre mobile) voir figure 2.5, et d'un capteur de passage solidaire de la plaque fixe qui mesure la valeur de la dérive de la roue lors de son passage sur la plaque. La plaque peut être complétée par une petite plaque supplémentaire dite de "décontraction," qui permet de libérer la roue de ses tensions mécaniques avant qu'elle se présente sur la plaque de mesure.



**Figure 2.5** Plaque de ripage

### **2.3.4 Méthode de contrôle**

Un contrôle préliminaire doit être effectué avant de procéder aux essais de mesures tel que :

- Type de pneumatiques
- Pression des pneumatiques.
- Effort au volant lors du passage sur les plaques.
- Défaut d'alignement du véhicule sur la plaque.

Lors du passage du véhicule, la force latérale de la roue fait déplacer latéralement la plaque. La plaque de ripage mesure la distance en mètre correspondant à l'écart d'une roue d'un essieu par rapport à l'autre roue sur une distance d'un Kilomètre. Le véhicule doit avancer à une faible vitesse stabilisée aux environs de 4 Km/h sur la ligne et sans exercer de contrainte sur le volant. Au moment du passage sur la plaque, le capteur de passage va permettre d'effectuer les mesures sur la première roue (en général l'avant gauche), puis sur la deuxième roue.

Ainsi un diagnostic rapide sur la géométrie (essieu avant, essieu arrière, bilan global du ripage) du véhicule est établi ce qui permettra de vérifier si les valeurs du ripage sont dans les limites tolérables et d'où l'utilité d'effectuer un contrôle approfondi ou un réglage du train.

**Mesure :** le ripage est considéré comme excessif si la valeur mesurée dépasse 10m/km.

### 2.3.5 Système d'acquisition des données

Les mesures doivent être effectuées automatiquement afin d'avoir une bonne précision et un gain du temps. Cette tâche est accomplie par un système d'acquisition, de traitement et d'affichage qui a pour but de :

- Recueillir et mémoriser les mesures effectuées durant le contrôle du véhicule.
- Traiter les données.
- Afficher et, éventuellement, éditer les résultats de contrôle.
- Donner toutes les informations utiles à l'opérateur au cours de l'essai.

Les paramètres qui doivent être affichés sont:

- La dérive de l'essieu avant
- La dérive de l'essieu arrière

Les valeurs mesurées sont données en m/Km :

- Une valeur positive (+) indique un pincement du train
- Une valeur négative (-) indique une ouverture du train

## 2.4 Analyseur de gaz

### 2.4.1 Définition

L'analyseur de gaz est un instrument de contrôle technique qui permet de mesurer les composants des gaz d'échappement provenant de véhicule à allumage par étincelle (essence super...). L'analyseur effectue simultanément la mesure du :

- Monoxyde de carbone CO
- Gaz de carbone CO<sub>2</sub>
- Hydrocarbures imbrûlés HC
- Oxygène O<sub>2</sub>
- Oxydes d'azote NOx

Il permet de déterminer également des grandeurs supplémentaires suivantes.

- Le calcul de CO corrigé
- Le calcul du facteur lambda de

### 2.4.2 Conception général

L'analyseur de gaz d'échappement doit être vérifié en matière de métrologie, c'est à dire sur la précision de mesure dans des tolérances d'erreur admise conformément à des normes internationales. Lors de sa conception, les choix techniques ont été orientés pour que l'appareil soit à la fois simple et doté d'un mécanisme contrôlant automatiquement le bon déroulement de la mesure. L'analyseur doit être fourni avec :

- Une plaque fixée de manière inamovible et facilement lisible portant les caractéristiques technique de l'appareil.
- Un dispositif de réglage de l'intervalle de mesure qui ne doit pas avoir d'influence sur l'ajustement du zéro ni sur la linéarité du système.
- Dispositifs de réglage de zéro.
- Dispositif de prélèvement qui avec des composants : Les composants du dispositif de prélèvement doivent être réalisés avec des matériaux résistant à la corrosion, et à la température des gaz d'échappement. La conception et les matériaux de l'analyseur ne doivent pas influencer la composition de l'échantillon de gaz.
- Dispositif de décantation : Le dispositif de prélèvement des gaz doit comprendre un décanteur d'eau qui empêche la condensation dans la cellule de mesure. En cas de saturation du décanteur, le prélèvement doit être automatiquement stoppé.

- Sonde de prélèvement: La sonde doit être conçue de manière à ne pas glisser hors du système d'échappement du véhicule pendant l'analyse. La sonde, d'au moins 300 mm de longueur, doit résister au roulement et au piétinement et avoir une flexibilité suffisante pour être introduite dans le tuyau d'échappement.
- Dispositif de filtrage : Le dispositif de prélèvement des gaz doit comprendre un filtre composé d'éléments filtrants remplaçables ou réutilisables pouvant retenir des particules de taille supérieure à 5 µm. Le niveau de colmatage du filtre doit être directement visible, et son remplacement doit s'effectuer facilement, sans outils ni risque de fuite.
- Dispositif de pompage : La pompe de prélèvement des gaz d'échappement doit être montée de manière à n'engendrer aucune vibration perturbant les mesurages. L'arrêt de la pompe doit être indépendant de l'alimentation générale.
- Un dispositif qui interrompe la lecture du mesurage lorsqu'une chute du débit de gaz provoque une analyse dépassant le temps de réponse ou lorsque l'erreur maximale tolérée est atteinte.
- Sondes de prélèvement de la température d'huile moteur et du régime moteur.

### **2.4.3 Principe de fonctionnement ???**

Les gaz sont aspirés par la pompe à travers la sonde de prélèvement. En aval de la sonde, les gaz passent par un groupe de filtres et séparateur d'eau

### **2.4.4 Contrôle des Véhicules sans système de traitement des émissions**

#### **2.4.4.1 Méthode de contrôle**

La méthode de contrôle suivante doit être utilisée :

- Chauffer le moteur selon les spécifications du constructeur ou à 3 000 tr/min pendant 30 secondes puis revenir à la fréquence de rotation au régime de ralenti (accélérateur non actionné)
- Si le ventilateur de refroidissement fonctionne, attendre son arrêt ;
- Introduire la sonde de prélèvement dans la ligne d'échappement ou dans l'extension de la ligne d'échappement d'au moins 300 mm
- Vérifier que l'échelle sélectionnée est appropriée et changer d'échelle si nécessaire
- Effectuer les mesurages pendant un temps suffisant pour obtenir les valeurs minimale et maximale , mais n'excédant pas 30 s. Calculer la moyenne arithmétique de ces deux valeurs. Si le résultat est imprimé, imprimer la valeur moyenne

Si une étape est invalidée ou si des doutes existent sur le conditionnement du véhicule, il est recommandé d'effectuer une nouvelle mesure.

#### 2.4.4.2 Résultats du contrôle

- lorsque la teneur en CO<sub>2</sub> est inférieure à 9%, le contrôleur doit vérifier l'étanchéité de la ligne d'échappement afin de s'assurer que la mesure effectuée n'a pas été faussée par d'éventuelles fuites qui invalideraient cette mesure.

- La teneur en CO ne doit pas excéder :

☞ **4,5 %** pour les véhicules non équipés d'un système de traitement des émissions (catalyseur)

☞ pour les véhicules équipés d'un système de traitement des émissions (catalyseur),

la teneur en CO ne doit pas excéder :

- **0,5 %** au ralenti

- **0,3 %** au ralenti accéléré avec une valeur de lambda comprise entre : 0,97      1,03

#### 2.4.5 Véhicules avec système de traitement des émissions

##### a) Méthode de contrôle

###### Phase de préparation

- Enclencher la pompe de prélèvement

- Introduire la sonde de prélèvement dans la ligne d'échappement ou dans l'extension de la ligne d'échappement

###### Phase d'accélération et de stabilisation

- accélérer le moteur jusqu'à un régime compris entre 2500 et 3000 tr/min. Il conviendra d'accroître légèrement le régime au dessus de 3000 tr/min pour atteindre la stabilisation.

- Conserver dans cette plage de régime un régime moteur et une position de pied aussi stables que possibles.

###### Phase de mesure "ralenti accéléré"

- Conserver la position du pied de manière que le régime choisi ci-dessus soit maintenu pendant 10 secondes ;

- Vérifier si les résultats sont compatibles avec les normes imposées, sinon prolonger la mesure jusqu'à un temps maximal de 2 minutes et relever les résultats ;

- En cas de variation de régime pour une cause quelconque, ne pas chercher à corriger, mais conserver le pied immobile.

###### Phase de mesure "ralenti"

- Relâcher la pédale d'accélération de façon à mettre le moteur au régime de ralenti ;

- Après stabilisation de 20 secondes, relever les résultats.

## 2.5 Opacimètre

### 2.5.1 Introduction

Le moteur à combustion lente (moteur diesel) rejette un gaz brûlant à travers un échappement. L'opacité de gaz d'un véhicule doit être mesurée pour la comparer à la limite réglementaire admise pour sa catégorie, cette opération est réalisée au moyen d'un opacimètre.

### 2.5.2 Conception générale

La figure 2.6 L'instrument se compose des éléments suivant :

- Une cellule de mesure;
- Boîte de commande ;
- Un câble de communication et d'alimentation électrique;
- Sonde de mesure de gaz de l'échappement;
- Un compte tours afin de contrôler d'une manière fiable la régulation du moteur;
- Un module de température.

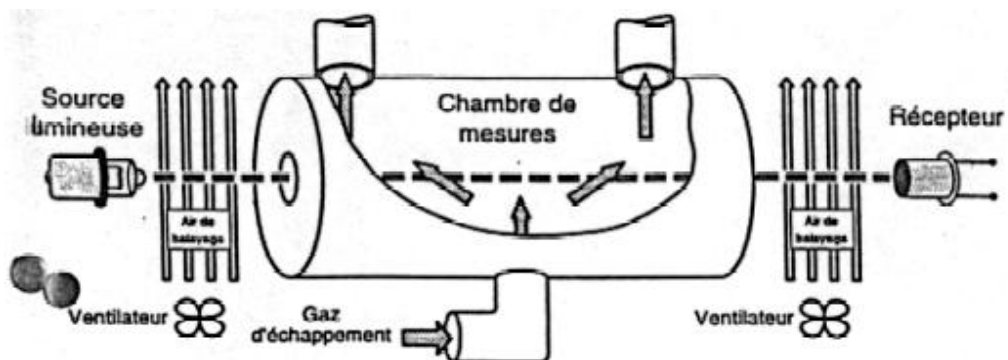


Figure 2.6 Principe de fonctionnement

### 2.5.3 Principe de fonctionnement

La sonde doit être introduite à une profondeur au moins égale à 5 cm. Si l'architecture de la ligne d'échappement le permet, il est préférable de l'introduire le plus profondément possible. Il faut s'assurer que la sonde n'est pas pliée ce qui risquerait de modifier le flux de gaz arrivant dans la chambre de mesure. La figure 2.7 représente le placement de la sonde de mesure de l'opacité.

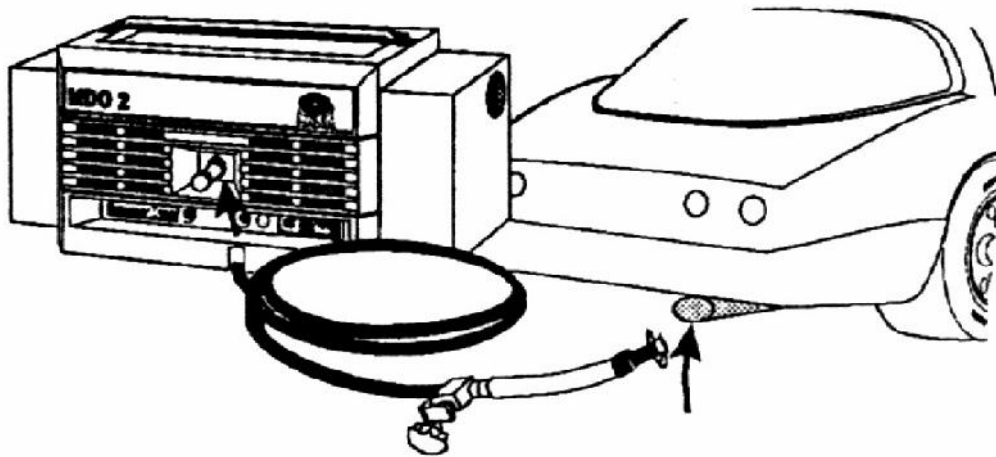


Figure 2.7 Placement de la sonde de mesure l'opacité

#### 2.5.4 Méthodes de contrôle de l'opacité

C'est un test automatisé qui permet de comparer l'opacité d'un véhicule à la limite réglementaire admise pour sa catégorie. La valeur limite qui est la longueur effective du trajet des rayons lumineux à travers le gaz à mesurer est déterminée en tenant compte de l'influence possible des dispositifs de protection de la source de lumière et de la cellule photo-électrique. Cette longueur effective doit être indiquée sur l'appareil. La valeur limite L applicable au véhicule à contrôler doit être sélectionnée.

### 2.6 Détecteur de fuites GPL

#### 2.6.1 Introduction

L'installation du gaz de pétrole liquéfié sur un véhicule demande un nombre de raccordements. Une mauvaise soudure, un joint fissuré ou usé peut engendrer une fuite, ce qui peut occasionner de graves incidents. Pour la détection des fuites, un appareil a été conçu pour cet effet, le détecteur de fuites GPL.

#### 2.6.2 Conception générale

La figure 2.8 représenté détecteur de fuite GPL, est composée d'un boîtier renfermant le système de mesure spécifique au gaz GPL (mélange propane/butane) et d'un capteur permettant un positionnement rapide dirigé vers les zones soumises au contrôle.

L'étendue de mesure de l'appareil doit être d'au moins 800 ppm.



**Figure 2.8** Détecteur de fuites GPL

### **2.6.3 Méthode de contrôle**

L'installation GPL nécessite plusieurs raccordements, des vannes, des clapets, et un boîtier étanche ce qui augmente le risque d'éventuelles fuites, c'est pour cela qu'il faut diriger le capteur du détecteur de fuites GPL vers ces points. Mais avant, il faut remettre au point zéro le dispositif.

Les seuils des concentrations de gaz GPL peuvent être indiqués par des témoins lumineux ou un système d'affichage. Les concentrations supérieures à 600 ppm peuvent être signalées par un dispositif sonore.

## **2.7 Jauges de mesure de la profondeur des sculptures des pneumatiques**

### **2.7.1 Introduction**

La jauge est un appareil de mesure de la profondeur des sculptures des pneumatiques et est destiné à être utilisés dans les agences de contrôle technique automobile.

Les informations fournies par cet appareil donnent des indications sur la profondeur des sculptures des pneumatiques.

### **2.7.2 Conception**

La jauge de mesure des sculptures des pneumatiques est constituée d'un cadran gradué en millimètres comportant deux zones de couleurs différentes et d'un palpeur pouvant être introduit dans les sculptures des pneumatiques afin d'en mesurer la profondeur comme illustre la figure 2.9.



**Figure 2.9** Jauge de mesure de sculpture des pneus

### **2.7.3 Caractéristiques techniques**

#### *☞ Dimensions*

Le diamètre du cadran de la jauge de mesure des sculptures des pneumatiques est d'au moins 40 mm. La longueur du palpeur est adaptée aux différentes catégories de pneumatiques.

#### *☞ Echelle de mesure*

L'échelle de mesure est graduée en dizaine de millimètres avec deux zones de lecture de couleurs différentes :

- la première zone graduée de 0 à 1,6
- la seconde zone graduée de 1,6 à 10

### **2.7.4 Méthode de contrôle**

Pour mesurer l'usure d'un pneu, il faut prendre quatre (04) mesures sur des points aléatoires et suffisamment distants puis introduire le palpeur de la jauge jusqu'à la fin de la gomme.

- Si parmi les quatre points, un point (point singulier) donne une mesure inférieure ou égale à 1,6 mm (seuil défini par la réglementation en vigueur), le pneu est considéré comme bon ;
- Si parmi les quatre points, deux points ou plus donnent une mesure inférieure ou égale à 1,6 mm, le pneu est considéré comme usé.

