



Université Mentouri Constantine1
Faculté des Sciences de la technologie
Département Génie des Transports



Cours L3 IT

Maintenance des parcs roulants

Partie 1/3

Pr. M.S. BOULAHLIB

Constantine 2010

Sommaire

- Chapitre 01 : Introduction a la maintenance.
- Chapitre 02 : Concept de la maintenance.
- Chapitre 03 : Le conducteur et son véhicule.
- Chapitre 04 : Contrôle technique automobile en Algérie.
- Chapitre 05 : Méthodes d'analyses.
- Chapitre 06 : Documentation technique.
- Chapitre 07 : Moteurs à combustion interne.
- Chapitre 08 : Identification du véhicule.
- Chapitre 09 : Organisation du garage.
- Chapitre 10 : Devis.
- Chapitre 11 : Bon de commande.
- Chapitre 12 : Planification des réparations.
- Chapitre 13 : Facturation.
- Chapitre 14 : Service Apres Vente.

CHAPITRE 1
INTRODUCTION A
LA MAINTENANCE

Objectifs

- **Connaître les concepts de base de la maintenance.**
- **Connaître et prendre en compte les contraintes de la maintenance.**
- **Donner des éléments d'une politique de maintenance.**

Modalités:

- **Un support de cours.**
- **Des exercices d'applications.**
- **Un contrôle.**
- **Un mini projet**

EVOLUTION DE L'« HOMME » DE MAINTENANCE

Le technicien de maintenance des années
80



Le poly maintenicien des années 90...



EVOLUTION DE L'« HOMME » DE MAINTENANCE

Dans les années 2000-....



LES MÉTIERS DE LA MAINTENANCE

Exemples de postes débutants

- **Responsable entretien et maintenance**
- **Responsable maintenance d'un grand groupe**
- **Chef d'entretien**

Exemples de postes expérimentés

- **Responsable entretien – travaux neufs**
- **Chef de département maintenance industrielle dans une société de service spécialisée en maintenance**
- **Ingénieur études de maintenance**

Exemples de postes en secteurs spécifiques

- **Dans le secteur bancaire**
- **Dans les transports**

MISSIONS DE LA MAINTENANCE

- **Dépenses de la maintenance:**
 - **Coût total**
 - **Pertes de production**
- **Service rendu**
 - **Quantité**
 - **Qualité**

OBJECTIFS DE LA MAINTENANCE

La fonction maintenance est responsable

- Du diagnostic permanent des équipements et installations.
- De la réparation et de la remise en état de l'élément lorsqu'elles se exposent nécessaires,
- De la réalisation des travaux neufs d'installation ou d'aménagement jugés convenables.
- La disponibilité et la durée de vie du produit.
- La sécurité des hommes et des produits
- La qualité des produits
- Aspects commerciaux
- La protection de l'environnement
- Amélioration des conditions de travail
- L'optimisation des coûts de maintenance
- Etc.

Les activités de la maintenance

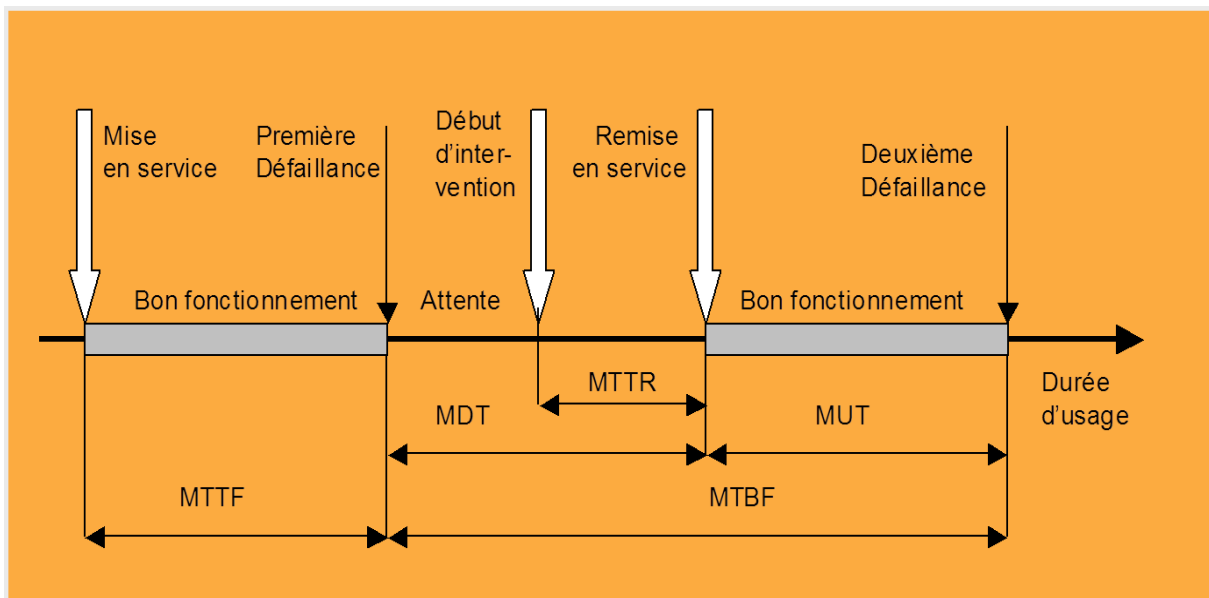
- L'inspection
- La surveillance
- La réparation
- Le dépannage
- L'amélioration
- La modification
- La révision
- La reconstruction

CHAPITRE 2
CONCEPTS DE LA
MAINTENANCE

Définitions

- Cette fonction consiste à faire revenir ou à maintenir tout dispositif dans son état de fonctionnement normal.
- Elle traduit la probabilité de remettre un système en état de fonctionner, en un temps donné, dans des conditions données et en retrouvant la fiabilité initiale.
- Augmenter la maintenabilité d'un produit c'est le rendre plus facilement réparable
- Elle traduit la probabilité de remettre un système en état de fonctionner, en un temps donné, dans des conditions données et en retrouvant la fiabilité initiale.
- Augmenter la maintenabilité d'un produit c'est le rendre plus facilement réparable.

LES TEMPS EN MAINTENANCE



- **MTTF** : Temps moyen avant première défaillance
- **MTBF** : Temps moyen entre deux défaillances successives
- **MTTR** : Temps moyen de réparation
- **MTD** : Moyenne des temps d'arrêt
- **MUT** : Temps moyen avant la deuxième défaillance

Critères de maintenabilité :(MTTR) et μ

1. **MTTR (Mean Time To Repair) moyenne des temps de réparation:**

$$\text{MTTR} = \frac{\text{Somme des temps de réparation}}{\text{Nombre de réparation}}$$

2. **Taux de réparation μ :**

Si μ est constant au cours du temps alors

$$\mu = 1/\text{MTTR}$$

Exemple

Une pompe a injection sur Bus SNVI de l'ETUS EL KALA a fonctionnée pendant 10 000 heures avec 7 pannes dont les durées (ou temps de réparation) respectives sont : 4 2,5 6 12 1,5 36 et 3,5 heures.

Calculez la valeur du MTTR.

Solution

$$\text{MTTR} = \frac{4 + 2.5 + 6 + 12 + 1.5 + 36 + 3.5}{7} = \frac{65.5}{7} = 9.357 \text{ heures}$$

$$\mu = \frac{1}{\text{MTTR}} = \frac{1}{9.357} = 0.1069$$

DIFFÉRENTS TYPES DE MAINTENANCE



Effectuée après
une défaillance ou
une panne.



**Maintenance
Corrective**
Les inconvénients

Les avantages

DIFFÉRENTS TYPES DE MAINTENANCE (2)



Effectuée dans le but de réduire la probabilité de défaillance d'un produit, avant qu'une panne de plus en plus probable ne se produise



Maintenance Préventive

Les avantages

DIFFÉRENTS TYPES DE MAINTENANCE (3)

- **Maintenance systématique: maintenance préventive effectuée selon un calendrier établi.**

Exemple:

- Dés échanges: Huile, Filtre, Roulement, Contacteur, ...
- Des réglages: Jeux mécanique, Tension de courroie, ...
- Des contrôles: Niveau, Serrage, ...

- **Maintenance systématique: maintenance préventive effectuée selon un calendrier établi.**

Exemple:

- Dés échanges: Huile, Filtre, Roulement, Contacteur, ...
- Des réglages: Jeux mécanique, Tension de courroie, ...
- Des contrôles: Niveau, Serrage, ...

- **Maintenance conditionnelle**

Maintenance préventive dépendant d'une mesure ou d'une information révélatrice de l'état de dégradation du produit.

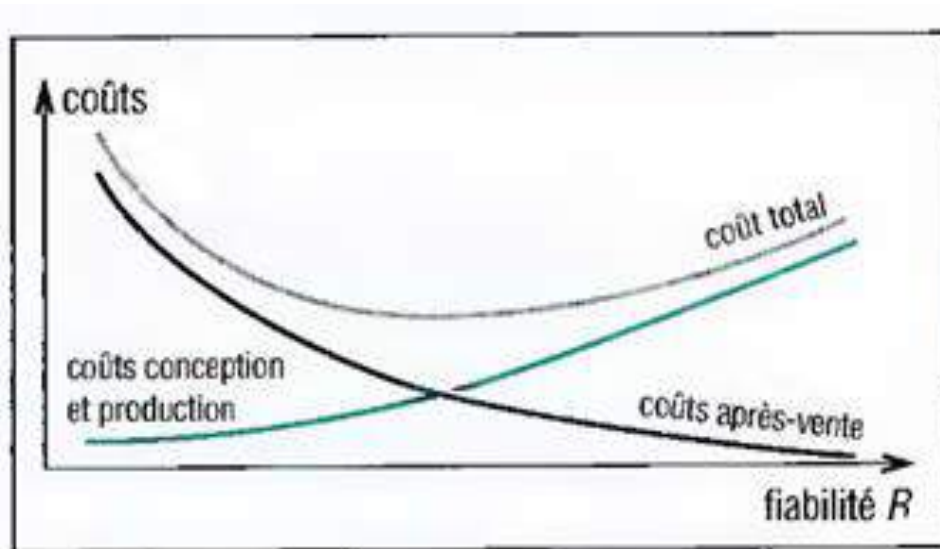
- **Inconvénients: Chères (moyens de surveillance, capteurs, ...)**

- **Exemple:**

- Plaquettes de freins sur véhicule,
- Remplacement des pneumatiques (par usure),
- Remplacement d'une courroie (par visites)

FIABILITÉ

La fiabilité caractérise l'aptitude d'un système ou d'un matériel à fonctionner sans incidents pendant un temps donné.