## 2.8 Pont élévateur

### 2.8.1 Introduction

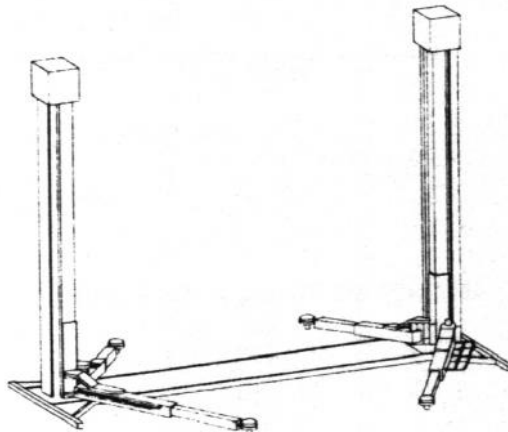
Le pont élévateur est un appareil de levage équipé de dispositifs supports de charge guidés, destinés au levage des moyens de transport terrestres tels que voitures, motos, camions, bus, tramways et similaires, dénommés ci-après véhicules et conçus pour travailler sur ou sous la charge. Le guidage des dispositifs supports de charge est assuré par la structure porteuse. Un élévateur de véhicule offre la possibilité d'incliner les dispositifs supports de charge parallèlement ou perpendiculairement à l'axe principal du véhicule levé. Les types suivants d'élévateurs de véhicules sont des exemples couverts par cette définition :

- élévateurs à une ou plusieurs colonnes,
- élévateurs à un ou plusieurs vérins,
- élévateurs à colonne mobile,
- élévateurs à ciseaux ou parallélogrammes.

### 2.8.2 Définitions

#### ➤ *Elévateur à deux colonnes*

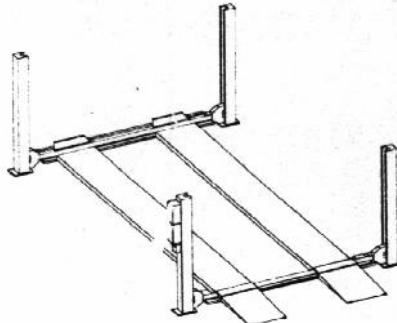
La figure 2.11 illustre Les ponts élévateurs à deux colonnes sont des ponts servant à lever des véhicules automobiles d'un poids total compris entre **2,5** et **5 tonnes**, et une hauteur de levage de **2,07** à **2,10 m**.



**Figure 2.10** Pont élévateur à deux colonnes

#### ➤ *Elévateur à quatre colonnes*

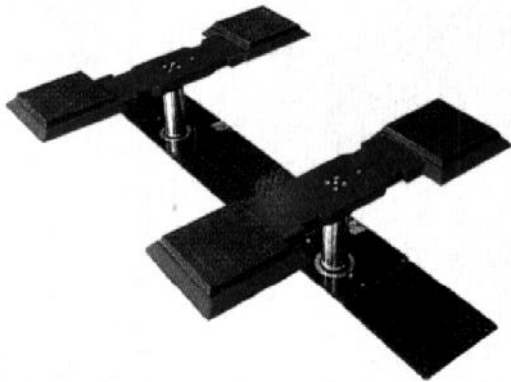
La figure 2.11 illustre Les ponts élévateurs à quatre colonnes sont des ponts servant à lever des véhicules automobiles d'une capacité de levage totale comprise entre 4 et 10 tonnes, et une hauteur de levage de 1,75 à 2,13 m.



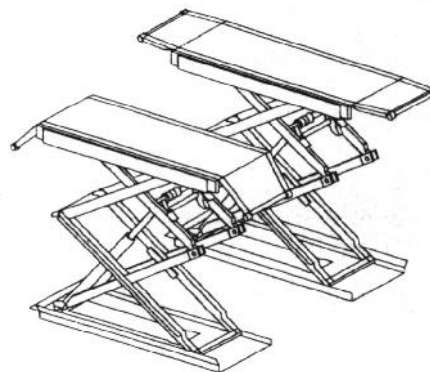
**Figure 2.11** Pont élévateur à quatre colonnes

➤ *Elévateurs à un ou plusieurs vérins*

La figure 2.12 représenté pont élévateur à deux vérins est un dispositif de levage, d'une capacité de levage totale de 3,2 à 5 tonnes et d'une hauteur de levage de 1,9 m.



**Figure 2.12** Pont élévateur à deux vérins



**Figure 2.13** Pont élévateur à ciseaux

➤ *Elévateurs à colonne mobile*

Il est constitué de colonnes mobiles, il ne demande pas d'emplacement particulier mais une surface plane, utilisable à l'intérieur ou à l'extérieur, capacité de levage totale est de 7,5 tonnes.

➤ *Elévateurs à ciseaux ou parallélogrammes*

La figure 2.13 représente pont élévateur à ciseaux est destiné à lever les véhicules légers et utilitaires d'un poids total compris entre 3 et 4,2 Tonnes, et une hauteur allant jusqu'à 1,95 m.

## **CHAPITRE 3 : POINTS DE CONTRÔLE**

### **3.1 Étape 0 : Identification**

#### **3.1.1 Carte grise (Dispositions réglementaires)**

"Décret N° 88-06 du 19 janvier 1988, fixant les règles de la circulation routière"

**Article 140 :** Tout propriétaire d'un véhicule automobile, d'une remorque dont le poids total autorisé est supérieur à 500 Kg ou d'une semi-remorque, mis en circulation pour la première fois, doit adresser, au wali de la wilaya de son domicile, une déclaration de mise en circulation établie conformément à des règles fixées par le ministre des transports. Conformément aux dispositions de l'arrêté ministériel relatif à l'organisation du contrôle technique des véhicules automobiles, préalablement à toute visite technique, l'original de la carte grise doit être obligatoirement présenté. A défaut, documents permettant l'identification du véhicule.

#### **3.1.2 Plaques d'immatriculation**

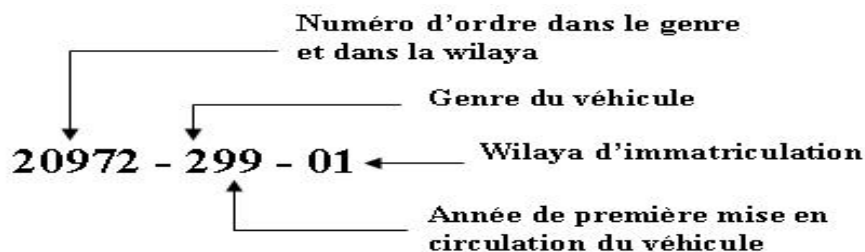
Dispositions réglementaires

"Arrêté du 23 juin 1975 relatif à l'immatriculation et à la ré immatriculation des véhicules automobiles, complété par l'arrêté du 1 septembre 1984"

Article 1er : Tout véhicule automobile, immatriculé en Algérie, est affecté d'un numéro d'ordre dit "numéro d'immatriculation" délivré par le wali de la wilaya ou le véhicule est mis en circulation. Ce numéro est porté sur le récépissé de déclaration de mise en circulation "carte grise" qui est remis au propriétaire du véhicule par les services de wilaya.

##### **3.1.2.1 Composition du numéro d'immatriculation**

La figure 3.1 représenté Composition du numéro d'immatriculation



**Figure 3.1** Composition du numéro d'immatriculation

### 3.1.2.2 Genre du véhicule

Tableau 3.1 définit le Genre du véhicule

**Tableau 3.1** Genre du véhicule

Catégorie de véhicule	Chiffre	Catégorie de véhicule	Chiffre
<i>Véhicules de tourisme</i>	<b>1</b>	<i>Autres tracteurs</i>	<b>6</b>
<i>Camions</i>	<b>2</b>	<i>Véhicules spéciaux</i>	<b>7</b>
<i>Camionnettes</i>	<b>3</b>	<i>Remorques et semi-remorques</i>	<b>8</b>
<i>Autocars et autobus</i>	<b>4</b>	<i>Motos</i>	<b>9</b>
<i>Tracteurs routiers</i>	<b>5</b>		

### 3.1.3 Plaque de constructeur

Dispositions réglementaires

**"Décret N° 88-06 du 19 janvier 1988, fixant les règles de la circulation routière"**

**Article 124 :** Tout véhicule automobile, toute remorque, toute semi-remorque doit porter d'une manière apparente sur une plaque dite "**plaque de constructeur**", les indications suivantes :

Le nom du constructeur ou sa marque ou un symbole qui l'identifie ;

- ✓ Le type et le numéro d'ordre dans la série du type ou le numéro d'identification ;
- ✓ Le poids total autorisé en charge ;

S'il s'agit d'un véhicule automobile, le poids total roulant autorisé du véhicule articulé ou de l'ensemble qui peut être formé avec ce véhicule.

## 3.2 Étape 1 : Farinage

### 3.2.1 Introduction

Freiner un véhicule consiste à lui appliquer des forces qui s'opposent à la rotation des roues, notamment pour:

- ✓ "Stabiliser" la vitesse du véhicule ;
- ✓ "Ralentir" le véhicule ;
- ✓ "Arrêter" le véhicule ;
- ✓ "Maintenir" le véhicule à l'arrêt

### **3.2.2 Système de freinage**

Les différents types de freins Selon la fonction et le mode de fonctionnement, on distingue plusieurs types de freins :

**3.2.2.1 Freins de service ou frein principal** : il agit sur toutes les roues du véhicule, il est destiné à ralentir ou à arrêter le véhicule. Ce frein est généralement commandé par une pédale.

**3.2.2.2 Freins de stationnement ou frein à main** : il agit en général sur un seul essieu (essieu arrière), il est destiné à maintenir à l'arrêt un véhicule en stationnement, même sur une pente et en absence du conducteur. Sa commande doit être distincte du freinage principal, il est commandé par un levier à main.

**3.2.2.3 Freins de secours** : il est destiné à arrêter, dans des conditions prescrites par la réglementation, le véhicule en cas de défaillance d'une partie du frein principal. Le freinage de secours peut être obtenu soit à partir de la partie non défaillante du frein principal, soit à partir du frein de stationnement ou à partir d'un système de freinage supplémentaire doté d'une commande distincte agissant directement sur les feins.

**3.2.2.4 Frein de ralentissement** : organe auxiliaire, équipant surtout les poids lourds, placé sur la transmission et que le conducteur utilise à la place des freins pour ralentir la vitesse du véhicule sans désirer l'arrêt complet.

**3.2.2.5 Frein hydraulique** : système de freinage caractérisé par le fait que la transmission de l'effort du conducteur aux organes de freins liés aux roues est assurée par un liquide incompressible.

**3.2.2.6 Frein pneumatique** : système de freinage utilisant une source d'air comprimé entretenue par un compresseur entraîné par le moteur et très utilisé sur les poids lourds en raison de sa puissance.

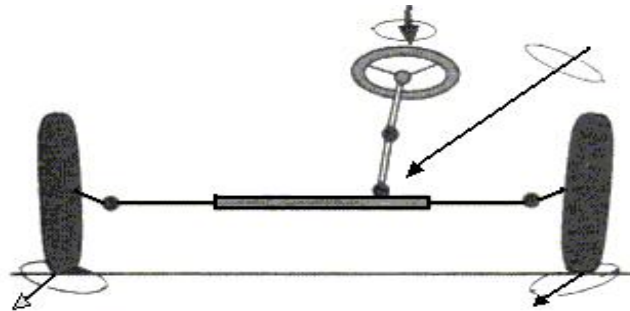
## 3.3 Étape 2 : Direction

### 3.3.1 Introduction

La figure 3.2 illustre direction est le système qui transforme le mouvement de rotation du volant en des mouvements de rotation des roues avant du véhicule.

Ce système comprend :

- la commande,
- la transmission,
- les roues directrices,
- le cas échéant, un dispositif spécial pour produire l'énergie auxiliaire ou l'énergie indépendante nécessaire à la transmission du mouvement de la commande vers les roues directrices (direction assistée).



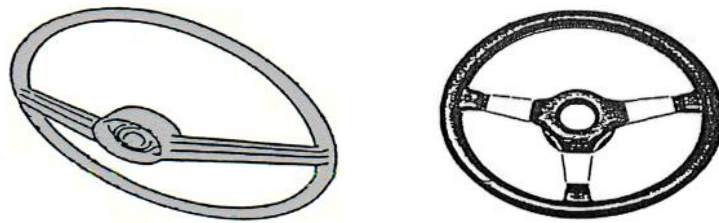
**Figure 3.2** Système direction

### 3.3.2 Organes de direction

#### 3.3.2.1 volants de direction

Le volant de direction est l'organe de commande manuelle relié aux roues directrices et utilisé par le conducteur pour diriger le véhicule, il est fixé par cannelures et écrou sur la colonne de direction.

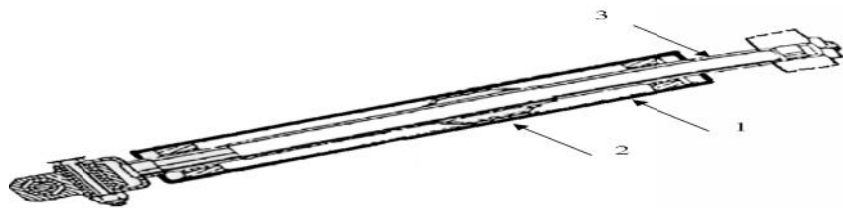
La manœuvre du système de direction ne doit pas présenter un jeu important entre le début de l'action sur le volant et le début du braquage effectif des roues.



**Figure 3.3** Volants à deux et à trois branches

### 3.3.3 Colonne de direction

La colonne de direction est un élément tubulaire implanté dans l'habitacle, fixé à la carrosserie sous le tableau de bord. La figure 3.4 illustre la colonne de direction.



1. Colonne de direction
2. Système de guidage
3. Arbre volant

**Figure 3.4** Colonne de direction

### 3.3.4 Direction assistée

On distingue les catégories suivantes de dispositifs de direction :

**3.3.4.1 Direction mécanique :** dispositif dans lequel l'énergie nécessaire au braquage des roues est fournie uniquement par l'énergie musculaire du conducteur.

On voit les limites du système mécanique. Il est donc nécessaire de faire appel à une source d'énergie extérieure qui agisse en parallèle au système mécanique.

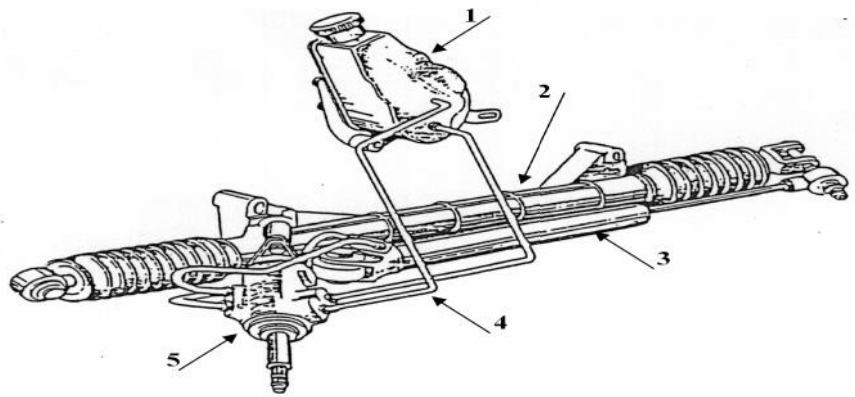
**3.3.4.2 Direction assistée :** La direction mécanique doublée d'un organe qui ajoute son énergie (hydraulique, pneumatique, électrique ou autre) à celle du conducteur pour diminuer l'effort que doit exercer ce dernier pendant le braquage des roues directrices.

Le principe le plus utilisé est l'assistance hydraulique dont les principaux constituants sont( voir figure 3.5) :

- Le réservoir d'huile ;
- La pompe entraînée par une courroie (source d'énergie) ;
- Le vérin (sur le boîtier crémaillère le vérin peut être extérieur ou intérieur).

La figure 3.6 représente Direction assistée

1. Réservoir d'huile
2. Boîtier de direction
3. Vérin
4. Canalisations
5. Pompe



**Figure 3.5** Direction assistée

### 3.4 Étape 3 : Visibilité

#### 3.4.1 Définitions

Champ de vision du conducteur composé de secteurs angulaires dont le sommet se situe à la place de la tête du conducteur, dont les cotés s'appuient sur les montants encadrant les vitres et tel que tout rayon issu du sommet et situé à l'intérieur de l'angle ne rencontre aucun obstacle non transparent. Le conducteur doit avoir un champ de vision direct sur 180° vers l'avant.

#### 3.4.2 Dispositions réglementaires

**" Décret N°88/06 du 19 janvier 1988 fixant les règles de la circulation routière "**

**Article 97** : Tout véhicule doit être tel que le champ de visibilité du conducteur, vers l'avant, vers la droite et vers la gauche, soit suffisant pour que celui-ci puisse conduire avec sûreté.

**Article 98 :** Toutes les vitres, y compris celle du pare-brise, doivent être en substance transparente telle que le danger d'accidents corporel soit, en cas de bris, réduit dans toute la mesure du possible.

Les vitres du pare-brise doivent en outre avoir une transparence suffisante, ne provoquer aucune déformation notable des objets vus par transparence ni aucune modification notable de leurs couleurs. En cas de bris, elles doivent permettre au conducteur de continuer à voir distinctement la route.

### 3.4.3 vitrage

- **Pare-brise :** Vitre avant du véhicule, assurant la protection des passagers contre les intempéries et le courant d'air aérodynamique tout en permettant la meilleure visibilité possible vers l'avant. Elle est réalisée en verre de sécurité de forme bombée (voir figure 3.6).
- **Baie de pare-brise :** Dans une carrosserie, découpe prévue pour recevoir la glace de pare-brise fixée par collage ou par joint caoutchouc.
- **Verre de sécurité :** Qualité de verre utilisée pour fabriquer les pare-brises et toutes les glaces montées sur le véhicule, ne formant pas d'éclats coupants en cas de bris.

1. Pare-brise
2. Enjoliveur extérieur
3. Joint intérieur
4. Enjoliveur intérieur
5. Cale de compensation

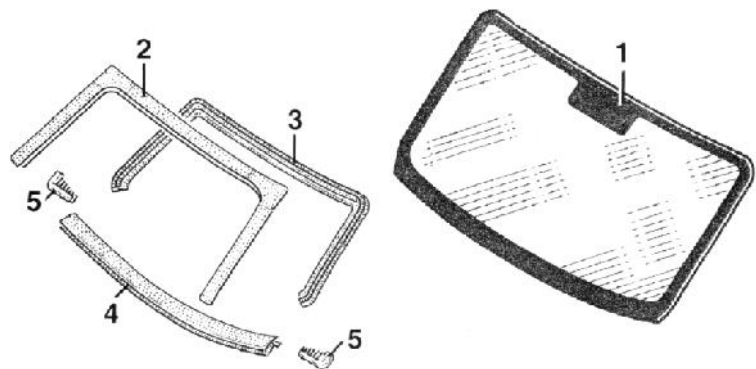


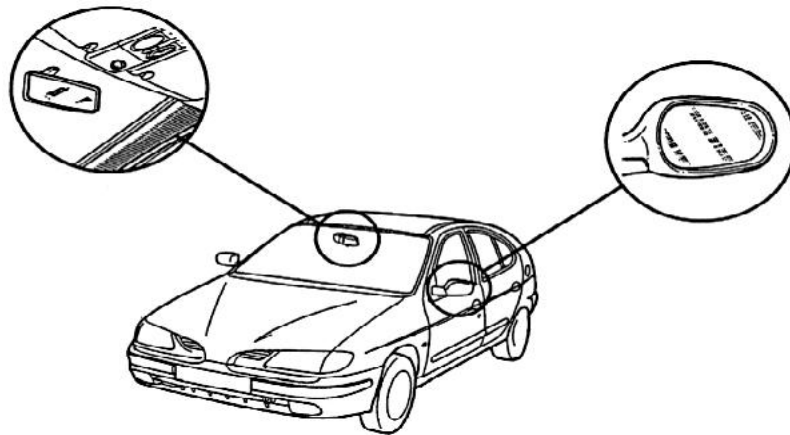
Figure3.6 Pare-brise

### 3.4.4 Rétroviseurs

#### 3.4.4.1 Définition

Miroir orientable disposé à l'intérieur ou à l'extérieur de l'habitacle, procurant au conducteur un champ de vision clair vers l'arrière de façon qu'il puisse apercevoir de son siège tout autre véhicule susceptible de le dépasser.

Le rétroviseur intérieur est installé à l'intérieur de l'habitacle, le rétroviseur extérieur est monté sur un élément de la surface extérieure du véhicule (voir figure 3.7)



**Figure 3.7** Rétroviseurs

### **3.5 Étape 4 : Eclairage et signalisation**

#### **A- "éclairages" (voir)**

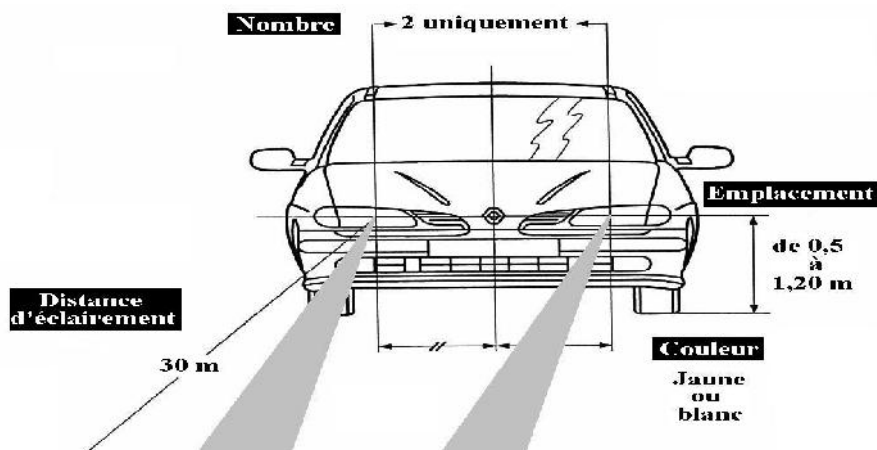
Les projecteurs d'un véhicule doivent permettre en fonction de certaines données du code de la route de discerner les bas-côtés d'une chaussée ainsi que le profil de la route à une distance suffisante correspondant à une vitesse linéaire d'avancement donnée (fonction de la rapidité du véhicule).

#### **B- "signalisation" (être vu)**

Dans cette rubrique, interviennent en plus des projecteurs émettant une nappe lumineuse, les feux de position, indicateurs de direction, spots et autres feux, permettant aux autres usagers d'une route de situer la position d'un véhicule et d'être averti des manœuvres qu'il va effectuer.

#### **3.5.1 Feux de croisement**

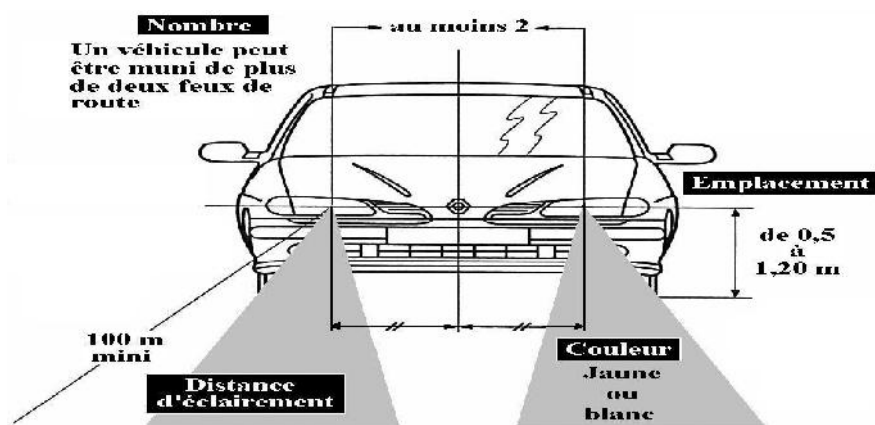
Tout véhicule automobile doit être muni à l'avant de deux feux de croisement, et de deux seulement, émettant vers l'avant, lorsqu'ils sont allumés, une lumière blanche jaune éclairant efficacement la route la nuit, par temps clair, sur une distance minimale de 30 mètres sans éblouir les autres conducteurs; la figure 3.8 représenté feux de croisement.



**Figure 3.8** Feux de croisement

### 3.5.2 Feux de route

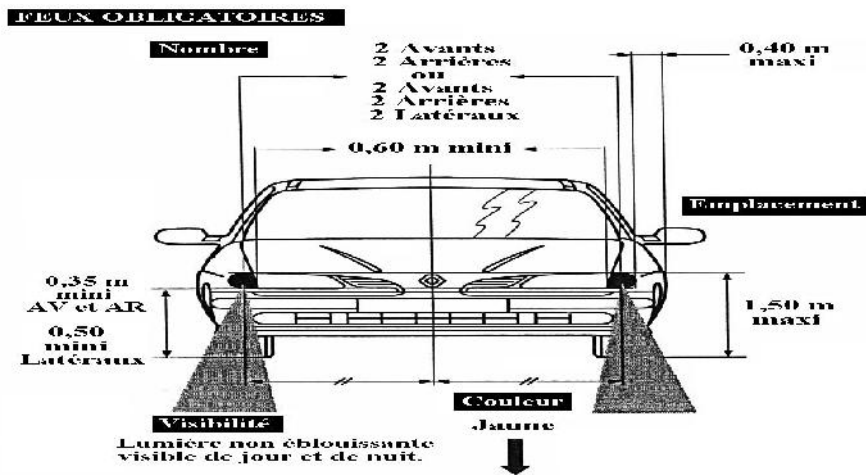
Tout véhicule automobile doit être muni à l'avant de deux feux de route émettant vers l'avant, lorsqu'ils sont allumés, une lumière blanche éclairant efficacement la route, la nuit, par temps claire, sur une distance minimale de 100 mètres ; Figure 3.9 représenté feux de route.



**Figure 3.9** Feux de route

### 3.5.3 Feux indicateur de direction

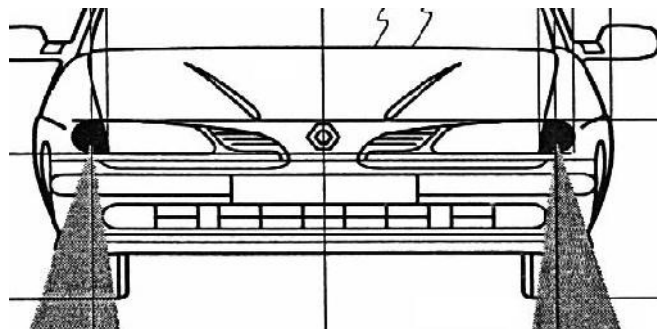
Tout véhicule automobile ou remorqué doit être pourvu de dispositifs indicateurs de changement de direction à position fixe et à lumière clignotante. Des valeurs plus grandes peuvent être tolérées pour les véhicules pour lesquels il n'est pas possible pratiquement de respecter la limite susdite sans dépasser 2,10 mètres pour les indicateurs AV et AR et 2,30 mètres pour les latéraux, Figure 3.10 représenté feux de direction.



**Figure 3.10** Feux indicateur de direction

### 3.5.4 Feux de détresse

Tout véhicule automobile ou remorqué peut être équipé d'un feu signal de détresse constitué par le fonctionnement simultané des indicateurs de changement de direction. Signal de détresse; Figure 3.11 représenté feux de détresse.



**Figure 3.11** Feux de détresse

### 3.5.5 Feux de stop

Tout véhicule automobile doit être muni à l'arrière de deux signaux de freinage émettant vers l'arrière une lumière rouge non éblouissante. Les signaux de freinage doivent s'allumer lors de l'entrée en action du dispositif de freinage principale.

L'intensité lumineuse des signaux de freinage doit être notablement supérieure à celle des feux rouge arrière tout en demeurant non éblouissante, Figure 3.12 représente les feux de stop.

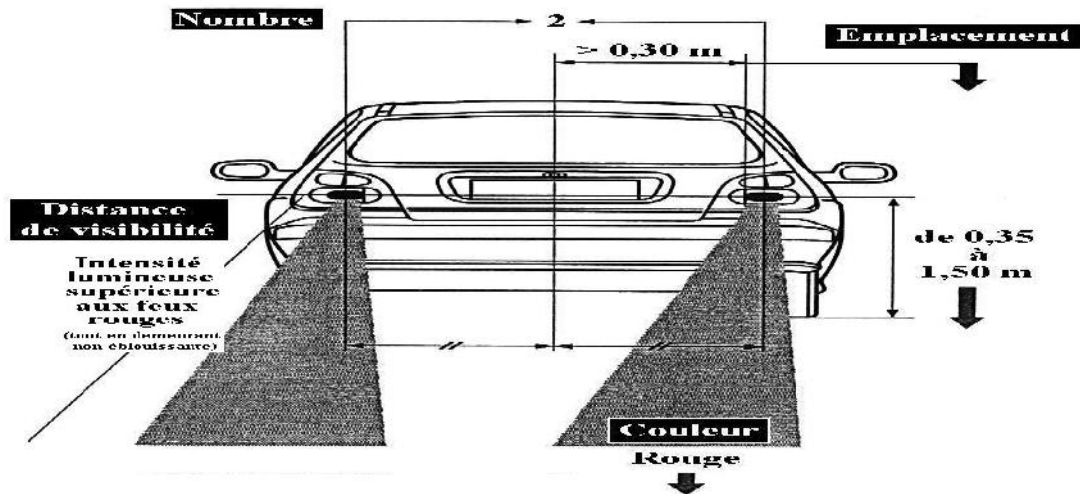


Figure 3.12 Feux stop

### 3.6 Étape 5 : Liaison au sol

#### 3.6.1 Définitions

Liaison au sol: c'est l'ensemble des éléments qui sont interposés entre la carrosserie et le sol pour concilier le confort et la tenue de route, et qui comprennent la suspension et la roue avec son pneu.

Les éléments de liaison au sol conditionnent la sécurité, le confort et la stabilité du véhicule.

**3.6.2 Train avant :** c'est l'ensemble des pièces mécaniques situées entre le châssis ou la coque et la route, au niveau des roues avant. Elles comprennent les roues et leurs pneumatiques, la suspension et les pivots avec les moyeux, la partie de la timonerie de direction qui va du boîtier ou de la crémaillère aux pivots, éventuellement l'essieu, et dans le cas d'une traction avant, les demi-arbres de transmission.



13. Palier de fixation
14. Rondelle d'appui
15. Erou de tige d'amortisseur
16. Cache plastique
17. Moyeu
18. Roulement de moyeu
19. Circlips
20. Erou de transmission

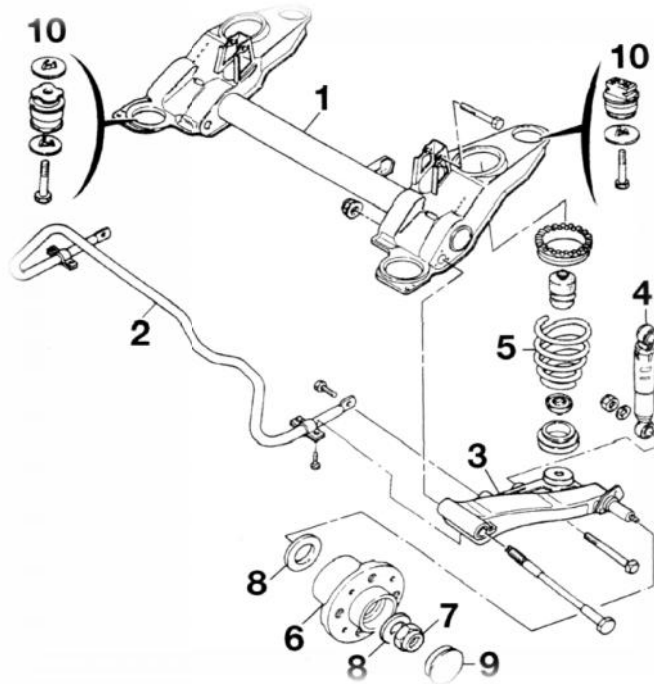
### **3.6.3 Train arrière**

C'est l'ensemble des pièces mécaniques situées entre le châssis ou la coque et la route, au niveau des roues arrière, comprenant les roues et leurs pneumatiques, la suspension et les moyeux, l'essieu et, dans le cas d'une propulsion arrière, le pont.

La figure 3.13 représente les éléments de train arrière.

#### **✓ Eléments de train arrière**

1. Essieu
2. Barre stabilisatrice
3. Bras de suspension
4. Amortisseur
5. Ressort
6. Moyeu – Roulement
7. Erou de moyeu
8. Rondelles
9. Capuchon de moyeu
10. Paliers élastiques



**Figure 3.14** Eléments du train arrière

### 3.6.4 Suspension

C'est l'ensemble des éléments interposés entre les masses suspendues et les masses non suspendues du véhicule pour assurer une liaison élastique qui absorbe les secousses. La suspension a pour fonction :

- d'une part de réduire les mouvements de la caisse par rapport à la route dans les diverses conditions de marche : virage, accélération, freinage, chaussée déformée ;
- d'autre part d'assurer le contact permanent des roues avec le sol dans une position procurant le maximum d'adhérence (roue perpendiculaire au sol).