- La fiabilité d'une machine a tendance à diminuer avec le nombre de ses composants. Plus les composants sont nombreux ou complexes et plus la fiabilité est difficile à maîtriser.
- Une très haute qualité pour chaque composant n'entraîne pas nécessairement une grande fiabilité.
- Fiabilité (R): c'est la probabilité ($0 \leq R \leq 1$)

Définitions

- Le taux de défaillance (λ) est un indicateur de fiabilité qui représente:
 - Le nombre de défaillances par heure.
 - Le pourcentage de défaillances pour 1000 heures...
 - La durée de bon fonctionnement = durée totale en service - durée des défaillances

TEMPS MOYEN ENTRE DÉFAILLANCES

- Si λ est constant: $MTBF=1/\lambda$

$$MTBF = \frac{\text{somme des temps de fonctionnement entre les } n \text{ défaillances}}{\text{nombre des temps de bon fonctionnement}}$$

● Exemple:

Une pompe a injection sur Bus SNVI a fonctionnée pendant 10 000 heures en service continu avec 07 pannes dont les durées respectives sont:

4-2,5-6-12-1, 5-36-3,5 heures.

Calculer son MTBF.

$$\text{MTBF} = \frac{10\ 000 - (4 + 2,5 + 6 + 12 + 1,5 + 36 + 3)}{7}$$

$$= \frac{10\ 000 - 65,5}{7} = \frac{9\ 934,5}{7} = 1\ 419,2 \text{ heures}$$

$$\lambda = \frac{7}{9\ 934,5} = \frac{1}{\text{MTBF}} = 0,000\ 7 \text{ défaillance par heure}$$

Fiabilité d'un système constitué de plusieurs composantes montées en série

FIABILITÉ D'UN SYSTÈME CONSTITUÉ DE PLUSIEURS COMPOSANTES MONTÉS EN SÉRIE

Cas de 4 composants connectés en série.

● a) cas général:



$$R_s = (R_1).(R_2).(R_3)...(R_N)$$

Si les n composants sont identiques et tous de même fiabilité R :

$$R_s = (R)^n$$

Exemple 1

Un système de freinage est constitué des quatre composants suivants montés en série:

- Un servofrein ($R=0,95$),
- Fluide hydraulique ($R=0,99$),
- Plaquettes de freinage ($R=0,97$),
- Ensemble pneu-disque ($R=0,98$).

Quelle est la fiabilité globale?

Solution

$$R_s = 0,95 \times 0,99 \times 0,97 \times 0,98 = 0,894$$

$$R_s = 89,4\%$$

Exemple 2

Un véhicule est constituée de 2000 composants montés en série ayant tous la même fiabilité (très élevée) $R= 0,9999$.

- Quelle est la fiabilité globale?
- Quelle est la fiabilité globale si le nombre de composant est divise par 2 ?

Solution

- $R_s = (R)^n = (0,9999)^{2000} = 0,817$

$$R_{s2000} = 82\%$$

- $R_s = (0,9999)^{1000} = 0,9048$

$$R_{s1000} = 90,5\%$$

Cas de taux de défaillances ($\lambda_1 \lambda_2 \lambda_3$) constants

cas de composants différents	cas de composants identiques
$R_s = e^{-(\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_n) \cdot t}$	$R_s = e^{-n\lambda t}$
$MTBF_s = \frac{1}{(\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_N)}$	$MTBF_s = \frac{1}{n\lambda}$
$\lambda_s = \lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_n$	$\lambda_s = n\lambda$

Exemple 3

Soit quatre composants en série dont les taux de pannes constants respectifs pour 1000 heures de fonctionnement sont: $\lambda_1=0,052$; $\lambda_2=0,056$; $\lambda_3=0,042$ et $\lambda_4=0,047$.

1) Quelle est la probabilité pour que le système survive jusqu'à 5000 heures?

A 5000 heures correspond $t=5$ (λ est exprimé pour 1000 heures)

Solution

$$\bullet R(5) = e^{-(0,052+0,056+0,042+0,047) \cdot 5} = e^{-(0,197) \cdot 5} = e^{-0,985}$$

$$R(5) = 37,3\%$$

$$\bullet \lambda = 0,052 + 0,056 + 0,042 + 0,047 = 0,197$$

$$\lambda = 19,7\%$$

de défaillances pour 1000 heures de fonctionnement.

• Quelle est la valeur du MTBF_s de l'ensemble?

$$MTBF_s = \frac{1}{0,052 + 0,056 + 0,042 + 0,047} = \frac{1}{0,197}$$

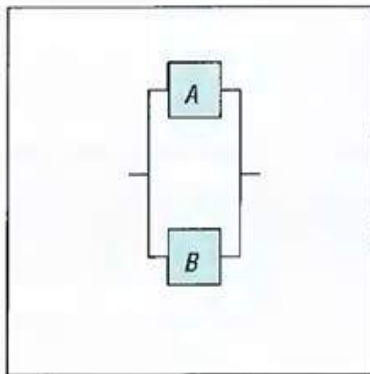
$$MTBF_s = 5,08$$

Fiabilité d'un système constitué de composants montés en parallèle

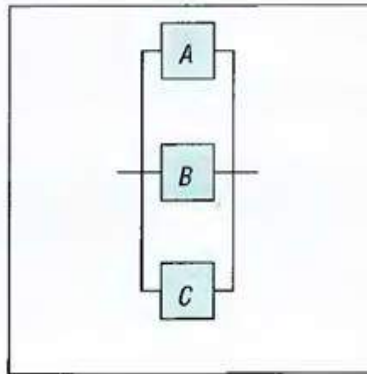
- a) cas général: si F_i est la probabilité de panne d'un composant, la fiabilité associée R_i est son complémentaire : $F_i=1-R_i$.
- La probabilité de panne F_p et la fiabilité R_p de l'ensemble des n composants en parallèle sont données par :

$$F_p = (F_1).(F_2)...(F_n) = (1 - R_1)(1 - R_2)...(1 - R_n) \quad ; \quad R_p = 1 - (1 - R_1)(1 - R_2)...(1 - R_n)$$

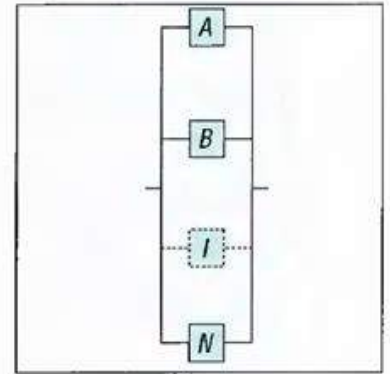
Si les n composants sont identiques et tous de même fiabilité R : $R_p = 1 - (1 - R)^n$



4. Deux composants en parallèle.



5. Trois composants en parallèle.



6. n composants en parallèle.

EXEMPLE 4

Soit 03 composants identiques de même fiabilité ($R=0,75$) connectés en parallèle.

Quelle est la fiabilité globale?

Solution

$$R_p = 1 - (1-R)^n$$

$$R_p = 1 - (1-0,75)^3 = 1 - (0,25)^3 = 1 - 0,0156$$

$$R_p = 0,984$$

- si on souhaite une fiabilité globale de 99%, quelle doit être la fiabilité R' de chaque composant?

$$R_p = 0,990 = 1 - (1-R')^3 = (1-R')^3 = 0,010$$

$$\text{Donc } 3 \cdot \ln(1-R') = \ln(0,010)$$

$$\text{Alors } R' = 0,7846$$

$$R' = 78,5\%$$

CAS DE TAUX DE DÉFAILLANCES ($\lambda_1 \lambda_2 \lambda_3$) CONSTANTS

Cas général: $R_p(t) = 1 - (1 - e^{-\lambda_1 t})(1 - e^{-\lambda_2 t}) \dots (1 - e^{-\lambda_n t})$

Cas de n composants identiques (tous de même taux de pannes λ) :

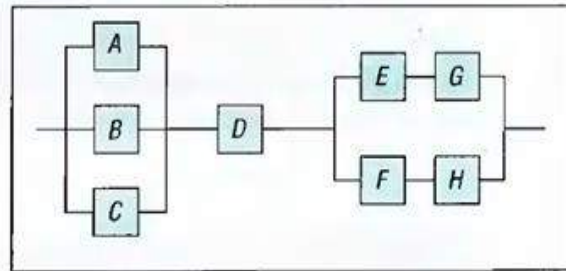
$$R_p(t) = 1 - (1 - e^{-\lambda t})^n$$

$$MTBF_s = \frac{1}{\lambda} \left[1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \dots + \frac{1}{n} \right]$$

COMBINAISONS DE COMPOSANTS EN SÉRIE ET EN PARALLÈLE

C'est la combinaison des deux cas précédents.

Exemple : les trois composants A, B et C étant identiques, déterminons la fiabilité R_e de l'ensemble (fig. 7). Les fiabilités respectives des composants sont indiquées dans le tableau ci-dessous.