Les organes de la suspension se divisent en trois parties :

1. les essieux
2. les ressorts
3. les amortisseurs

## 3.6.5 Pneumatique

### 3.6.5.1 Définitions

Le pneumatique est anneau torique gonflé d'air qui isole le véhicule de la route, absorbe partiellement les irrégularités du sol et assure le déplacement sans glissement apparent ni longitudinal, ni transversal. Le pneumatique est composé d'une enveloppe extérieure en toile et caoutchouc appelée communément pneu, d'une chambre d'air dont l'étanchéité est assurée soit par une enveloppe intérieure appelée chambre à air, soit par un procédé particulier (tubeless) équipé d'une valve de gonflage, et de la jante qui supporte le tout.

- Composition du pneu (voir figure 1.15)

Il est divisé en six zones :

- 1- La bande de roulement (en contact avec le sol).
- 2- Les sculptures (améliorer l'adhérence naturelle de la gomme sur une route mouillée)
- 3- Le flanc (amortit les variations de relief et assure la rigidité du pneu).
- 4- L'enveloppe intérieure (maintien l'air dans le pneu)
- 5- Le talon ou bourrelet (assure une bonne accroche à la jante).
- 6- Le talon ou bourrelet (assure une bonne accroche à la jante).



**Figure 3.15** Composition du pneu

### **3.7 Etape 5 : Structure de la carrosserie**

#### **3.7.1 Technologie d'un véhicule automobile**

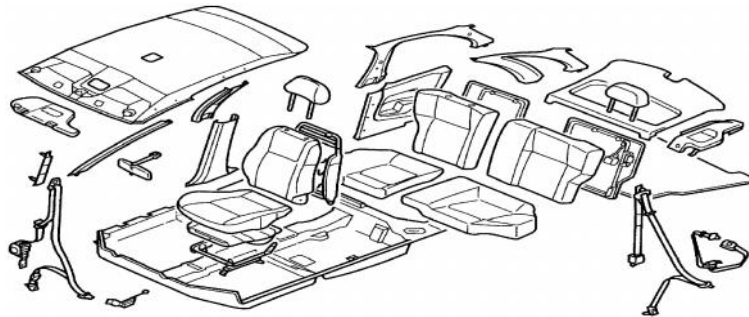
Un véhicule automobile est un moyen de transport muni de roues porteuses et directrices, équipé d'un moteur qui assure son autonomie de déplacement, contrôlé et dirigé par l'homme. La terminologie des véhicules se différencie et se définit par :

- ✓ La fonction du véhicule
  - Transport de personnes
  - Transport de marchandises
  - Transport de produits dangereux
- ✓ La carrosserie étant la structure habillée d'une surface extérieure et constituée de compartiments prévus pour loger et protéger les passagers, les organes mécaniques, les marchandises, l'ensemble devant revêtir un aspect fonctionnel et plaisant.
- ✓ La nature et la particularité du toit
  - Ñ Toit : Élément de carrosserie qui recouvre le compartiment des passagers.
- ✓ Le nombre de places assises
- ✓ Le nombre de portes
- ✓ Le nombre de fenêtres latérales

### **3.8 Étape 7 : Equipements**

#### **3.8.1 Habitacle**

La Figure 3.16 représente l'habitacle : c'est la partie de la structure du véhicule destinée à accueillir le conducteur et les passagers. Le style intérieur de l'habitacle est un des éléments importants de la carrosserie, c'est ce qui caractérise les véhicules les uns par rapport aux autres. En plus, du côté purement esthétique lié au volume et aux formes, le style doit prendre en compte les contraintes techniques relatives à la sécurité des passagers.

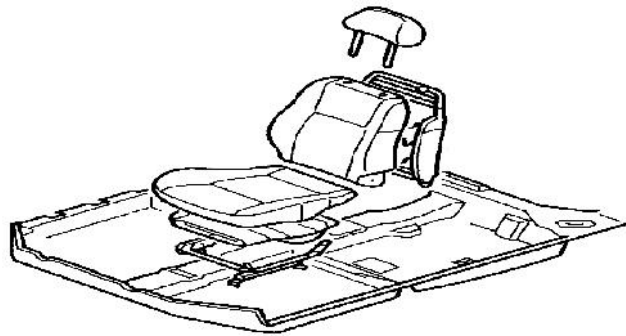


**Figure 3.16** Habitacle

### **3.8.2** Siege

Un siège est une structure montée dans l'habitacle offrant une place assise pour un passager. Un siège comprend, en général, les parties suivantes (voir figure 3.17) :

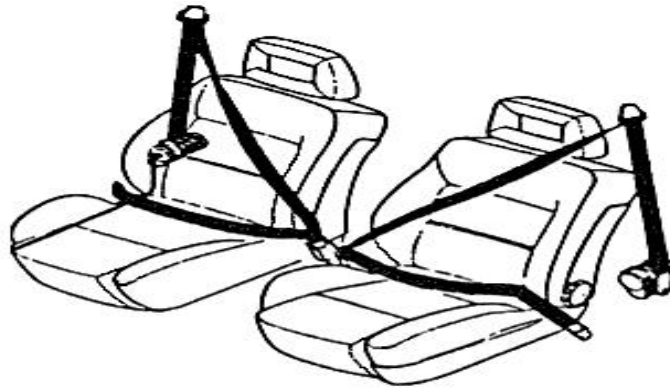
- *La garniture* : rembourrage et revêtement du siège.



**Figure 3.17** Siege

### **3.8.3** Ceinture de sécurité

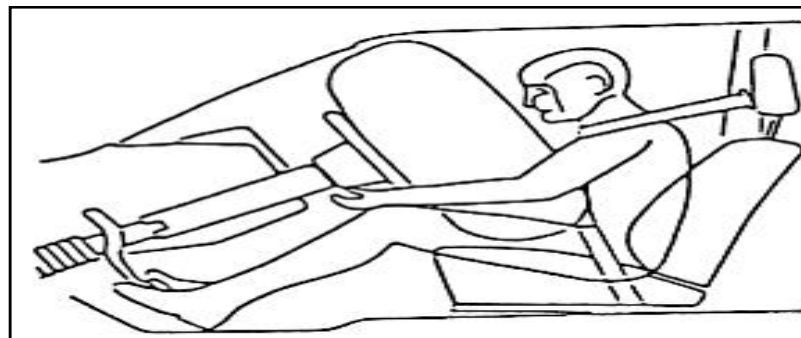
La figure 3.18 représente la ceinture de sécurité : c'est un assemblage de sangle avec boucle de fermeture, des dispositifs de réglage et des pièces de fixation pouvant être ancrées à l'intérieur d'un véhicule. Elle est conçue de manière à réduire le risque de blessure pour l'utilisateur en cas de collision ou de décélération brusque du véhicule, en maintenant le corps du passager sur son siège et en limitant les possibilités de mouvement de celui-ci. Cet assemblage comprend également tout dispositif d'absorption d'énergie ou de rétraction de la ceinture.



**Figure 3.18** Ceinture de sécurité

### 3.8.4 Airbag

"L'airbag" ou "le coussin gonflable de sécurité" est un dispositif de retenue passive, constitué par une enveloppe souple gonflée en cas de choc, par un système pyrotechnique de façon à remplir l'espace devant le passager (voir figure 3.19).



**Figure 3.19** Airbag

## 3.9 Étape 9 : Organes mécaniques

### 3.9.1 Définitions

- a. **Groupe moteur** : Ensemble de pièces assemblées, comprenant un moteur et ses auxiliaires indispensables à son fonctionnement.
- b. **Groupe motopropulseur** : Ensemble mécanique compact (moteur, boîte de vitesse, pont) comprenant le moteur et les organes de transmission aux roues motrices, c'est un ensemble qui regroupe soit tout à l'avant du véhicule, soit tout à l'arrière.

### 3.9.2 Moteur

Machine transformant de l'énergie d'origine électrique ou thermique, en mouvement de rotation capable de fournir un travail sous forme de couple. Lorsque la source d'énergie est un

combustible, le moteur est appelé à combustion. Si la combustion est réalisée en dehors du moteur il est dit moteur à combustion externe. Par contre lorsque la combustion a lieu à l'intérieur même du moteur celui-ci prend le nom de moteur à combustion interne.

### 3.9.2.1 Eléments constitutifs d'un moteur

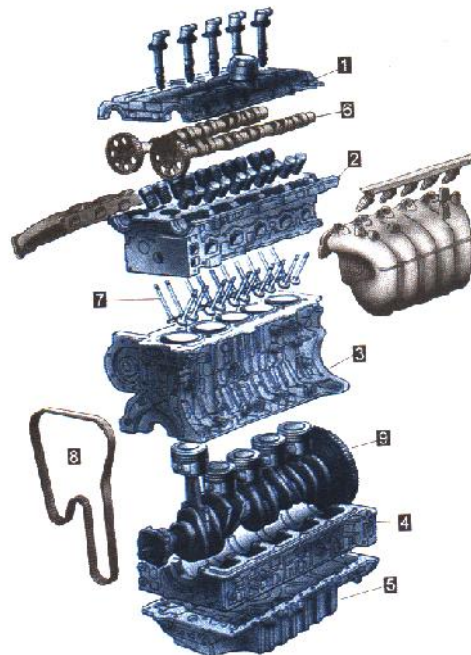
La figure 3.20 illustre éléments constitutifs d'un moteur

#### a) Eléments fixes

1. Couvre-culasse
2. Culasse
3. Bloc moteur ou bloc cylindre
4. Carter chapeau de palier
5. Carter inférieur

#### b) Eléments mobile

1. Arbre à cames
2. Soupapes
3. Courroie ou chaîne de distribution
4. Equipage mobile comprenant :



1. **Figure 3.20** Eléments constitutifs d'un moteur ( le volant moteur, les bielles et les pistons)

### 3.9.3 Boite à vitesses

#### 3.9.3.1 Définitions

**Boite à vitesses** : C'est un organe mécanique à engrenages, placé entre le moteur et les roues motrices pour adapter le couple moteur au couple résistant et accorder le sens de rotation du moteur et des roues en marche avant et marche arrière, (voir figure 3.21). La combinaison des engrenages de la boite à vitesses fournit un certain rapport entre la vitesse angulaire du moteur et celle des roues motrices.

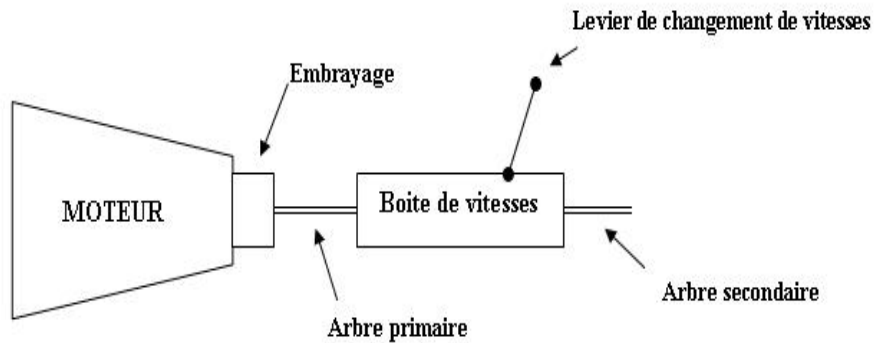


Figure 3.21 Boite à vitesses

### 3.9.4 Pont

#### 3.9.4.1 Définitions

Un véhicule peut disposer d'un pont avant si c'est une traction, d'un pont arrière si c'est une propulsion, ou des deux ponts si c'est une 4X4. Le pont intègre le différentiel qui est un organe mécanique transmettant de façon continue la rotation de l'arbre moteur à deux roues motrices séparées, dont les vitesses de rotation peuvent ne pas être égales par suite d'une différence du chemin parcouru (voir figure 3.22).

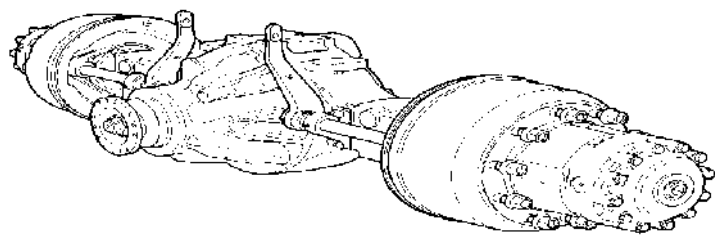


Figure 3.22 Pont

## 3.10 Étape 10 : Combustion

### 3.10.1 Définitions

**ombustion** : Phénomène constitué par des réactions chimiques en chaîne entre le carburant combustible et l'oxygène du comburant, c'est une réaction qui, dans le cas des hydrocarbures, dégage globalement beaucoup de chaleur.

- a) **Carburant** : Combustible liquide ou gazeux, constitué des carbures d'hydrogène, qui une fois mélangé à l'air s'enflamme et dégage l'énergie thermique que le moteur transforme en énergie mécanique.
- b) **Comburant** : Substance qui se combine avec le carburant, dans certaines conditions de température et de pression, permet la combustion, on le désigne généralement par comburant « oxygène de l'air ».
- c) **Combustion incomplète** : Combustion dans laquelle les gaz résultant de la combustion peuvent encore absorber l'oxygène et se traduisant par la présence d'oxyde de carbone dans les gaz d'échappement.

### 3.9.2 Réalisation de la combustion

La combustion permet la transformation de l'énergie chimique contenue dans le carburant en énergie thermique ou calorifique. L'élévation de température qui accompagne la combustion provoque une montée en pression des gaz. Pour réaliser une combustion, il faut mettre en présence un carburant, un comburant (oxygène de l'air) et une source de chaleur.

Le front de flamme doit se déplacer à une vitesse élevée (à la limite de la détonation). La vitesse d'inflammation sera d'autant plus grande lorsque :

- le mélange sera bien préparé (carburant)
- la pression et la température du mélange seront élevées

### 3.10.3 Principaux composants des gaz d'échappements

- ✓ Dioxyde de Carbone (CO<sub>2</sub>)
- ✓ Vapeur d'eau (H<sub>2</sub>O)
- ✓ Oxygène (O<sub>2</sub>)
- ✓ Azote (N)

### 3.10.4 Composants polluants

- ✓ Monoxyde de carbone (CO)
- ✓ Hydrocarbures imbrûlés (HC)
- ✓ Oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>)

- ✓ Dioxydes de soufre (SO<sub>2</sub>)
- ✓ Plomb (Pb)
- ✓ Produits solides (suies, cendres, sulfates).

Ce phénomène de rejet des substances nocives est dû à des variations d'utilisations du moteur.

- Température
- Etat de charge

Un mauvais réglage et un entretien insuffisant du moteur sont préjudiciables au moteur et à l'environnement, car ils augmentent la pollution et la consommation de carburant.

### **3.10.5 Convertisseur catalytique**

#### **3.10.5.1 La technique du catalyseur**

Un catalyseur, dans le système d'échappement, est un composant dont le rôle est de transformer les gaz imbrûlés polluants en composés gazeux non nocif, sans pour autant augmenter la consommation de carburant ni entraîner une perte de puissance, (voir figure 3.23). Le catalyseur oriente et favorise les réactions chimiques. Le mot "Catalyseur" vient d'un mot grec ancien qui veut dire dissolution. En chimie, on appelle catalyseurs les substances qui accélèrent les réactions chimiques sans pour autant se modifier elles-mêmes. La technique du catalyseur utilise deux processus chimiques opposés : l'oxydation et la réduction.

- L'oxydation : une substance se combinant avec de l'oxygène.
- La réduction : une substance dégageant de l'oxygène.

Les substances polluantes sont transformées dans le catalyseur, à l'aide d'agents catalytiques (métaux précieux comme la platine, le rhodium, le palladium), en des substances non toxiques.

Le monoxyde de carbone CO et les hydrocarbures HC sont oxydés à l'aide de ce catalyseur, les oxydes d'azote NO<sub>x</sub> sont, quant à eux, réduits.

1. Transformation du NOX en N2 et en O2
2. Oxydation de CO en CO2
3. Oxydation de HC en H2O et CO2.



**Figure 3.23** Canalisation d'échappements

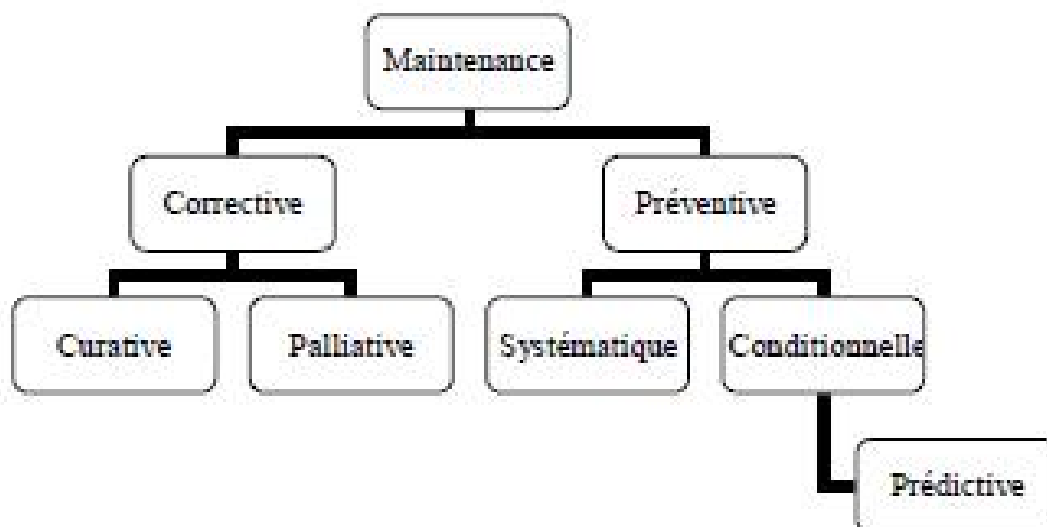
## CHAPITRE 4 : APPLICATION DE LA METHODE DE CONTROLE

### 4.1. Introduction

La maintenance est l'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 (norme NF EN 13306 X 60-319). Produire ou assurer un service, exige des équipements, des installations ou machines de plus en plus sophistiquées et coûteuses. La mission de la maintenance vis-à-vis de ces investissements est en priorité:

- Assurer la disponibilité optimale de l'outil de production ;
- Assurer les conditions opératoires optimales ;
- Obtenir l'efficacité maximale des ressources allouées à la maintenance ;
- Tenir des dossiers de maintenance complets et précis ;
- Obtenir la meilleure durée de vie possible des équipements ;
- Minimiser les stocks ;
- Maintenir l'aptitude à réagir très vite.

Le choix entre les stratégies de maintenance s'effectue dans le cadre de la politique de maintenance et doit s'opérer en accord avec les objectifs de la direction de l'entreprise. Pour choisir il faut connaître le fonctionnement, les caractéristiques et le comportement du matériel en exploitation, ainsi que les coûts liés à la maintenance. Généralement on peut distinguer différents types de maintenance (figure 4.1).



**Figure 4.1** Différents types de maintenance.

## 4.2. Différents types de maintenance

Le tableau 4.1 suivant permettant de définir les différents types de maintenance.

**Tableau 4.1** Différents types de maintenance

Type de maintenance		Définition
Préventive	Systemique	Désigne des opérations effectuées systématiquement, soit selon un <u>calendrier</u> (à périodicité temporelle fixe), soit selon une <u>périodicité</u> d'usage
	Prévisionnelle Et Conditionnelle	réalisée à la suite d'une analyse de l'évolution de l'état de dégradation de l'équipement et réalisée à la suite de relevés, de mesures, de contrôles révélateurs de l'état de dégradation de l'équipement
Corrective	Palliative	dépannage (donc provisoire) de l'équipement, permettant à celui-ci d'assurer tout ou partie d'une fonction requise ; elle doit toutefois être suivie d'une action curative dans les plus brefs délais.
	Curative	réparation (donc durable) consistant en une remise en l'état initial.

## 4.3. Définition du concept de fiabilité

La fiabilité d'un composant exprime la probabilité qu'il fonctionne correctement (sans défaillance) pendant un temps déterminé dans des conditions (que l'on appellera conditions de bases) fixées de manière précise. Ce qui signifie que l'on doit définir sans ambiguïté :

- Ce qu'est un fonctionnement correct
- La variable temps adoptée, c'est-à-dire l'unité d'usage la plus significative (heure, kilomètre, nombre de cycles...) [11].

Dans la même orientation, on considère que : « La fiabilité est la probabilité d'un réseau accomplissant ses objectifs pour une période donnée du temps sous des conditions opératoires».

La commission électronique internationale définit la fiabilité comme étant : « la probabilité pour qu'une entité puisse accomplir une fonction requise, dans des conditions données, pendant un intervalle de temps donnée  $[t_1, t_2]$  ; que l'on écrit :  $R(t_1, t_2)$  ». Plusieurs notions sont fondamentales dans cette définition tel que :

- Fonction : la fiabilité est caractéristique de la fonction attribuée au système, la connaissance de son architecture matérielle est souvent insuffisante et il faut utiliser des méthodes d'analyse fonctionnelle ;
- Conditions : le rôle de l'environnement est primordial en fiabilité, il faut aussi connaître les conditions d'utilisation, la connaissance du matériel n'est pas suffisante ;
- Intervalle : on s'intéresse à une durée et pas à un instant, par hypothèse le système fonctionne à l'instant initial, le problème est de savoir combien de temps. En général  $t_1 = 0$  et on note  $R(t)$  la fiabilité.

#### **4.4. Loi de Pareto**

La Loi de Pareto ou encore Règle des 20/80 est une analyse basée sur l'étude d'une période écoulée permettant d'une façon simple de mettre en évidence en fonction d'un critère déterminé les individus les plus marquant d'une population[10].

##### **4.4.1. Historique**

Au début du siècle, un sociologue et économiste italien, Vilfredo Pareto, démontra le principe d'une inégalité de la répartition des richesses et des revenus dans une population quelconque et en déduisit une loi qui peut s'énoncer ainsi :

"Quand il y a un grand nombre de variantes possibles, très souvent moins de 20% de ces variantes représentent plus de 80% des cas qui peuvent se présenter dans la réalité"

##### **4.4.2. Loi de Pareto et entreprise**

Cette loi a, du fait de sa quasi universalité, été appliquée à la gestion de plusieurs secteurs de l'entreprise :

- 20 % des produits représentent 80 % du cout d'exploitation
- 20 % des ventes représentent 80 % de la marge bénéficiaire

Cette méthode de gestion est une méthode de gestion par exception, c'est-à-dire qu'au lieu de gérer minutieusement tous les produits, ou tous les clients ou encore tous les fournisseurs, l'entreprise va se concentrer sur le suivi des produits, clients ou fournisseurs stratégiques c'est-à-dire ceux qui représentent une valeur importante.

## **4.5. Analyse des modes de défaillances, de leurs effets et de leur criticité (AMDEC)**

### **4.5.1. Définition**

AMDEC est une méthode inductive permettant pour chaque composant d'un système, de recenser son mode de défaillance et son effet sur le fonctionnement au la sécurité des systèmes.

### **4.5.2. Analyse des défaillances**

On utilise la méthode AMDEC. (Analyse des modes de défaillances, de leurs effets et de leur criticité) [13]. Elle consiste à étudier et lister les différents modes, les causes et les effets des défaillances des équipements. Elle permet d'évaluer les conséquences de chaque mode de défaillance des composants sur les différentes fonctions d'un système. Elle sert à identifier les modes de défaillances ayant d'importants effets sur la fiabilité ou la sécurité du système.

### **4.5.3. Effets des défaillances**

Les modes de défaillances fonctionnelles sont donc associés à chaque machine de production en spécifiant au mieux [9] :

- L'impact de la défaillance sur la sécurité, la production et la qualité.
- La fréquence des défaillances.
- Les défaillances non détectées ou ayant peu de chance d'être détectées pendant l'exploitation.

Les effets induits, par exemple :

- Influence sur la sécurité avec un effet significatif du point de vue économique.

Il est alors possible de décider de ne pas prendre en considération certaines défaillances.

L'effet d'une défaillance est la concrétisation de la conséquence de cette défaillance sur l'équipement étudié. Cet effet peut être local ou agir sur l'environnement.

Le tableau 4.2 suivant permettant de définir les modes de défaillances

#### 4.5.4. Définition des critères d'analyse par AMDEC

Dans le cas des organes spécifiques et mal connus, on doit faire une analyse de type AMDEC en utilisant la matrice à trois criticités suivantes, (voir tableau 4.3), [9].

**Tableau 4.3** Analyse des modes de défaillance et de leur criticité

<b>Gravité G : Impact des défaillances sur le produit ou l'outil de production</b>			
1	Sans dommage : défaillance mineure ne provoquant pas d'arrêt de production, et aucune dégradation notable du matériel	3	Important : défaillance provoquant un arrêt significatif, et nécessitant une intervention importante
2	Moyenne : défaillance provoquant un arrêt de production, et nécessitant une petite intervention	4	Catastrophique : défaillance provoquant un arrêt impliquant des problèmes graves
<b>Fréquence d'occurrence O : probabilité d'apparition d'une cause ou d'une défaillance</b>			
1	Exceptionnelle : la possibilité de défaillance est pratiquement inexistante	3	Certaine : il y a eu traditionnellement des défaillances dans le passé
2	Rare : une défaillance occasionnelle s'est déjà produite ou pourrait se produire	4	Très fréquente : il est presque certain que la défaillance se produira souvent
<b>Non-détection D : probabilité de la non-perception de l'existence d'une cause ou d'une défaillance</b>			
1	Signes avant-coureurs : l'opérateur pourra détecter facilement la défaillance	3	Aucun signe : la recherche de la défaillance n'est pas facile
2	Peu de signes : la défaillance est décelable avec une certaine recherche	4	Expertise nécessaire : la défaillance est décelable ou encore sa localisation nécessite une expertise approfondie

### Gravité G : Impact des défaillances sur le produit ou l'outil de production

- |   |   |   |  |
|---|---|---|--|
| 1 | Sans dommage : défaillance mineure ne provoquant pas d'arrêt de production, et aucune dégradation notable du matériel | 3 | Important : défaillance provoquant un arrêt significatif, et nécessitant une intervention importante |
| 2 | Moyenne : défaillance provoquant un arrêt de production, et nécessitant une petite intervention                       | 4 | Catastrophique : défaillance provoquant un arrêt impliquant des problèmes graves                     |

### Fréquence d'occurrence O : probabilité d'apparition d'une cause ou d'une défaillance

- |   |  |   |  |
|---|--|---|--|
| 1 | Exceptionnelle : la possibilité de défaillance est pratiquement inexistante      | 3 | Certaine : il y a eu traditionnellement des défaillances dans le passé         |
| 2 | Rare : une défaillance occasionnelle s'est déjà produite ou pourrait se produire | 4 | Très fréquente : il est presque certain que la défaillance se produira souvent |

### Non-détection D : probabilité de la non-perception de l'existence d'une cause ou d'une défaillance

- |   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| 1 | Signes avant-coureurs : l'opérateur pourra détecter facilement la défaillance | 3 | Aucun signe : la recherche de la défaillance n'est pas facile   |
| 2 | Peu de signes : la défaillance est décelable avec une certaine recherche      | 4 | Expertise nécessaire : la défaillance est décelable ou encore sa localisation nécessite une expertise approfondie |

#### 4.5.5. Classement de criticité

Le tableau 4.4 représente l'échelle de criticité C, qui montre l'intérêt de suivre la dégradation des équipements afin de limiter les défaillances précoces.

**Tableau 4.4** Echelle de Criticité C

<b>C&lt;16</b>	Ne pas tenir compte
<b>16 C&lt;32</b>	Mise sous préventif à fréquence faible
<b>32 C&lt;36</b>	Mise sous préventif à fréquence élevée
<b>36 C&lt;48</b>	Recherche d'amélioration
<b>48 C&lt;64</b>	Reprendre la conception

#### 4.5.6. Grille de cotation

Pour l'utilisation de ces critères d'analyse nous avons défini une grille de cotation pour apprécier les valeurs de chacun d'eux. Ces critères sont cotés de 1 à 4, (voir tableau 4.5)

**Tableau 4.5** Grille de cotation

Niveau de cotation	1	2	3	4
<b>FREQUENCE</b>	Taux d'apparition rare >12mois	6 mois <F< 12 mois Taux d'apparition très faible	3mois <F< 6 mois Taux d'apparition moyen	F<3mois
<b>NON-DETECTION</b>	Signes avant-coureurs	Peu de signes	Aucun signe	une expertise approfondie nécessaire
<b>GRAVITE</b>	Durée d'intervention D <1h Peu ou pas de pertes de production	Durée d'intervention 1h <D< 3h	Durée d'intervention 3h<D <6h	Durée d'intervention D>6h

## 4.6. Application pratique

### 4.6.1 Introduction

Dans ce chapitre, nous allons présenter une application de la maintenance avec ses différents modes. On présentera également un plan de maintenance préventif en utilisant l'outil numérique dans le but de déceler l'organe le plus défaillant. Des histogrammes ont été établis pour une présentation plus claire et plus explicite des résultats obtenus suite à l'analyse des organes défaillants.

### 4.6.2. Données de défaillance « SARL Pomaria service »

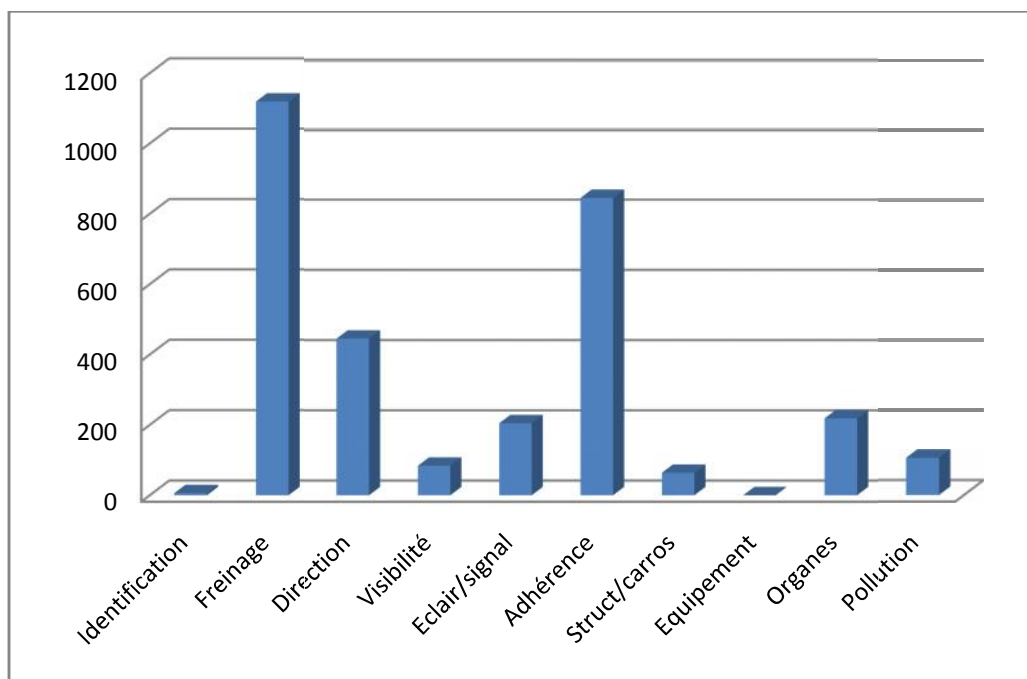
#### a) Période : Année 2012

Le Tableau 4.6, illustre la nature des défaillances « SARL Pomaria service » durant l'année 2012 [13]

**Tableau 4.6** Nature des défaillances « SARL Pomaria service »

Catégorie	Véhicule particulier (léger)	T. Marchandises (léger)	TOTAL
<b>Identification</b>	0	0	0
<b>Freinage</b>	203	157	360
<b>Direction</b>	195	66	261
<b>Visibilité</b>	13	11	24
<b>Eclair/signal</b>	40	18	58
<b>Adhérence</b>	178	138	316
<b>Struct/carros</b>	2	1	3
<b>Equipement</b>	0	0	0
<b>Organes</b>	56	17	73
<b>Pollution</b>	18	10	28

La figure 4.2 représente les défaillances durant l'année 2012



**Figure 4.2** Nature des défaillances

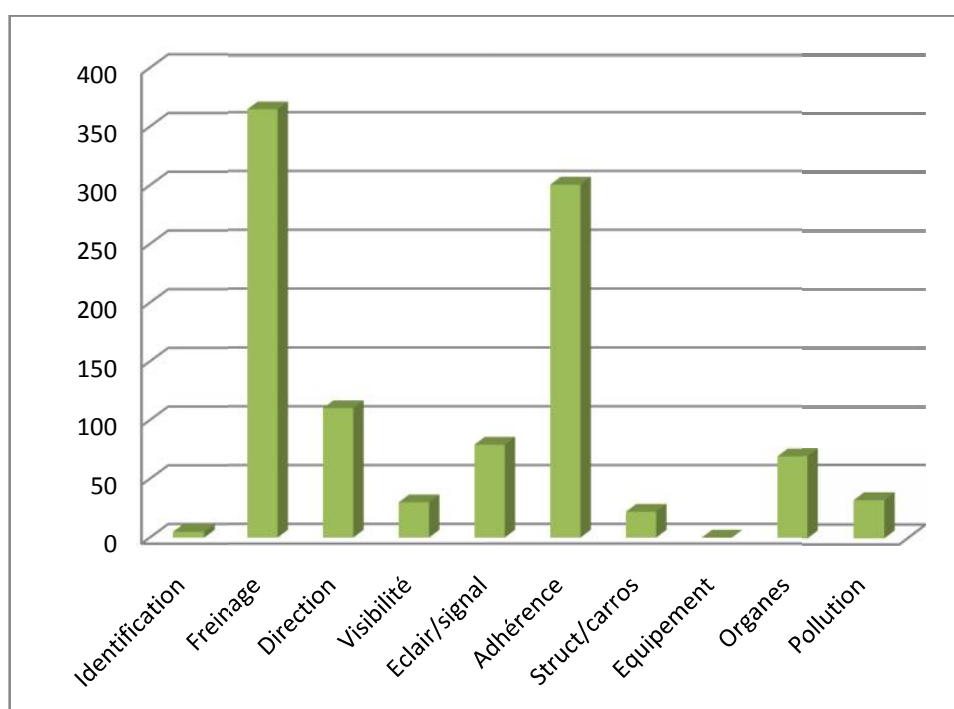
**b) Période : Années 2013**

Le tableau 4.7 illustre la nature des défaillances « SARL Pomaria service » durant l'année 2013 [14].