7. Combinaisons de composants en parallèle et en série.

Composants	A	B	C	D	E	F	G	H
Fiabilités	0,65	0,65	0,65	0,96	0,92	0,89	0,87	1

$$R_e = [1 - (1 - 0,65)^3] \cdot [0,96] \cdot [1 - (1 - 0,92 \cdot 0,87)(1 - 0,89 \cdot 1)]$$

$$= 0,957 \cdot 0,96 \cdot 0,978 = 0,899 \text{ (environ 90 \%)}$$

CHAPITRE 3
LE CONDUCTEUR
ET SON VEHICULE

Véhicule automobile

Une automobile est un véhicule terrestre à roues, propulsé par un moteur embarqué dans le véhicule.



- Ce type de véhicule est conçu pour le transport sur route de personnes,
- mais sa définition peut s'étendre jusqu'au transport de marchandises ainsi que jusqu'à des véhicules pouvant fonctionner sur tous terrains.

L'étymologie du mot explique cette variété de définitions, puisque le terme provient :

- du grec: αὐτός (soi-même),
- et du latin mobilis (mobile),

Référence au caractère auto-propulsé de l'automobile qui la distingue de la voiture.

L'automobile est un moyen de transport personnel parmi les plus répandus actuellement sur la planète.

Sa capacité habituelle de transport est généralement de cinq personnes, mais peut varier de une à neuf places.

- L'usage limite l'emploi du terme automobile aux véhicules de dimensions inférieures à celle des bus et des camions, mais englobe parfois les véhicules utilitaires légers à usage personnel.
- Bien qu'étant des véhicules automobiles, les deux-roues motorisés ne sont pas classés parmi les automobiles.

Technique

- **Le principe de l'automobile consiste à placer sur un châssis roulant un groupe motopropulseur et tous les accessoires nécessaires à son fonctionnement.**
- **Ces éléments sont contrôlés par le conducteur via des commandes, souvent sous forme:**



Volant



pédales



tachymètre

Permettent la conduite et le contrôle de l'automobile.

- **Formée par :**

- **un châssis**
- **une carrosserie qui constitue un habitacle fermé muni de sièges permettant le transport de personnes,**
- **un moteur à combustion interne.**



Châssis SNVI K120
Rouiba



Carrosserie Mercedes
Rouiba



Moteur EMO F4L912
Constantine

● **Un ou plusieurs moteurs électriques peuvent fonctionner**

avec un moteur thermique,

voire le remplacer.



(Véhicule Hybride)
Toyota Prius



BMW I3

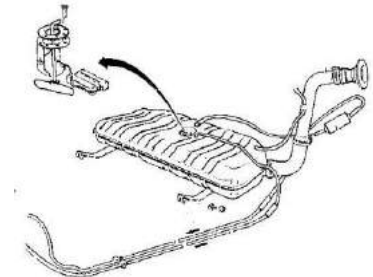
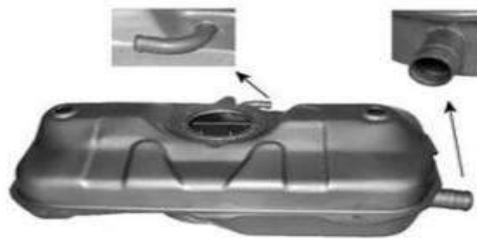


Renault Zoe

● **Formée par :**

- **un châssis**
- **une carrosserie qui constitue un habitacle fermé muni de sièges permettant le transport de personnes,**
- **un moteur à combustion interne.**

Un réservoir permet le stockage du carburant nécessaire au fonctionnement du moteur



Le conducteur et son automobile: système de propulsion



“Traction avant”



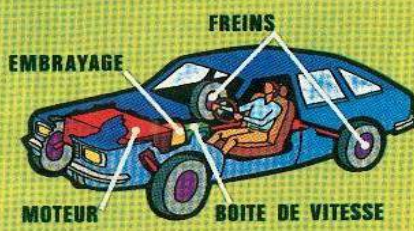
“Propulsion arrière”
Moteur arrière



“Propulsion arrière”
Moteur avant

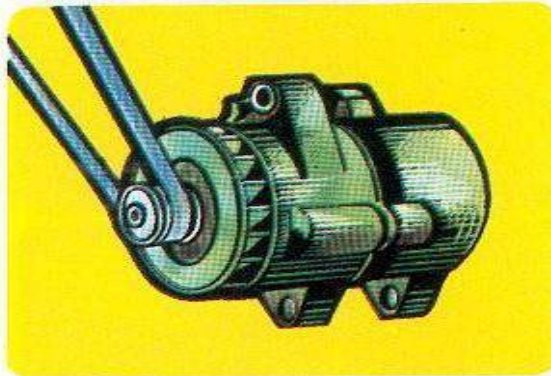
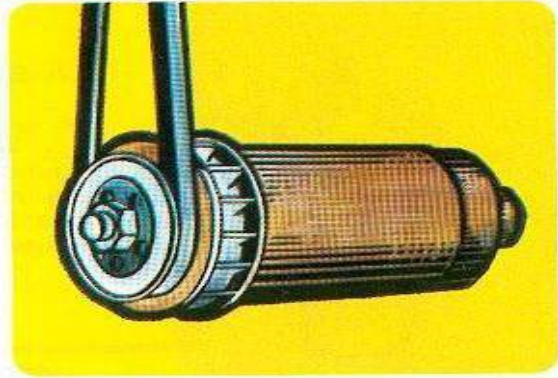
LE CONDUCTEUR A SON VOLANT

Confortablement assis à son volant, le conducteur contrôle la puissance et la vitesse du moteur. Il peut débrayer, embrayer, changer les vitesses, freiner, etc. Les commandes du véhicule contiennent et amplifient ses gestes.



LA DYNAMO

La dynamo sert à recharger les accumulateurs (batterie) en énergie électrique, elle est entraînée par une courroie.



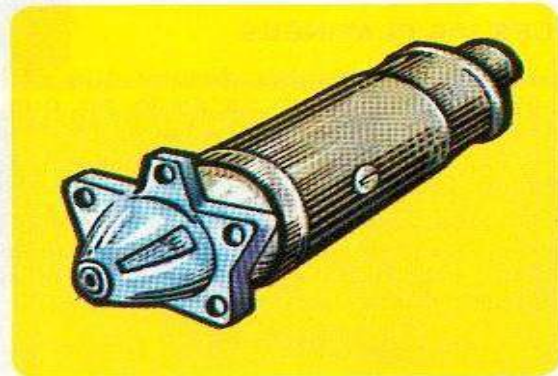
L'ALTERNATEUR

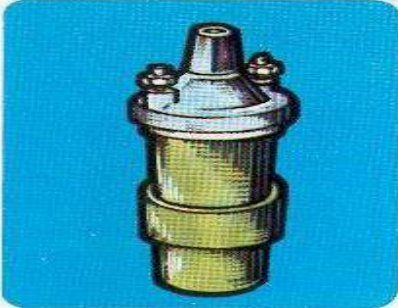
L'alternateur est une dynamo plus performante fournissant du courant électrique à charge constante même à bas régime.

LE DEMARREUR

Le démarreur est un petit moteur électrique. Son énergie est fournie par la batterie lorsque vous actionnez la clé de contact, le courant s'établit entre le démarreur et la batterie, à ce moment là le démarreur tourne et entraîne le moteur.

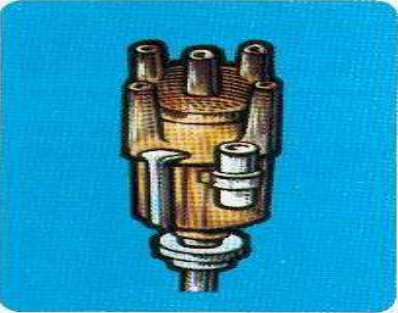
De tous les accessoires électriques, c'est le démarreur qui décharge le plus vite la batterie.





LA BOBINE

La bobine est un transformateur de courant électrique. Elle produit, à partir du courant basse tension de la batterie, un courant à haute tension. Ce courant à haute tension va à l'allumeur.



L'ALLUMEUR

L'allumeur permet de distribuer le courant à chaque bougie. Il est muni d'un rupteur de courant (vis platinée).

LES VIS PLATINÉES

Les vis platinées doivent être vérifiées tous les 10 000 km, à seule fin que leur écartement soit correct.

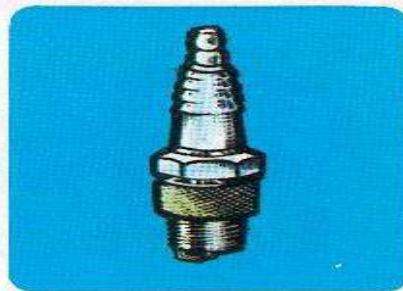
L'avance à l'allumage doit être également vérifiée tous les 10 000 km.

Une avance d'allumage dérégulée peut vous entraîner une consommation supérieure de 10 % et provoquer une usure supplémentaire du moteur.



LA BOUGIE

La bougie placée sur la chambre de combustion produit une étincelle qui enflamme les gaz comprimés, c'est ce que l'on appelle l'explosion.



Les bougies peuvent s'encrasser. Vous pouvez, pour prolonger leur vie, les nettoyer à l'aide d'une brosse métallique.



Après ce nettoyage, vérifiez et réglez l'écartement des électrodes, à l'aide d'un jeu de cales. L'écartement entre les électrodes doit être environ de 5/10.