**Tableau 4.7** Nature des défaillances.

Catégorie	Véhicule particulier (léger)	T .Marchandises (léger)	TOTAL
Identification	4	1	5
Freinage	207	157	364
Direction	74	36	110
Visibilité	17	13	30
Eclair/signal	55	24	79
Adhérence	198	102	300
Struct/carros	13	9	22
Equipement	0	0	0
Organes	52	17	69
Pollution	26	6	32

La figure 4.3 représente les défaillances durant l'année 2013.



**Figure 4.3** Nature des défaillances.

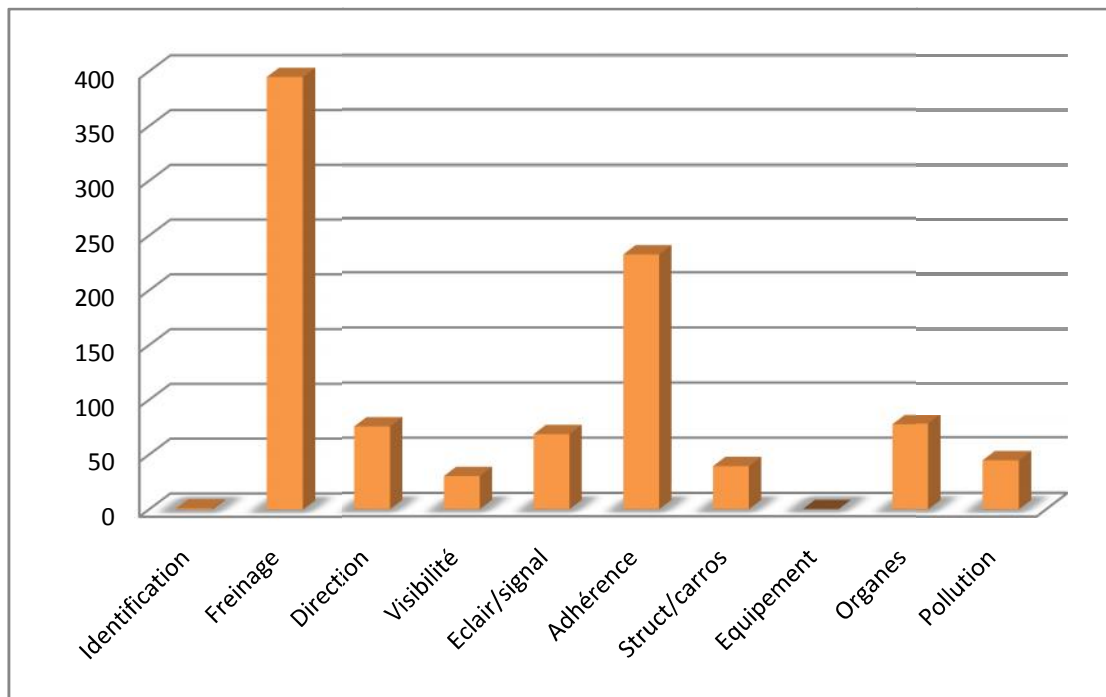
**c) Période : Année 2014**

Le tableau 4.8 illustre la nature des défaillances « SARL Pomaria service » durant l'année 2014 [15].

**Tableau 4.8** Nature des défaillances durant l'année 2014

Catégorie	Véhicule particulier (léger)	T. Marchandises (léger)	TOTAL
Identification	1	0	1
Freinage	241	154	395
Direction	64	11	75
Visibilité	17	13	30
Eclair/signal	50	18	68
Adhérence	141	90	231
Struct/carros	35	4	39
Equipement	0	0	0
Organes	65	12	77
Pollution	37	7	44

La figure 4.4 représente les défaillances durant l'année 2014



**Figure 4.4** Nature des défaillances

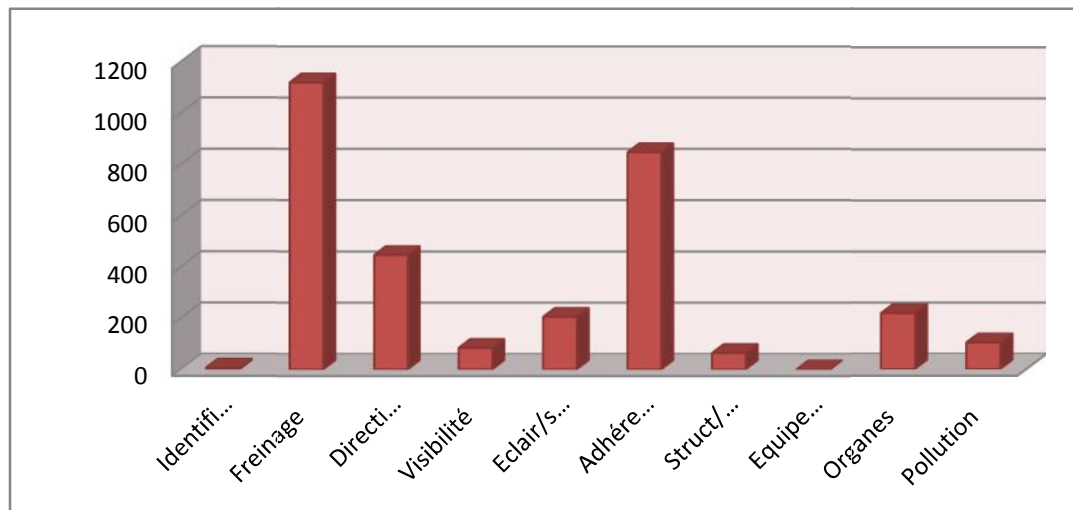
**d) Période : Années 2012, 2013, 2014**

Le tableau 4.9 illustre la nature des défaillances « SARL Pomaria service » durant les années 2012, 2013, 2014.

**Tableau 4.9** Nature des défaillances

<b>Catégorie</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>TOTAL</b>
<b>Identification</b>	0	5	1	<b>6</b>
<b>Freinage</b>	360	364	395	<b>1119</b>
<b>Direction</b>	261	110	75	<b>446</b>
<b>Visibilité</b>	24	30	30	<b>84</b>
<b>Eclair/signal</b>	58	79	68	<b>205</b>
<b>Adhérence</b>	316	300	231	<b>847</b>
<b>Struct/carros</b>	3	22	39	<b>64</b>
<b>Equipement</b>	0	0	0	<b>0</b>
<b>Organes</b>	73	69	77	<b>219</b>
<b>Pollution</b>	28	32	44	<b>104</b>

La figure 4.5 représente les défaillances durant l'année 2012, 2013,2014.



**Figure 4.5** Nature des défaillances

#### 4.6.3. Sélection des organes

En utilisant la courbe "ABC" ou "Pareto" on peut sélectionner l'organe à prendre en considération dans notre étude, (voir tableau 4.10).

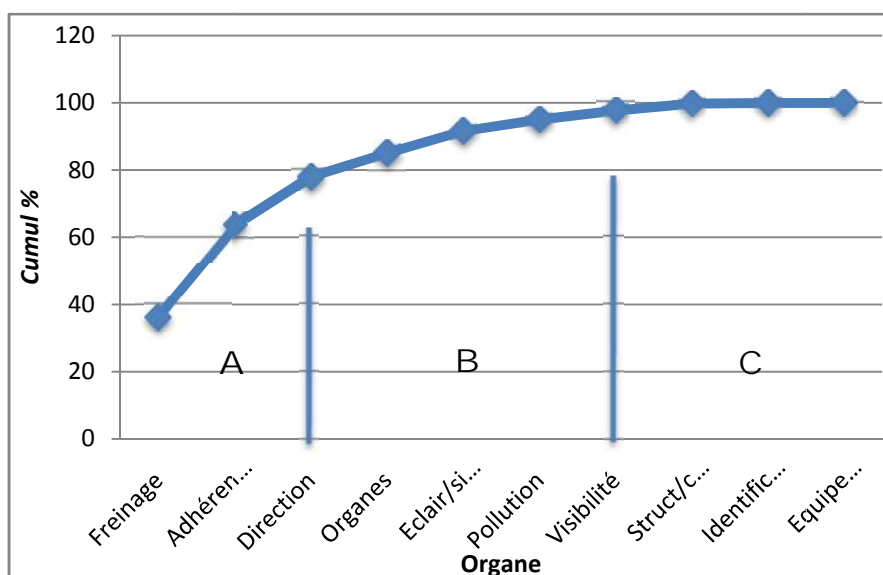
**Tableau 4 .10** Tableau de classement des équipements

<i>N°</i>	<i>Organes</i>	<i>N° défaut</i>	<i>Fréquence</i>	<i>cumul %</i>
1	Freinage	1119	0,3616677	36,1667744
2	Adhérence	847	0,2737557	63,54234
3	Direction	446	0,14415	77,9573368
4	Organes	219	0,0707822	85,0355527
5	Eclair/signal	205	0,0662573	91,6612799
6	Pollution	104	0,0336134	95,0226244
7	Visibilité	84	0,0271493	97,7375566
8	Struct/carros	64	0,0206852	99,8060763
9	Identification	6	0,0019392	100
10	Equipement	0	0	100
	TOTAL	3094	1	

Le principe de cette méthode (ABC) consiste à classer par ordre d'importance des éléments, les résultats se présentent sous la forme d'une courbe appelée ABC dont l'exploitation permet de détecter les éléments les plus significatifs du problème à résoudre et de prendre les décisions permettant la solution du problème.

#### 4.6.4. Courbe ABC

La figure 4.6 représente la courbe ABC qui permet de classer les organes par ordre de prioritaire dans un but de bien vouloir identifier les plus pénalisants au point de vu cout et au point de production.



**Figure 4.6** La courbe ABC

#### **4.6.4.1. Zones « ABC »**

Il s'agit de délimiter sur la courbe obtenue les zones à partir de l'allure de la courbe. On obtient alors trois zones :

- Zone A : les plus défaillants.
- Zone B : les moyennement défaillants.
- Zone C : les moins défaillants.

#### **4.6.4.2. Interprétation de la courbe**

On remarque que l'organe le plus défaillant c'est le système freinage, ceci est du aux nombres de défauts dans le « SARL Pomaria » durant les années 2012, 2013, 2014.

Ainsi la courbe « ABC » nous a permis de classer les organes dans « SARL Pomaria » en trois catégories (A,B et C).

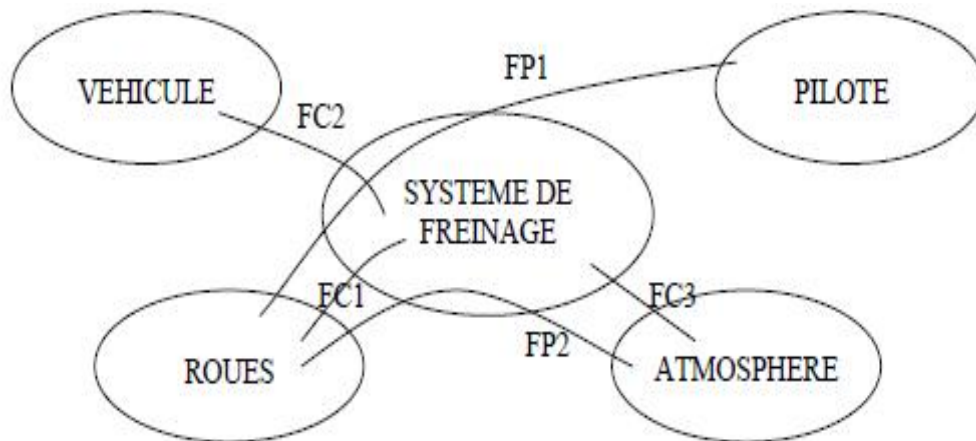
- Zone A : représentent des nombres le plus d'échec.ils sont donc à étudier en priorité pour le freinage et l'adhérence.
- Zone B : représentent des nombres de défaillances ils sont donc, Direction, Organes, Eclair/signal, Pollution.
- Zone C : représentent des nombres de défaillances.ils sont donc, Visibilité, Structure/carrosserie, Identification, Equipement.

### **4.7. Systèmes de freinage**

Le système de freinage est le premier organe de sécurité d'un véhicule ; il doit donc être sûr et efficace. Le temps et la distance de freinage ne doivent pas atteindre une valeur maximale quelque soit les conditions de chargement (normales) du véhicule et les conditions extérieures.

#### **4.7.1. Analyse fonctionnelle du système de freinage**

La figure 4.7 représenté l'environnement du système de freinage



**Figure 4.7** Environnement du système de freinage

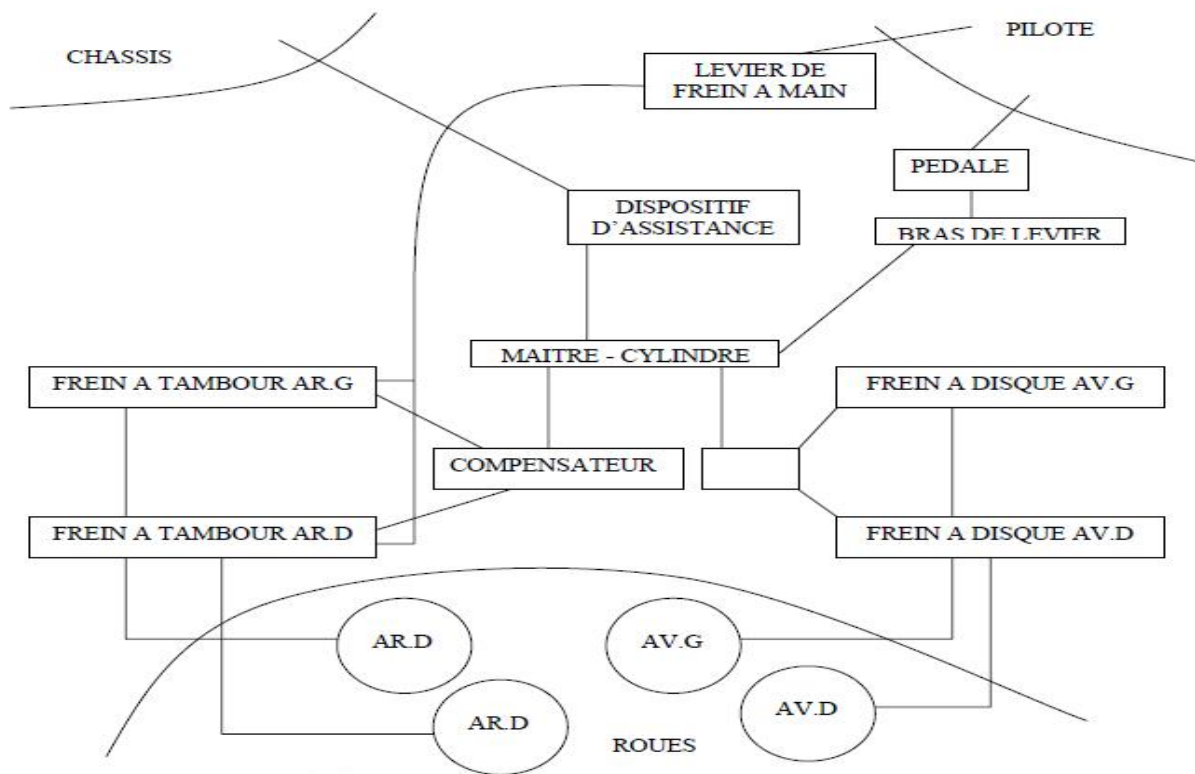
Fonctions de service à assurer :

- FP1 : Transmettre l'action de freinage à la roue,
- FP2 : Dissiper l'énergie perdue par frottement dans l'air,
- FC1 : Limiter le couple de freinage pour ne pas perdre l'adhérence au roulement pneu/sol,
- FC2 : Se guider par rapport au châssis,
- FC3 : S'adapter à la condition d'air,

#### 4.7.2. Structure du système de freinage

Un système de commande de frein :

- ✚ Mécanique à frein de stationnement par levier de frein à main.
- ✚ Hydraulique à frein de service, maître cylindre à commande par pédale.