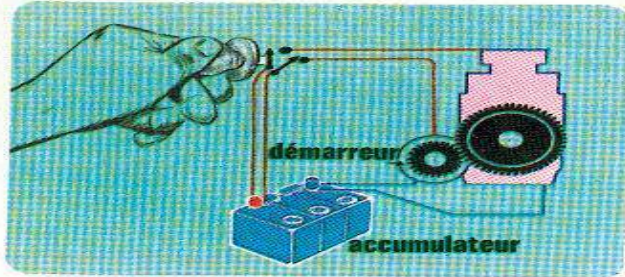
LA BATTERIE

La batterie d'accumulateurs emmagasine l'électricité fournie par la dynamo ou l'alternateur et permet d'avoir une réserve de courant électrique, qui est restituée pour les besoins du véhicule. Vérifiez régulièrement son niveau.

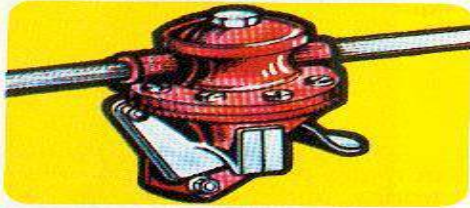


LA CLÉ DE CONTACT

En tournant la clé de contact, on met d'abord en circuit l'allumage du moteur : l'étincelle pourra se produire aux bougies. Ensuite, on lance le moteur grâce au démarreur qui est un petit moteur électrique.

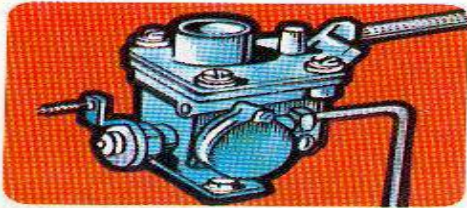


L'ALIMENTATION



LA POMPE A ESSENCE

La pompe à essence aspire l'essence dans le réservoir et la refoule dans le carburateur.

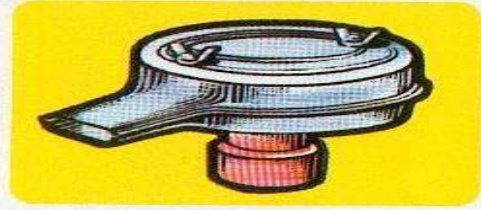


LE CARBURATEUR

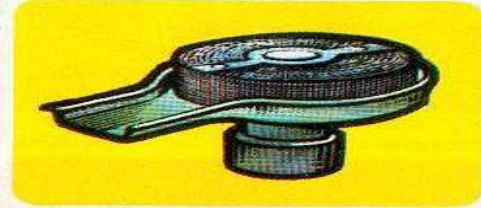
Le carburateur alimenté par la pompe à essence permet de réaliser le mélange air, essence : l'air par aspiration, l'essence par pulvérisation.

LE FILTRE A AIR

Le filtre à air placé au-dessus du carburateur permet d'éliminer toutes les poussières.

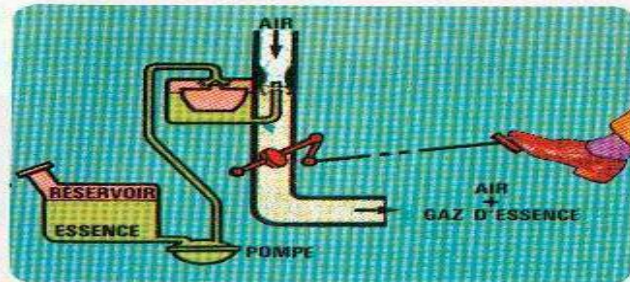


Le filtre à air s'encrasse assez vite ce qui empêche l'air de passer. Il est recommandé de le nettoyer tous les 10 000 km. S'il est très sale, changez-le. Un filtre à air encrassé peut augmenter votre consommation d'essence de 20 %.

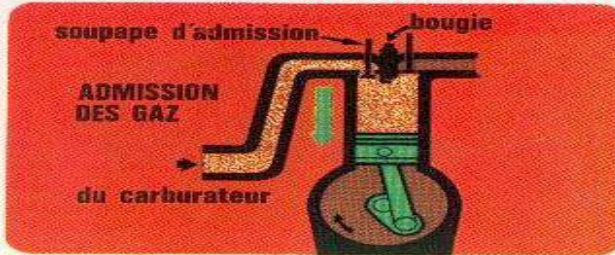


LA CARBURATION

Le carburateur vaporise l'essence et mélange les gaz d'essence à de l'air pour former un mélange explosif qui va aux cylindres. La pédale d'accélérateur, par l'intermédiaire du "papillon", permet de modifier le débit du mélange gazeux.



LES QUATRE TEMPS DU MOTEUR



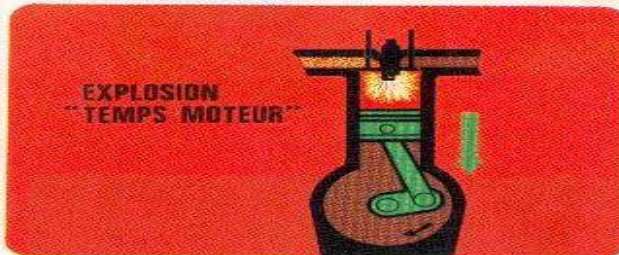
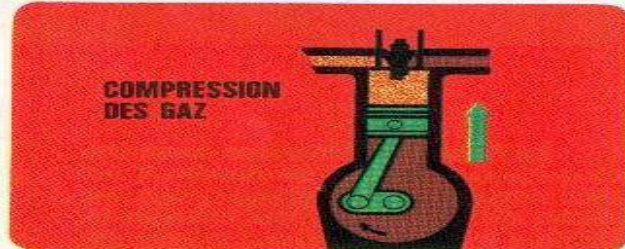
L'ADMISSION

A cause de l'inertie, le piston redescend et aspire des gaz frais. La soupape d'admission est alors ouverte.

COMPRESSION

Le piston remonte et comprime les gaz frais. Les deux soupapes sont fermées. Quand le piston est en haut, l'étincelle se produit : c'est à nouveau l'explosion et le cycle recommence.

Le cycle des 4 temps se produit 2.500 fois par minute environ, soit plus de 40 fois par seconde.



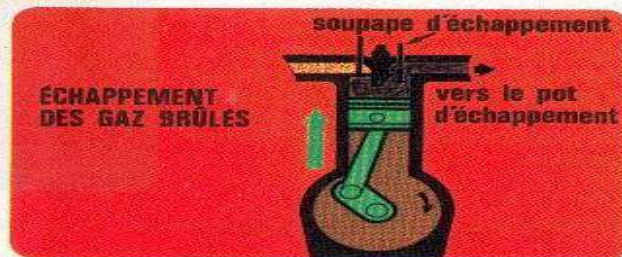
L'EXPLOSION

L'étincelle de la bougie enflamme le mélange gazeux qui explose et chasse le piston.

Les deux soupapes sont alors fermées.

L'ÉCHAPPEMENT

A cause de l'inertie, le piston remonte et chasse les gaz brûlés vers le pot d'échappement, par la soupape d'échappement alors ouverte.



LE REFROIDISSEMENT DU MOTEUR



Dans les cylindres, quand l'explosion se produit, les gaz sont portés à une température de l'ordre de $2\,000^{\circ}\text{C}$ à laquelle sont soumis les cylindres, les pistons et soupapes, faute d'être refroidis seraient portés à une température telle, que leur graissage serait impossible et leur mise hors d'usage très rapide. On refroidit les moteurs soit par air, soit en établissant une circulation d'eau autour des cylindres et de la culasse.

Dans ce dernier mode de refroidissement, l'eau perd sa chaleur dans un radiateur refroidi lui-même par l'air.

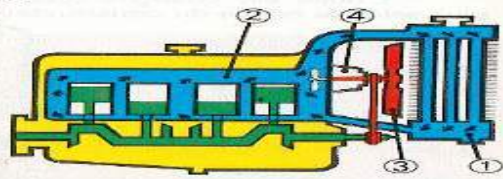
Le radiateur (1) est l'organe de réserve d'eau dans lequel celle-ci est refroidie.

Les chemises d'eau (2) enveloppent les cylindres et la culasse. Elles sont reliées au radiateur par des tubes en caoutchouc appelés durites. La circulation d'eau se fait par thermo-siphon ou par pompe.

Le ventilateur (3) est une hélice entraînée par une courroie. Le ventilateur aspire l'air à travers le radiateur et le refoule vers le moteur.

La circulation de l'eau s'effectue sous l'action d'une pompe (4) dont son rôle est d'augmenter la vitesse de circulation d'eau dans le circuit de refroidissement.

Pendant l'hiver, l'eau risque de geler et faire éclater le moteur lorsque celui-ci ne tourne pas. C'est pourquoi on ajoute de l'antigel dans l'eau du radiateur.

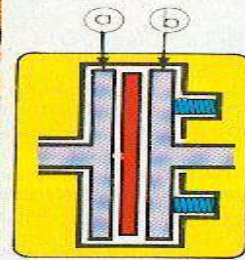
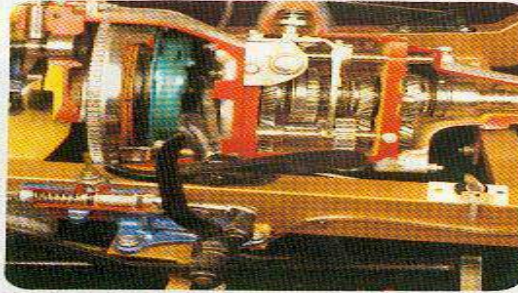


L'EMBRAYAGE

En tournant, l'arbre du moteur entraîne un volant (a) contre lequel des ressorts puissants appliquent fortement un plateau (b) ; cet ensemble constitue l'embrayage.

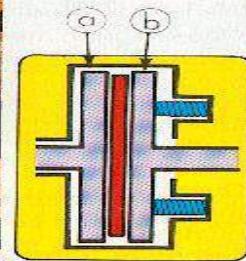
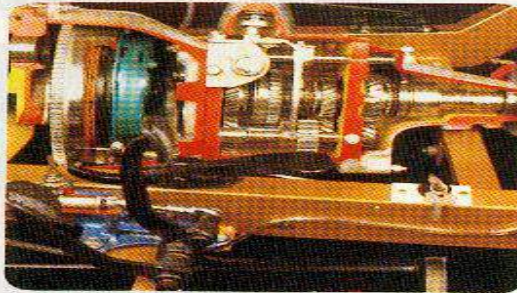
POSITION DÉBRAYÉE

Lorsque j'enfonce la pédale d'embrayage avec le pied gauche, je me trouve en position débrayée. Je comprime les ressorts, le plateau s'écarte du volant, il n'est plus entraîné par le moteur.



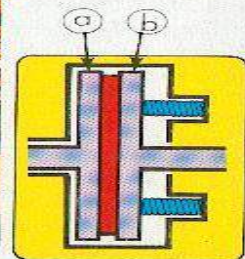
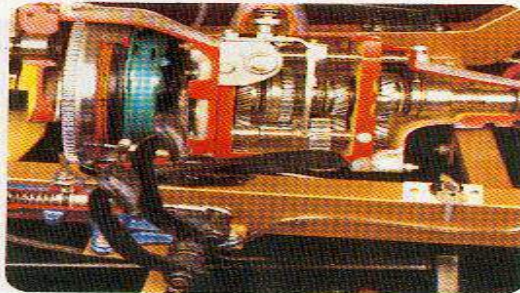
POSITION PATINAGE

Je laisse revenir progressivement la pédale vers le haut, les ressorts poussent le plateau vers le volant moteur en frottant légèrement, je suis en position patinage.



POSITION EMBRAYÉE

J'ai retiré mon pied de la pédale d'embrayage. Le plateau d'embrayage est solidaire du volant moteur, je suis en position embrayée.



LA BOITE DE VITESSES

La boîte de vitesses contient :

- un arbre primaire qui est relié à l'embrayage,
- un arbre secondaire qui est solidaire des roues motrices ; c'est sur

l'arbre secondaire que couissent les pignons de différentes tailles,

- un arbre intermédiaire permettant une plus grande démultiplication.

LA POSITION POINT MORT

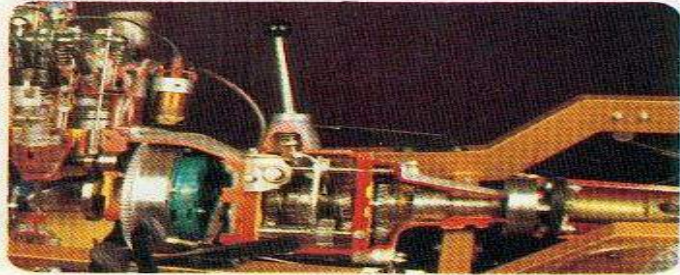
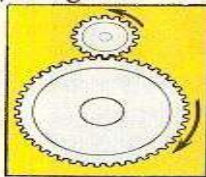
L'embrayage entraîne le pignon moteur de la boîte de vitesses. Ce pignon n'entraîne pas le pignon qui transmet le mouvement aux roues, la boîte de vitesses est au "point mort".

Le mouvement n'est pas transmis.



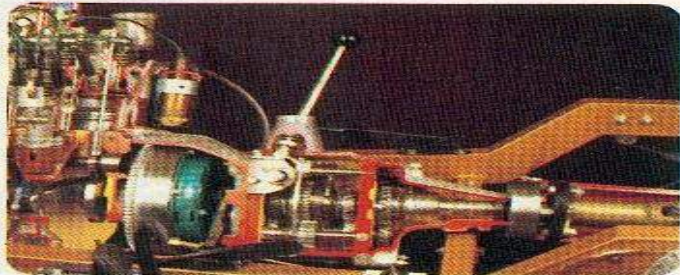
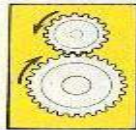
LA 1^{re} VITESSE

Le pignon moteur entraîne un pignon plus grand que lui, le moteur tourne vite et les roues lentement. Quand l'arbre moteur fait quatre tours, l'arbre de transmission ne fait qu'un tour.



LA 2^e VITESSE

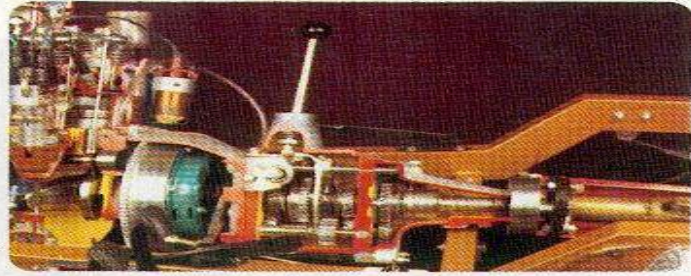
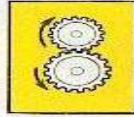
En deuxième, la différence entre les deux pignons est moins importante. Quand l'arbre moteur fait trois tours, l'arbre de transmission ne fait qu'un tour.



LA 3^e VITESSE

La différence de dimension entre les pignons engrenés est encore moins grande.

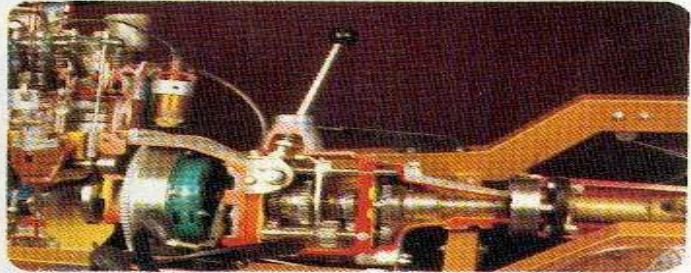
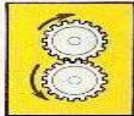
Quand l'arbre moteur fait deux tours, l'arbre de transmission ne fait qu'un tour.



LA 4^e VITESSE

(ou prise directe)

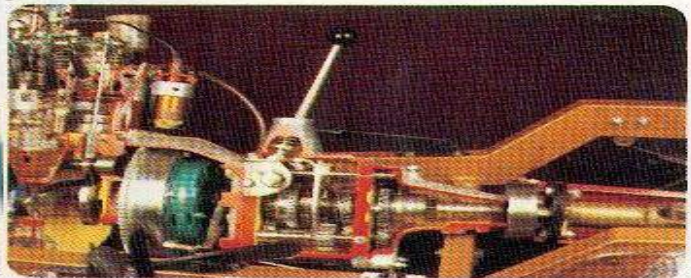
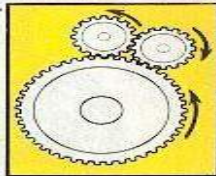
L'arbre de transmission tourne à la même vitesse que l'arbre moteur.



Ces rapports de boîte de vitesses ne sont donnés qu'à titre indicatif et peuvent varier selon le type de véhicule ou, par exemple, si la quatrième est surmultipliée, c'est-à-dire que l'arbre de transmission tourne plus vite que l'arbre moteur.

LA MARCHE ARRIÈRE

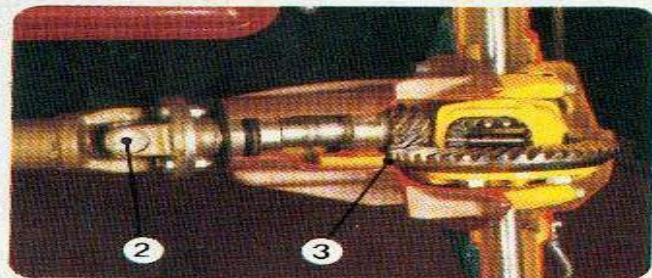
En marche arrière un pignon supplémentaire inverse le mouvement transmis aux roues.



LA TRANSMISSION

A la sortie de la boîte de vitesses se trouve l'arbre de transmission (1) relié au cardan (2), qui transmet le mouvement jusqu'au pont arrière (3).

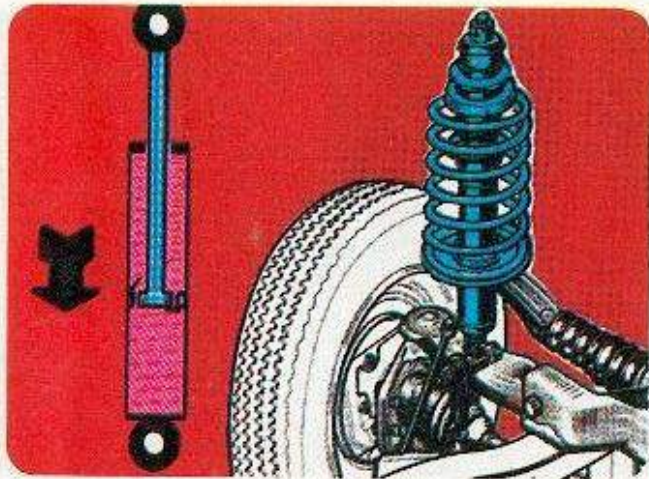
Le pont arrière transmet le mouvement aux roues.



LES AMORTISSEURS

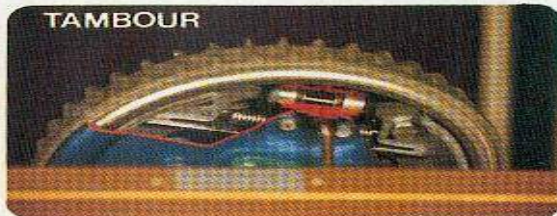
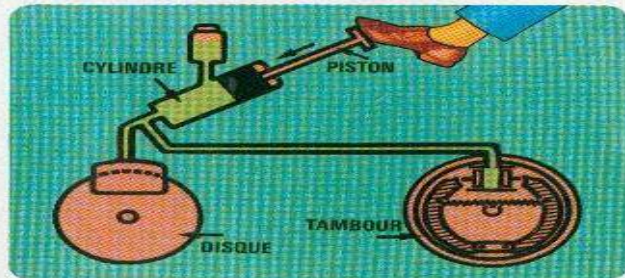
Le rôle des amortisseurs n'est pas seulement d'améliorer le confort des personnes transportées.