**Figure 4.8** Structure du système de freinage

### 4.7.3. Modes de défaillance lors du freinage

Au cours du processus de freinage, l'énergie cinétique est transformée en chaleur par friction. Lorsque vous appuyez sur la pédale de freins le maître cylindre transforme ce mouvement en pression hydraulique. Cette pression se diffuse alors par l'intermédiaire d'un liquide incompressible jusqu'aux 4 roues. Pour les roues équipées de freins à disques, l'impulsion imprimée à la pédale provoque l'action d'un étrier hydraulique qui serre des plaquettes sur le disque. Pour les roues équipées de freins à tambour, l'action sur la pédale a pour effet d'écarter deux mâchoires qui entrent en contact avec le tambour.

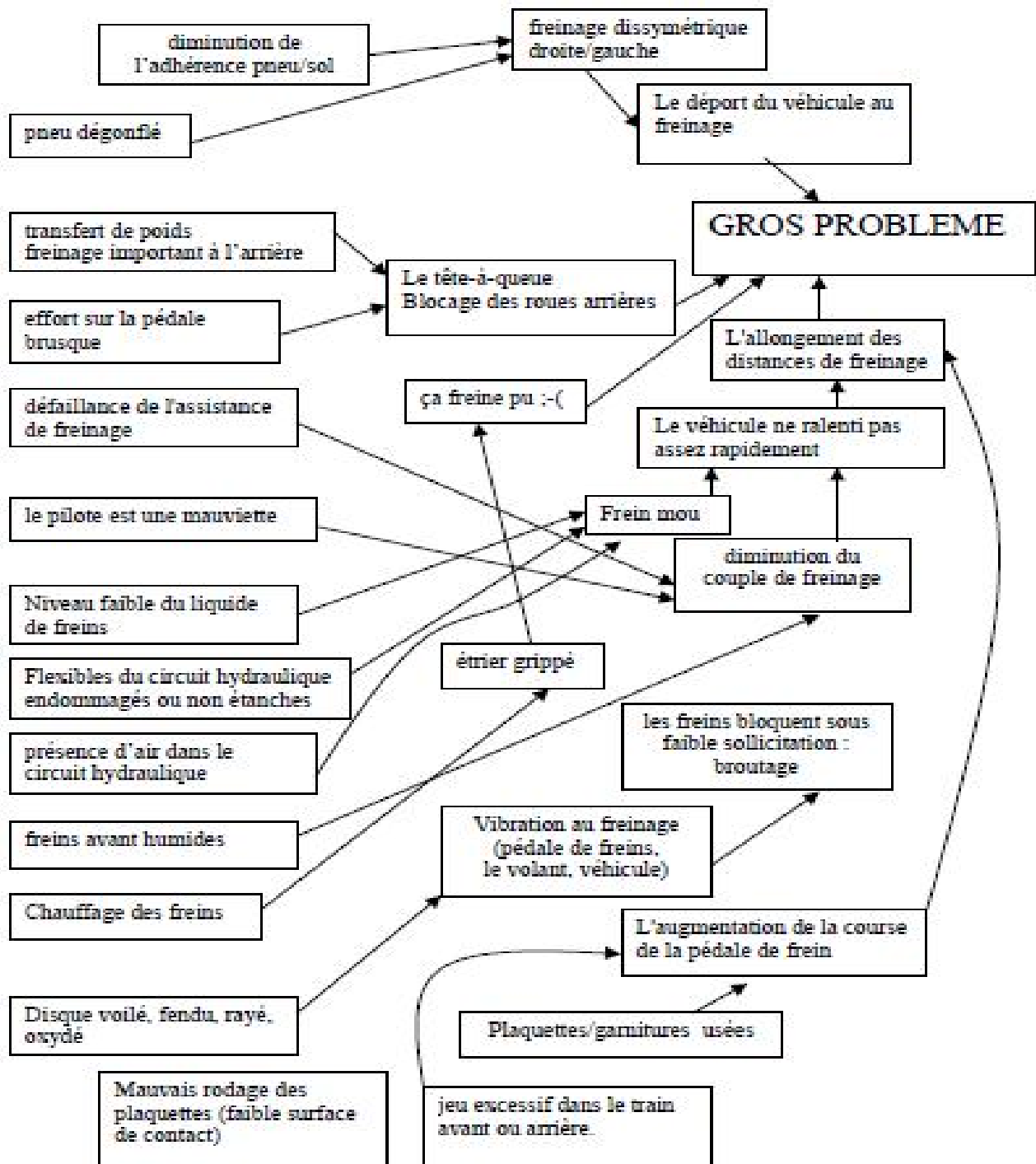


Figure 4.9 Modes de défaillance lors du freinage

#### 4.8. Composant principale de système de freinage

Le système de freinage est le système le plus critique de votre véhicule. Son entretien et bon fonctionnement sont vitaux pour vous, votre famille et les autres automobilistes. Vous ne devriez pas tenter de faire l'entretien des freins de votre véhicule ou de les réparer. L'entretien et la réparation du système de freinage nécessitent des outils spécifiques et une formation technique adéquate.

La figure 4.10 représente les Composantes principales du système de freinage

- Pédale de frein
- Servofrein
- Maître-cylindre
- Système hydrauliques
- Frein à disque
- Frein à tambour
- Cylindre de roue
- Frein de stationnement

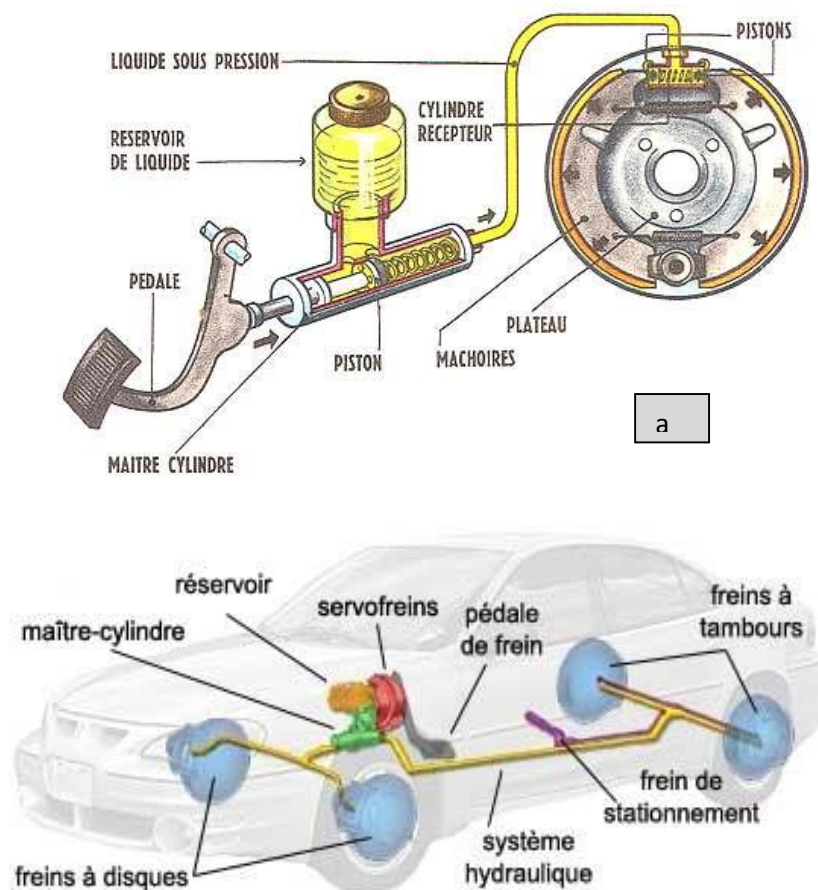


Figure 4.10 Composantes principales du système de freinage : a-localisation, b-détail

### 4.8.1. Types de freinage

La figure 4.11 représente les types de freinage

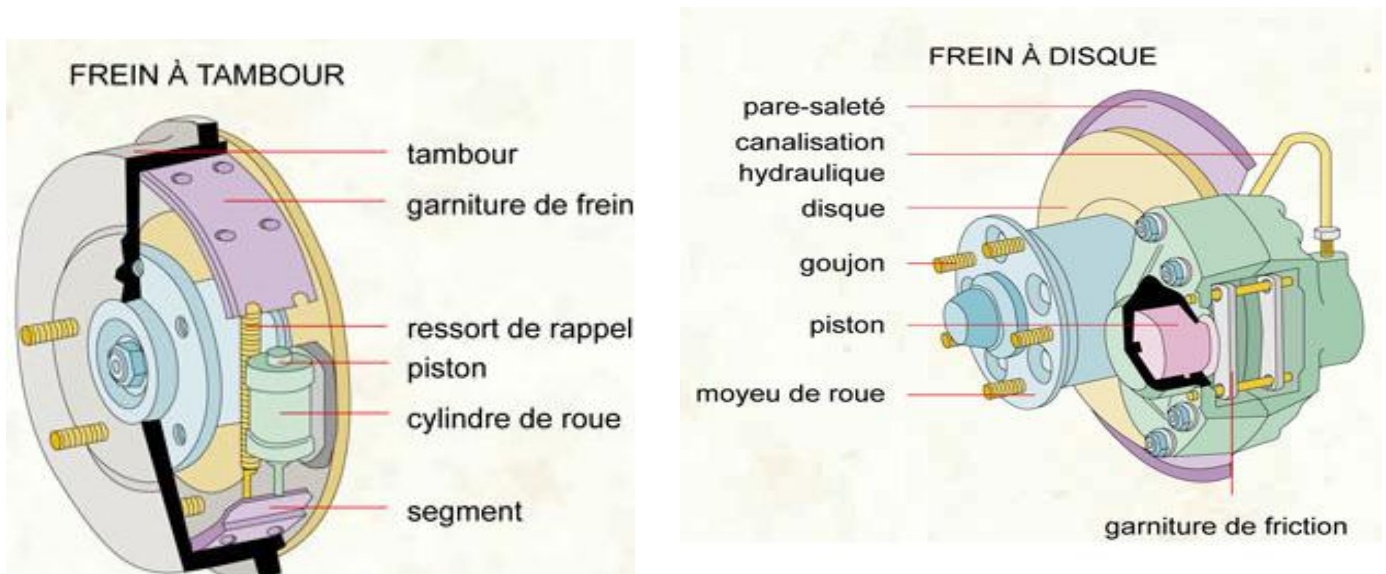


Figure 4.11 Types de freinage

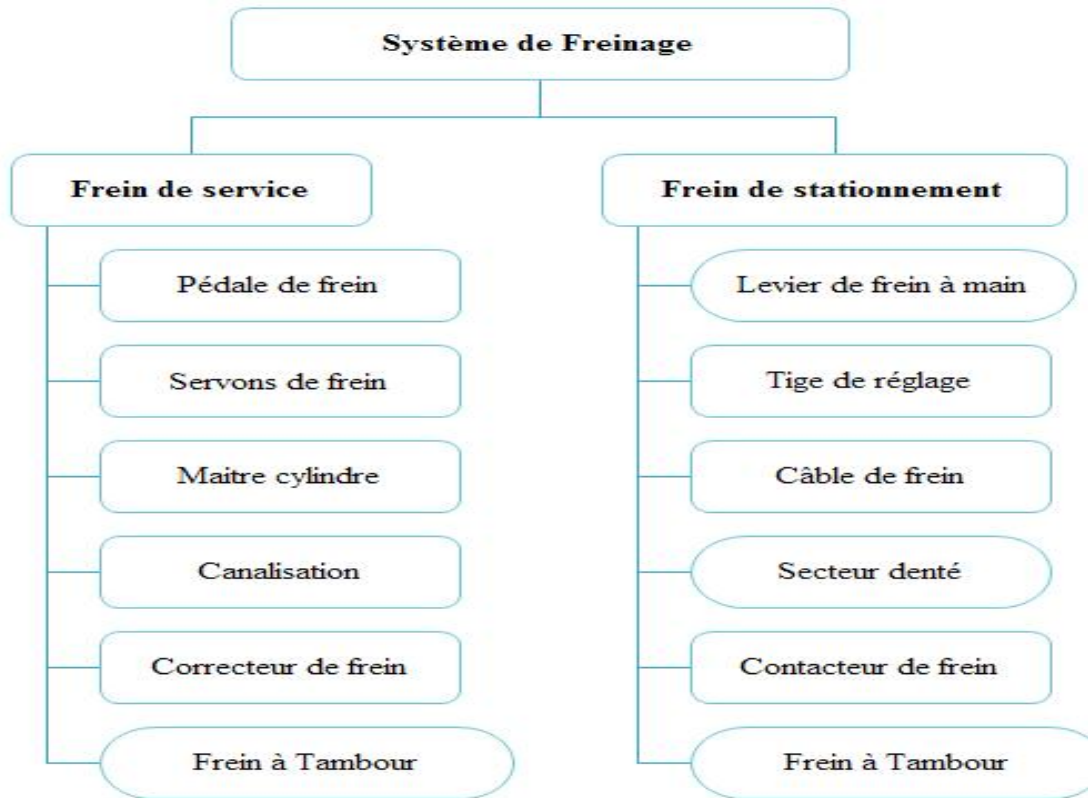
## 4.9. Diagnostic par AMDEC

### 4.9.1. Analyse de système

Pour cela on utilise la méthode « AMDEC » [16] qui est une méthode de réflexion créative et repose sur la décomposition fonctionnelle du système en éléments simple jusqu'au niveau des composants les plus élémentaires. Dans un premier temps on va décomposer fonctionnellement le système de freinage. On a sélectionnée l'équipement à analyser à partir les résultants obtenue par l'analyse PARETO, dans ce cas on étudie l'équipement le plus sensible « freinage ».

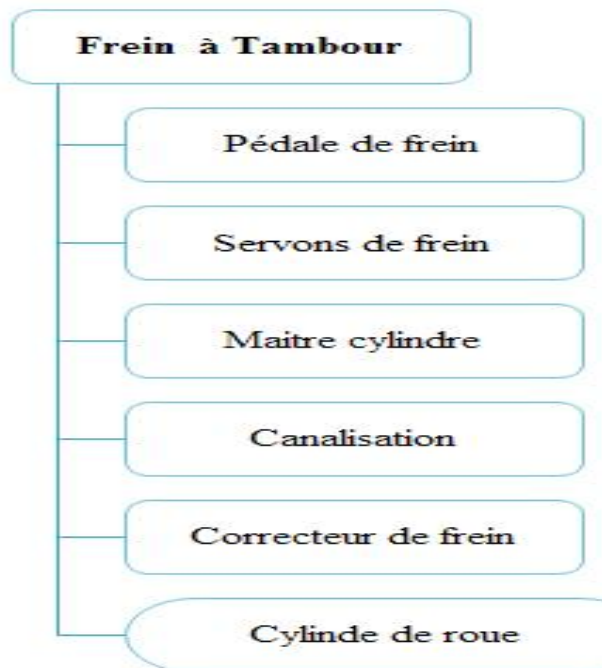
### 4.9.2. Décomposition fonctionnelle de système de freinage

La décomposition fonctionnelle ayant pour le but d'identifier les modes de défaillances en vue de les éliminer ou de minimiser leurs conséquences. La figure 4.12 montre une décomposition fonctionnelle d'un système de freinage,



**Figure 4.12** Décomposition fonctionnelle de système de freinage

La figure 4.13 montre une décomposition fonctionnelle d'un système de frein à tambour,



**Figure 4.13** Décomposition fonctionnelle de système de cylindre de roue

### 4.9.3. Applications de AMDEC pour le frein à tambour

Nous avons utilisé la théorie de l'AMDEC pour une analyse approfondie des défaillances et la détermination des éléments critiques de frein à tambour afin à étudier. (voir tableau4.11)

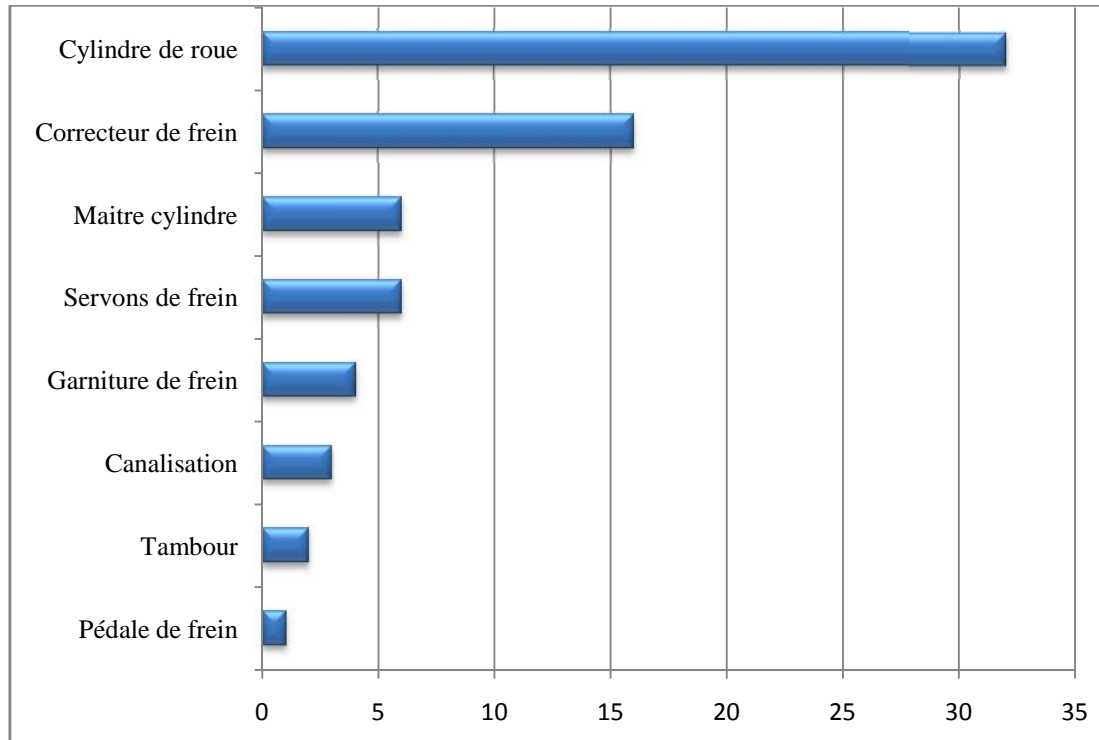
**Tableau 4.11** Eléments critiques de frein à tambour

Ensemble : <b>Système de freinage</b>								
Sous ensemble : <b>Frein de service</b>								
Matériel		Caractéristique de la défaillance			Criticité			
Organe	Fonction	Mode de défaillance	Cause de défaillance	Effet sur le système	G	F	D	C
Pédale de frein	Force de freinage	Freinage non performant	Ressort de rappel	Pas de freinage	1	1	1	1
Servons de frein	Augmenter la puissance de freinage	Défaillance de l'assistance de freinage	Circuit pneumatique défaillant	Mauvais freinage	2	1	3	6
Maitre cylindre	Transformer de l'énergie mécanique en énergie hydraulique	Absence de la pression	Niveau d'huile bas, Fuite dans le circuit	Pas de frein	3	1	2	6
Canalisation	Système de tuyaux transportant le liquide	Présence de l'air dans le circuit hydraulique	Fissure de flexible de frein	Perte d'huile de frein, pas de freinage	1	1	3	3
Correcteur de frein	Asservir à la charge sur l'essieu arrière pour d'obtenir la meilleure adaptation possible de force de freinage	Pression faible	Grippage et corrosion	Pas de frein	2	2	4	16
Cylindre de roue	Espèce de rouleau qui soumet une pression uniforme sur la roue lorsque le frein est activé	Dégradation du piston	Grippage et corrosion, Fuite d'huile	Pas de freinage,	2	4	4	32
Garniture de frein	Pièce de friction à la périphérie des segments	Usure de garniture	Usure des garnitures	Usure,	2	1	2	4
Tambour	Pièce en forme de cylindre, attachée à la roue et sur laquelle les garnitures de segments frottent	Usure ;	Usure ; déformation	Bruit ; usure, frottement	1	1	2	2

**G=Gravité ; F=Occurrence ou Fréquence ; D=Détection ; C=Criticité**

#### 4.9.4. Résultats de criticité

Après que nous ayons calculé les criticités des différents organes du frein à tambour, on trace le histogramme de criticité qui nous permet de découvrir l'organe qui a la plus grande criticité, voir histogramme 4.1



**Histogramme 4.1** Résultats de criticité.

Selon l'histogramme nous pouvons dire que la majorité des organes qui ont une criticité importante sont localisés au niveau de frein à tambour, également cylindre de roue ont une criticité le plus élevée.

#### 4.10. Cylindres de roues

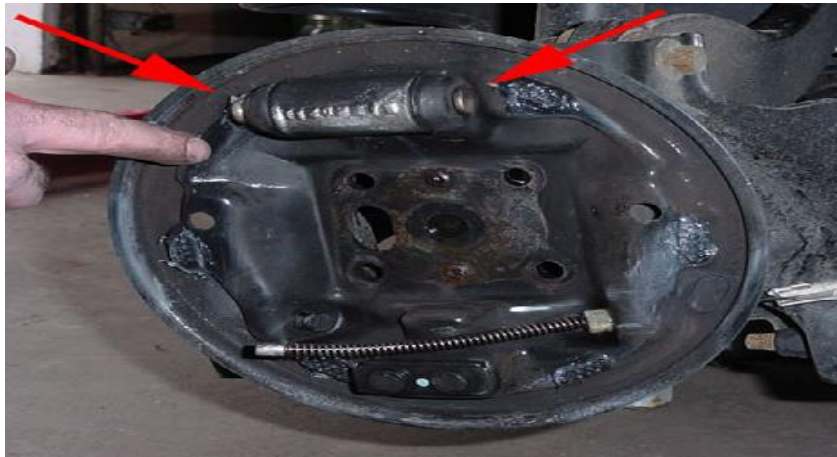
Un **cylindre de roue** est un élément du système de frein à tambour. Il est situé dans chaque roue, habituellement dans la partie supérieure. Le cylindre de roue est constitué d'un cylindre qui comporte **deux pistons**, un de chaque côté. Chaque piston a un joint d'étanchéité en caoutchouc et un tuyau qui relie le piston au segment de frein. Lorsque la pression de freinage est appliquée, les pistons écartent les mâchoires qui vont frotter sur les tambours. Le cylindre de roue sous l'effort de la pression du liquide de frein, écarte les mâchoires dont la garniture vient créer une friction à l'intérieur du tambour

#### 4.10.1. Contrôle du cylindre récepteur

Le contrôle est essentiellement visuel, il consiste à valider l'étanchéité du cylindre récepteur « souvent appelé : cylindre de roue » [16].

##### Cas 1 :

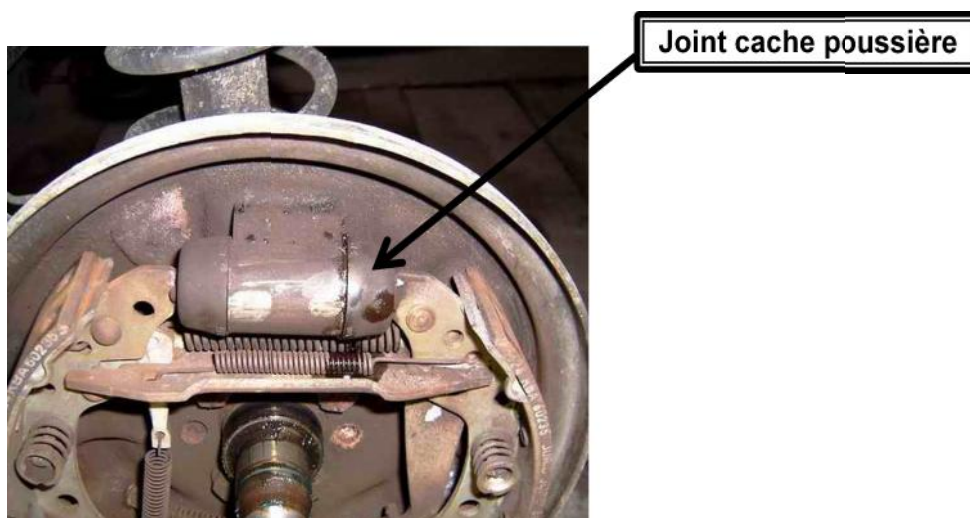
La fuite est suffisamment importante pour que l'huile soit visible dès la dépose du tambour.



**Figure 4.14** Huile visible dès la dépose du tambour.

##### Cas 2 :

La fuite est suffisamment importante pour que l'huile soit visible sans avoir à repousser le joint cache poussière.



**Figure 4.15** Joint à cache poussière (huile visible)

### Cas 3 :

Le cas le plus fréquent, il faut repousser le joint cache poussière afin de constater une éventuel fuite du cylindre récepteur



**Figure 4.16** Joint cache poussière de cylindre de roue.

#### **4.11. Révision régulière du système de freinage**

Le système de freinage comprend plusieurs éléments, dont les disques ou plaquettes ou tambours, et le liquide. Il est important de ne pas rater la révision des freins et de bien lire le carnet d'entretien, qui vous livre toutes les informations qui y sont relatives, tableau 4.12.

**Tableau 4.12** Révision régulière du système de freinage

<b>Éléments</b>	<b>Mesure à prendre</b>	<b>Année ou kilométrage</b>
Liquide de freins	Vérifier	10 000 km
Disques de freins	Vérifier	20 000 km
Plaquettes de freins avant	Remplacer	30 000 km
Plaquettes de freins arrière	Remplacer	30 000 km
Garniture de freins à tambour	Vérifier	60 000 km
Circuit de freinage	Vidanger	2 ans (ou 60 000 km)

#### **4.12. Interprétation**

Le travail élaboré dans ce chapitre nous a permis d'analyser les types des défaillances les plus affectant le bon fonctionnement du véhicule et pouvant causer une insécurité routière. Le choix de notre étude de cas s'est porté au niveau de l'agence « SARL Pomaria service » en utilisant la méthode de « PARETO » et l'analyse « AMDEC ». Les résultats de notre travail ont bien montré que le cylindre de roues est l'organe le plus défaillant et il demande plus de surveillance et d'inspection que les autres organes de freinage.

La mise en application de cette étude de fiabilité à partir des données d'exploitation, sert pour le bon choix d'une politique de la maintenance appliquée. L'étude a été menée par les outils développés d'analyse afin d'aider l'ingénieur à déterminer l'organe critique qui risque de causer des accidents mortels et nuire à la sécurité routière. La prévision faite par l'exploitation de la méthode « AMDEC » et les données d'exploitation montre que le cylindre de roue est responsable de la majorité des défaillances au niveau du freinage des véhicules automobiles et du blocage des pistons responsables de l'action des mâchoires.

#### **Conclusion**

Le travail élaboré dans cette thèse nous a permis d'évaluer la fiabilité, des organes des véhicules automobiles et leur optimisation par des outils développés de simulation de la dégradation. il n'existe pas des méthodes normalisée pour déterminer la fiabilité des systèmes et par conséquent le choix de la méthode à appliquer repose sur l'état de l'équipement, sur la grandeur des équipements, sur les moyens disponibles et sur les données recueillies de l'exploitation.

Dans notre travail, nous avons étudié et appliqué les lois utilisée en optimisation ainsi que les différentes méthodes pour déterminer les paramètres de fiabilité qui caractérisent le degré de défaillance des systèmes mécaniques et permet bien de suivre l'état des équipements afin de bien choisir le type de la maintenance à appliquer. Sur la base d'une étude bibliographique et sur des données d'exploitation, nous avons relevé des facteurs essentiels pour le calcul de la fiabilité des organes dégradés au niveau des véhicules de transport:

Le recueil des données est souvent difficile, il dépend essentiellement de l'organisation et la gestion de la maintenance des véhicules. La méthode d'analyse des défaillances dont les systèmes mécaniques est de plus en plus complexe et innovante. Le choix de la méthode pour

l'évaluation de la fiabilité dépendra des objectifs fixés et des outils disponibles. On a déduit dans notre étude les systèmes mécaniques les plus défaillants, ainsi que les organes les plus critiques, dont leur dégradation incrimine la sécurité routière et des personnes.

Les outils d'analyse comme « PARETO » et « AMDEC » ont permis de déterminer le degré de criticité et les paramètres de dégradation. Le travail a été validé par des outils numériques afin de bien situer notre analyse et les résultats trouvés montrent une très bonne corrélation. Les données sont recueillies sur site au niveau de l'agence de contrôle technique « SARL Pomaria service » et elles ont prouvé la conformité avec la réalité pratique et les normes de sécurité. En termes de perspective on souhaite intégrer au niveau des véhicules un système numérique informatisé pour détecter les différents défaillances en temps réel afin d'anticiper le risque de la dégradation et les accidents routiers qui ne cessent d'augmenter d'année en année en nombre de dégâts humains et matériels.

## **Bibliographie**

[1] <http://www.enacta.org>,

[2] Journal officiel de la république algérienne N°65 (11 jomada el oula 1419 – 2 September 1998, [3] Manuel de formation des contrôleurs techniques de véhicules automobiles ministère des transports Etablissement national de contrôle technique automobile.

[4] Historique de « Sarl Pomaia service-Tlemcen», historique 2003,

[5] Documentation établissement national de contrôle Technique Automobile, 2012,

[6] Dispositions réglementaires de l'article 140 de la loi "Décret N° 88-06 du 19 janvier 1988, fixant les règles de la circulation routière",

[7] Dispositions réglementaires de l'article 124 de la loi "Décret N° 88-06 du 19 janvier 1988, fixant les règles de la circulation routière",

[8] Dispositions réglementaires de l'article 97-98 de la loi "Décret N° 88-06 du 19 janvier 1988, fixant les règles de la circulation routière",

[9] François Monchy «Maintenance, méthode et Organisation » édition "Usine Nouvelle", Paris, 2004, [10] Tebbi Ouahiba « Estimation des lois de fiabilité en mécanique par les essais accélérés » Thèse de doctorat. École Doctorale, Angers, 2005,

[11] Vilfredo Pareto « Cours d'économie politique » Lausanne, Switserzland ; 1896,

[12] Jean Foucher « Pratique de l'AMDEC » Edition, "Dunod", Paris, 2004,

[13] Bufferne Jean « La fiabilité des équipements industriels», technologie 161 ; avril 2009,

- [14] Patrick Lyonnet « Ingénierie sur la fiabilité » édition "Lavoisier", 2006,
- [15] David Smith « Fiabilité et risque en maintenance » édition "Usine nouvelle", Paris, 2006,
- [16] Documentation de Sarl pomaia service Tlemcen ; Bilan d'activité Globale 2012,
- [17] Documentation de Sarl pomaia service Tlemcen ; Bilan d'activité Globale 2013,
- [18] Documentation de Sarl pomaia service Tlemcen ; Bilan d'activité Globale 2014,
- [19] F.AUDRY, P.TAILLARD, la démarche de l'analyse fonctionnelle académie de ver seille, 2010 P19. [20] Zwingelstein, G. Diagnostic des défaillances. Hermès, Paris, 1995