Ils interviennent aussi dans la tenue de route du véhicule. La sécurité dépend donc de leur bon fonctionnement.



LE FREINAGE

Quand on appuie sur la pédale de frein, l'huile spéciale est chassée dans les canalisations et actionne le frein à tambour en écartant les segments, ou le frein à disque en serrant les plaquettes.



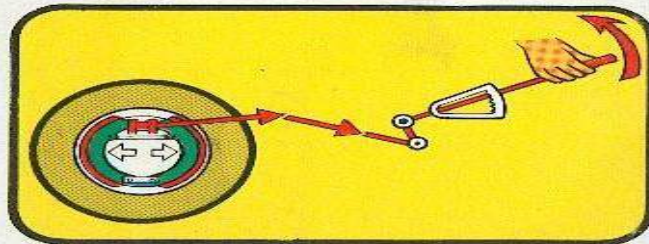
Dans le système de freins tambour, la pression du liquide écarte les segments qui viennent frotter sur le tambour qui est solidaire de la roue.



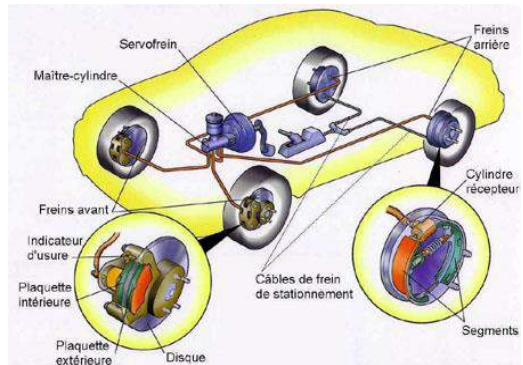
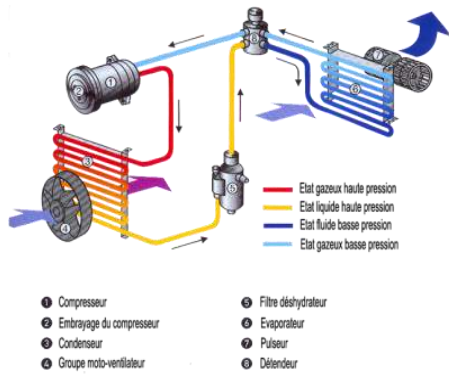
Dans le système de freins à disque, sous la pression d'huile deux plaquettes viennent se serrer sur le disque qui est solidaire de la roue.

LE FREIN A MAIN

Un levier tire sur des câbles métalliques qui appliquent les mâchoires de frein contre les tambours, bloquant ainsi les roues arrière.



- Des éléments de confort (climatisation, autoradio, ...) et de sécurité (éclairage, ABS, ...) sont des accessoires en nombre toujours croissant.



Chapitre 4
Contrôle Technique
Automobile
en Algérie

1. Généralités

1.1. Historique

La notion de contrôle technique est introduite dans la **réglementation européenne** en **1976**, par la directive 77/143/CEE du Conseil.

Les directives européennes **96/96/CE**, **2009/40/CE** et **2010/48/CE** précisent les conditions d'organisation de ces contrôles. La directive **2014/45/UE**, applicable au plus tard en mai 2018, prévoit l'harmonisation des contrôles au niveau de tous les pays de l'union européenne

Le contrôle technique périodique des véhicules légers en **France** est obligatoire depuis le **1er janvier 1992**.

En **Algérie** c'est l'article 43 de la loi n° 01-14 du 29 Joumada El Oula 1422 correspondant au 19 août 2001 et 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 qui introduit le CTA.

1.2. Introduction

La mise en œuvre du contrôle technique périodique et obligatoire des véhicules de transport en commun de personnes et de marchandises, impose la définition précise de l'ensemble des contrôles et vérification au cours des visites d'inspection.

La réglementation technique des véhicules ayant été considérablement développée et la technologie s'étant diversifiée, les contrôles à réaliser sur un véhicules automobile doivent être clairement établis afin de déceler d'éventuelles déficiences de l'état ou du fonctionnement des principaux organes et équipement susceptibles de compromettre la sécurité du véhicule en circulation.

Ces contrôles donnent une information sur l'état général du véhicule lors de sa présentation à la visite d'inspection, mais ne permettent en aucun cas de fournir une information complète et précise sur le niveau d'usure des organes.

Seul un contrôle approfondi faisant appel au démontage de certains éléments de ces organes permettrait d'apprécier l'étendue d'usure de ces derniers.

C'est pourquoi il est devenu indispensable de préciser le contenu des visites de contrôle technique, dont la durée est nécessairement limitée et d'établir une liste limitative des opérations à effectuer.

Les contrôles portent sur tous les organes et équipement relatifs à la sécurité, mais aussi sur les systèmes essentiels au fonctionnement du véhicule tel que :

- le moteur,
- la transmission,
- la carrosserie.

2. Le contrôle technique des véhicules

Le Ministère des travaux publics et des transports est chargée 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, par des agents contrôleurs qualifiés et dûment habilités.

2.1 Définition

Le contrôle technique est une opération de vérification de toutes les pièces usées des différents organes d'un véhicule et son aptitude à circuler sans danger sur la route par un agent qualifié et agréé.

Le contrôle technique peut prendre la forme d'un :

- contrôle périodique,
- contrôle non-périodique,
- contre-visite

tels que prévus par les dispositions du décret. [15]

Il peut être effectué auprès de n'importe quelle des agences de contrôle publiques ou privées agréées réparties sur le territoire Algérien.

2.2. Contrôleur technique

Le contrôleur technique automobile :

- **vérifie** la conformité des véhicules aux **critères de sécurité** définis par le ministère des transports.
- est subordonné à l'obtention préalable d'un **agrément** délivré par le **ministre chargé des transports**.

Toute personne qui sollicite un **agrément** en qualité de **contrôleur technique** de véhicules automobiles doit remplir les conditions suivantes :

- Agé de plus de **19 ans**.
- Jouir de ses **droits civils et civiques**.
- Justifiant d'un niveau de **technicien supérieur** dans le **domaine de l'automobile**.
- Suivre le **stage de formation** de contrôleur technique de véhicules automobiles **organisé par l'ENACTA** :
 - **500 heures** pour un postulant justifiant au moins d'un **niveau de TS**.
 - **150 heures** où le postulant jouit d'une expérience professionnelle de **cinq (05) années** au moins dans le domaine du contrôle technique ou de la maintenance automobile. [17]

2.3. Objectifs du contrôle technique des véhicules

Conformément aux dispositions de l'article 43 de la loi n° 01-14 du 29 Joumada El Oula 1422 correspondant au 19 août 2001 susvisée, le contrôle technique des véhicules automobiles est obligatoire.

Il a pour objectifs notamment :

- la prévention et la sécurité routière,
- la contribution à la réduction des accidents de la route et du coût induit pour la collectivité nationale,
- la préservation de la santé publique et la protection de l'environnement,
- l'accroissement de la durée de vie du parc national de véhicules automobiles,
- le contrôle des émissions polluantes. [18]

Le contrôle technique permet de prévenir les risques de dysfonctionnement techniques et mécaniques.

L'un des objectifs du contrôle technique est d'assainir le parc automobile Algérien et ainsi d'optimiser la sécurité routière.

Il remplit parfaitement cet objectif en limitant les véhicules dangereux en circulation.

C'est donc un réel gage de sécurité sur la route.

Le contrôle technique a également un objectif environnemental. En effet, le niveau de pollution est mesuré à chaque contrôle technique.

Pour les véhicules utilitaires de plus de **04 ans**, une visite complémentaire permettant de mesurer les émissions polluantes est obligatoire chaque année.

Enfin, les camping-cars sont également soumis à ce type de visite antipollution tous les deux ans. [19]

3 Etablissements Nationale de Contrôle Technique Automobiles « ENACTA »

Le présent décret a pour objet de réaménager les statuts du Centre national pour l'étude et la recherche en inspection technique automobile (CNERITA) créé par le décret exécutif n°91- 78 du 16 mars 1991 susvisé, et de modifier sa dénomination en Etablissement national de contrôle technique automobile, par abréviation (ENACTA).

3.1 Présentation de l'ENACTA

L'établissement national du control technique automobile est un établissement public à caractère industriel et commercial doté de la personnalité moral et de l'autonomie financière, créé par décret exécutif n°91-78 du mars 1991 modifié par décret exécutif n°98-271 Du 29 aout 1998. [16]

3.2 Taches de l'ENACTA

L'ENACTA est placé sous la tutelle du ministre chargé des transports.

Il est chargé de :

- de procéder à l'homologation des véhicules présentés comme prototype d'une fabrication en série ou titre isolé ;
- de procéder à l'homologation des équipements destinés aux véhicules ;
- d'effectuer la réception technique des véhicules ;
- de réaliser ou de faire réaliser le contrôle périodique des véhicules automobiles ;
- d'inspecter les agences de contrôle technique périodique des véhicules ;
- de définir des méthodes, le plus appropriées relatives aux visites technique, visant à assurer les meilleures conditions des sécurités et de prévention des accidents imputables aux défaillances mécaniques ;
- de participer à l'élaboration de réglementation relative à la construction des véhicules ;
- d'instruire les dossiers de demande d'agrément des agents de CTA;
- de proposer, en tenant compte de l'évolution technique automobile, toute mesure destinée à améliorer les normes de construction des véhicules ;
- de mettre en place les laboratoires destinés à effectuer les essais nécessaires à l'accomplissement de sa mission ;
- de centraliser, de traiter et de diffuser les informations relatives aux visites technique ;
- de diffuser, sur tous supports, l'information relative à l'entretien des véhicules et de leurs équipements. [20]

4. Entreprises de contrôles techniques

La création d'une agence de contrôle technique de 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 de contrôle technique automobile "ENACTA". [16]

4.1. Conditions de création une agence de contrôle technique

L'agrément est délivré pour une durée de **dix (10) ans** renouvelable, à toute personne physique ou morale de droit algérien remplissant les conditions suivantes :

- **âgé** de plus de **dix-neuf (19) ans** ;
- jouir de ses **droits civils et civiques** ;
- justifié d'une **aptitude professionnelle** en qualité de contrôleur CTA ;

- disposé d'**installations et d'équipements** appropriés en rapport avec l'activité de contrôle technique de véhicules automobiles ;
- disposer des **moyens financiers** nécessaires à la création et l'exploitation d'une agence de contrôle technique des véhicules automobiles.

Toute personne physique ou morale qui désire créer une agence de contrôle technique des véhicules automobiles en vue de son exploitation doit adresser une demande en deux (02) exemplaires au ministre chargé des travaux publics et des transports.

Lorsqu'elle émane d'une **personne physique**, la demande doit mentionner :

- l'état civil,
- la profession,
- le domicile du demandeur,
- l'adresse du siège de ses activités.

Lorsqu'elle est présentée au nom d'une **personne morale**, la demande doit mentionner :

- la dénomination sociale,
- la forme juridique,
- l'adresse du siège social, l'état civil, et le domicile du ou des représentants légaux, seuls habilités à présenter la demande. [21]

4.1.1. Personnes physiques

La **demande d'agrément** doit être accompagnée des **documents suivants** pour les **personnes physiques** :

- un extrait de l'acte de naissance du demandeur ainsi que celui de la personne devant répondre aux conditions d'aptitude le cas échéant ;
- un extrait du casier judiciaire (bulletin n° 3) daté de moins de trois (3) mois du demandeur ainsi que celui de la personne devant répondre aux conditions d'aptitude le cas échéant ;
- un certificat de nationalité algérienne ;
- une copie certifiée conforme du titre de propriété ou de location des installations destinées à abriter l'agence de contrôle ;
- un plan de situation et un plan de masse de l'agence ;
- le cahier des charges relatif aux modalités de création et d'exploitation d'une agence de contrôle technique de véhicules automobiles dûment renseigné, signé par le demandeur et portant la mention "lu et approuvé" ;
- un constat d'huissier de justice déterminant les dimensions et la situation des installations ;
- les justificatifs de l'existence des moyens financiers nécessaires à la création et à l'exploitation de l'agence ;
- un état prévisionnel de recrutement et de formation des contrôleurs ;
- la justification que le demandeur ou la personne qu'il présente à cet effet satisfont aux conditions d'aptitude professionnelle définies ci-dessus. [15]

4.1.2 Pour les personnes morales

Les statuts de la personne morale ;

- L'ampliation de la délibération au cours de laquelle ont été désignés le président et, éventuellement, le directeur général ou le gérant, à moins que ceux-ci ne soient statutaires, ainsi que leur acte de naissance ;
- Du contrôle technique des véhicules automobiles.
- les justificatifs de l'existence des moyens financiers nécessaires à la création et à l'exploitation de l'agence ;
- la justification que le directeur général ou le gérant statutaire satisfait aux conditions d'aptitude définies ci-dessus.
- Lorsque ceux-ci ne répondent pas à ces conditions, la personne morale doit présenter la justification qu'elle bénéficie de la collaboration permanente et effective d'une personne physique répondant à ces conditions.
- un extrait du casier judiciaire (bulletin n°3) daté de moins de trois (3) mois du directeur général ou du gérant statutaire ;
- un certificat de nationalité du directeur général ou du gérant statutaire ;
- une copie certifiée conforme du titre de propriété ou de location des installations destinées à abriter l'agence de contrôle ;
- un plan de situation et un plan de masse de l'agence ;
- le cahier des charges relatif aux modalités de création et d'exploitation d'une agence de contrôle technique de véhicules automobiles dûment renseigné, signé par le demandeur et portant la mention "lu et approuvé" ;
- un constat d'huissier de justice déterminant les dimensions et la situation des installations ;
- un état prévisionnel de recrutement et de formation des contrôleurs. [15]

4.1.3. Refus

Le refus d'agrément L'agrément peut être refusé notamment :

- Si les conditions nécessaires à sa délivrance ne sont pas réunies
- Si l'enquête menée par les services de sécurité est rendue défavorable ou lorsqu'il y a objection d'une administration ou d'une institution de l'Etat.
- Si le demandeur a déjà fait l'objet d'un retrait définitif d'agrément pour la création et l'exploitation d'une agence de contrôle technique de véhicules automobiles. [15]

4.2. Installation et équipements des stations de contrôle technique

- L'agence de contrôle doit être implantée dans un site disposant de **voies d'accès** adaptées aux véhicules automobiles contrôlés.
- Elle doit être localisée :
 - Dans une **zone industrielle**.
 - Ou à la **périphérie des zones urbaines**.
- Elle doit notamment disposer des locaux suivants :
 - **Bureaux administratifs** (gestion, informatique, accueil, secrétariat...).
 - **Locaux techniques** (zones de contrôle, ...).
 - **Aménagements annexes** (vestiaires, sanitaires, parking...).

4.2.1 Bâtiment

Les lignes de contrôle doivent être implantées dans des bâtiments couverts, susceptibles d'être maintenus hors gel et répondre aux dimensions suivantes :

4.2.1.1 Dimensions des lignes de contrôle

TYPE DE LIGNE	CATEGORIE DE VEHICULES	LARGEUR (m)	LONGUEUR (m)	HAUTEUR (m)
VL/VU	Véhicules d'un PTAC inférieur ou égal à 3,5 tonnes	15	4	3
PLA	Véhicules d'un PTAC supérieur à 3,5 tonnes et inférieur ou égal à 19 tonnes	20	5	6
PLB	Véhicules d'un PTAC supérieur à 19 tonnes	35	5	6

Tableau 1: dimensions des lignes de contrôle

4.2.1.2 Dimensions des agences de contrôle

TYPE D'AGENCE	Zone de contrôle	Bureau administratif	Bureau technique	Parking et aires de manœuvres	Zone total
VL/VU	60 m ²	25 m ²	25 m ²	290 m ²	400 m ²
PLA	100 m ²	25 m ²	25 m ²	850 m ²	1000 m ²
PLB	175 m ²	27 m ²	27 m ²	1275 m ²	1500 m ²

Tableau 2: Dimensions des agences de contrôle

Toute exploitation d'une ligne supplémentaire nécessite l'addition d'une superficie minimale, ainsi que le type de station.

Type d'agence	Zone de contrôle	Zone ajouté
VL/VU	60m ²	200 m ²
PLA	100 m ²	500 m ²
PLB	175 m ²	750 m ²

Tableau 3: Dimensions de la superficie minimale ajouté

4.2.2 Appareils de contrôle technique

4.2.2.1 Plaque de ripage

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**.



Figure 1. Plaque de ripage

4.2.2.1.1 Définitions

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, constitué d'une plaque d'acier qui se déplace latéralement sur des roulements à billes.

4.2.2.1.2 Conception générale

La plaque de ripage se compose de deux plaques (l'une fixe et l'autre mobile), 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.

Elle 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.

II.4.2.2.1.3 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 être avancé 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 générale l'avant gauche), puis sur la deuxième roue. [22]

4.2.2.1.4 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 technique du véhicule.
- Traiter les données.
- Afficher et, éventuellement, éditer les résultats de contrôle.
- Donner toutes informations utiles à l'opérateur au cours de l'essai. • Les paramètres qui doivent être affichés sont :
 - La dérive de l'essieu avant ;
 - La dévire de l'essieu arrière ;
 - Les valeurs mesurées sont données en m/km :
 1. Une valeur positive(+) indique un pincement du train
 2. Une valeur négative(-) indique une ouverture de train

4.2.2.2 Banc de suspension

Le système 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-donnée que cette diminution est effectué lentement.

Un contrôle précis permet de reconnaître les suspensions défectueuses et de la remplacer.

Ce contrôle est effectué au moyen d'un équipement appelé « **banc de suspension** ».



Figure 2. Banc de suspension

4.2.2.2.1 Conception générale

Le banc de suspension est un appareil qui est conçu pour le contrôle des amortisseurs de 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 uniforme.
- Conducteur à bord.
- Positionnement correct du véhicule sur la ligne.

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.

II.4.2.2.2 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 déterminées à partir de la force d'appui statique et la force d'appui dynamique :

Force d'appui statique :

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

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 la fréquence de fonctionnement du banc de suspension correspond à celle de la suspension du véhicule.

4.2.2.2.3 Efficacité de suspension

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

$$\text{Efficacité \%} = \frac{\text{Force d'appui dynamique minimum}}{\text{Force d'appui statique}}$$

4.2.2.2.4 Dissymétrie des roues d'un même essieu

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

$$\text{Dissymétrie} = \frac{\text{Efficacité maximum}}{\text{Efficacité minimum}}$$

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

- L'effort d'appui statique en daN ;
- L'effort 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 suivant :

Efficacité %	Observation
0_20	véhicule défectueux
21_40	véhicule moyen
41_60	véhicule bon
Supérieur à 60%	véhicule excellent

Tableau 4: valeurs limitent l'efficacité de suspension

La dissymétrie doit être supérieure à 30%.

4.2.2.3 Banc de freinage

Dans l'esprit de chacun, le dispositif de freinage se résume par une pédale et des freins.

En réalité, c'est un mécanisme complexe surtout pour les véhicules lourds qui nécessitent des dispositifs de qualité et un grand degré de résistance et de fiabilité, notamment en matière d'étanchéité des circuits pneumatiques (air) ou hydrauliques (huile).

Pour tester l'efficacité d'un système de freinage on effectue des essais sur banc.

Le banc d'essai de freinage permet de contrôler la performance du système de freinage en atelier qui réduit allégrement l'espace réservé aux essais.



Figure 3: Banc de freinage

4.2.2.3.1 Type de banc d'essai de freinage :

a) Les freinomètre à plaques.

b) 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.

Ils ont composés 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 freinomètre 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 4 : freinomètre à rouleaux

c) 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 exprimée en pourcentage.

$$\lambda = (VR - Vr)/VR$$

Où :

- λ : Glissement [%] ;
- Vr : vitesse de roue [m/s] ;
- VR : vitesse de rouleau [m/s].

4.2.2.3.2 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.

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 déca Newton (daN), relevées dans les conditions suivantes sont affichées et mémorisées automatiquement la mesure peut être effectuée 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 d la mesure par essieu, les force de freinage sont relevées lorsque l'une des roues de l'essieu atteint sa valeur maximale.

4.2.2.3.3 Méthode de contrôle

L'essai sera effectué successivement sur chaque essieu, moteur tournant à une vitesse nominale et 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).

a) Méthode de mesure du frein de service

- Actionner trois fois la pédale de frein pour mise en condition de température comme pendant une durée d'environ six (06) secondes chaque fois sans atteindre le déclenchement de l'arrêt automatique du banc ni le glissement maximal.
- Actionner la pédale de frein pour obtenir une montée régulière en pression des circuits.
- Poursuivre cette montée si possible, jusqu'au blocage de l'une des roues de l'essieu (si le blocage ne peut être obtenu, enregistrer à l'effort maximal atteint).

Apprécier l'importance des efforts exercés sur la pédale de frein

- Calculer en, suivant les formules préétablies, l'efficacité du freinage et comparer les résultats aux limites réglementaires admises (les essais pour l'essieu arrière sont conduits de la même manière.
- L'efficacité du frein de service doit être en générale, égale ou supérieure à 50 % pour les véhicules particuliers et à 45 % pour les véhicules utilitaire.

b) Méthode de mesure du déséquilibre par essieu

Actionner la pédale de frein pour obtenir une montée régulière en pression des circuits ;

Poursuivre cette montée si possible, jusqu'au blocage de l'une des roues de l'essieu ;

Calculer en suivant les formules préétablies, le déséquilibre entre les roues d'un même essieu et comparer les résultats aux réglementaires limites admises.

Important :

Le calcul du déséquilibre entre roues d'un même essieu doit s'effectuer au seuil de blocages, c'est-à-dire à l'instant où la première roue atteint sa force de freinage maximale.

Le déséquilibre par essieu doit être en générale, inférieure à 30%.

c) Méthode de mesure du frein de stationnement

- Actionner le dispositif de commande pour obtenir une montée régulière en pression des circuits,
- Poursuivre cette montée si possible, jusqu'au blocage de l'une des roues de l'essieu
- Noter la valeur enregistrée sur chaque roue au seuil de ce blocage (ou, a défaut pour une traction maximum sur le levier) ;
- Calculer suivant les formules préétablies, l'efficacité du freinage et comparer résultats aux limites réglementaires admises.

L'efficacité du frein de service doit être en général, supérieure à 18 %.

d) Méthode de mesure du frein de secours

- Actionner le dispositif de commande pour obtenir une montée régulière en pression des circuits ;
- Poursuivre cette montée si possible, jusqu'au blocage de l'une des roues de l'essieu ;
- Noter la valeur enregistrée sur chaque roue au seuil de ce blocage (ou à défaut pour une traction maximum sur le levier) ;
- Calculer en, suivant les formules préétablies, l'efficacité du freinage et comparer résultats aux limites réglementaires admises.

L'efficacité du frein de service doit être en général, supérieure à 25 %. [21]

4.2.2.4 Plaques à jeux

Les plaques à jeux permettant de détecter les jeux existants entre les organes de suspension et de direction.



Figure 5: Plaque à jeux

4.2.2.4.1 Conception générale

Les plaques à jeux sont constituées de deux plaques encastrées à déplacement alternatif suivant deux directions orthogonales, elles mettent en évidence la majeure partie des défauts de la direction et de la suspension tout comme les mauvaises fixations des roues ou tambours de frein.

Les plaques sont équipées chacune d'un jeu de deux vérins alimentés par un groupe hydraulique et sont pilotées par une lampe torche halogène, soit par liaison radio, soit par liaison filaire.

Elles permettent d'effectuer un contrôle visuel rapide des jeux sur un essieu de poids lourd (fusée, pivots, suspension, articulation, roulement, ...etc.).

Les vérins hydrauliques assurent un déplacement à 45° pour examiner les jeux transversaux et longitudinaux.

4.2.2.4.2 Méthode de contrôle

a) Contrôle préliminaire

Pour préparer le véhicule au contrôle, il est utile de contrôler l'état d'usure des pneus ainsi que la pression de gonflage, positionner les roues de l'axe du véhicule à contrôler au centre des plaques à jeux et bloquer les roues.

b) Méthode de contrôle

Le contrôle par les plaques à jeux se limite à l'essieu avant :

- Pour vérifier le fonctionnement normal de la direction, on braque le véhicule de bout en bout (la portée de direction n'est pas interrompue par un frottement avec d'autres pièces ou autres obstacles) ;
- Actionner les plaques pour contrôler l'existence de jeux au niveau des amortisseurs (ancrage, rotules, les bars oscillant) et des lézardes éventuelles des tôles sur la coque portante :
 - Sans freiner les roues (pour voir le comportement de la roue) ;
 - avec les roues freinées (elles deviennent solidaires d'autres organes et on voit le comportement de l'ensemble).

Les analyses et les contrôles visuels sont laissés à l'appréciation de l'opérateur qui pourra les saisir dans l'unité centrale selon les prescriptions des normes en vigueur, afin de les imprimer dans le rapport final. [21]

4.2.2.5 Réglo-phares

Les feux des véhicules ne doivent pas **éblouir** (aveugler) les personnes des véhicules roulant en sens inverse. Ils doivent être réglés d'après les directives légales en vigueur, un mauvais réglage des feux est une cause estimée d'accident, un réglage des feux :

- **trop élevé, éblouit** et met en danger les véhicules roulant en sens inverse,
- **trop bas, le rayon d'action est insuffisant.**

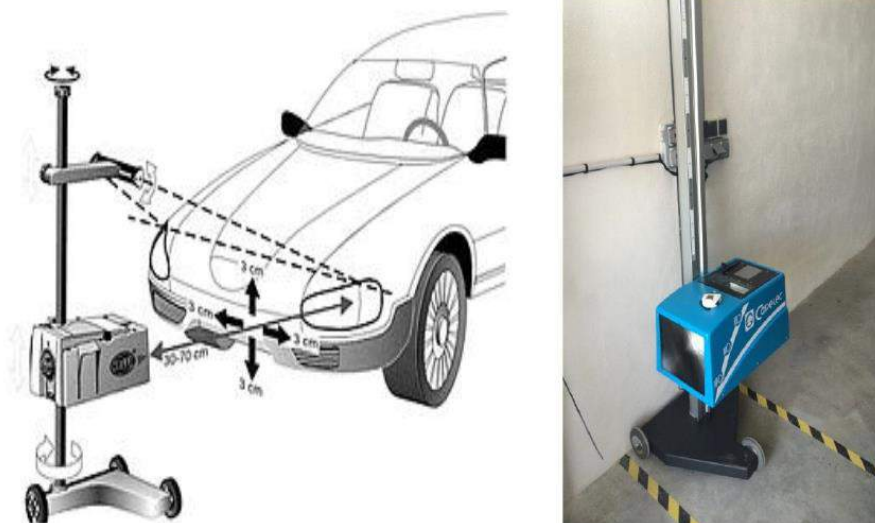


Figure 6 : Un réglo-phares

Pour évaluer les performances d'éclairage des véhicules, ainsi que le réglage des feux, on utilise un dispositif de contrôle appelé :

réglo-phare.

Les informations fournies par ce dispositif donnent des indications sur l'éclairage et le réglage correct des feux d'éclairages en contrôlant les feux de croisement :

- La présence de la coupure ;
- L'inclinaison verticale du faisceau de croisement.

4.2.2.5.1 Définitions

- **Sol d'appui** : surface délimitée sur laquelle sont placés les véhicules pour mesurer ou vérifier l'orientation des faisceaux lumineux émis par leurs projecteurs.
- **Plan de référence** : plan caractérisant le sol d'appui
- **Direction du véhicule** : direction parallèle au plan de référence et au plan longitudinal médian du véhicule placé sur le sol d'appui
- **Projecteur** : dispositif d'éclairage capable d'émettre au moins un faisceau de route, un faisceau de croisement ou un faisceau antibrouillard, mais avec un réglage unique, même s'il peut émettre plusieurs faisceaux
- **Axe de faisceau** : axe de référence selon les prescriptions de forme de faisceau
- **Axe de référence** : axe caractéristique du signal lumineux pour servir de référence ($H = 0^\circ$, $V=0^\circ$) aux angles de champ dans les mesures photométriques et dans l'installation sur le véhicule.
- **Centre de référence** : point d'intersection de l'axe de référence avec la surface extérieure de la lentille.

4.2.2.5.2 Conception générale

Le réglo-phare ou l'appareil de réglage des phares se compose de :

- Bloc optique avec luxmètre pour le contrôle et le réglage des feux de croisement route, antibrouillard ;
- Viseur pour positionner le bloc optique ;
- Voltmètre pour mesurer l'intensité des projecteurs et la tension d'un point quelconque du système électrique ;
- Colonne de guidage sur les roues ou coulissant sur les rails.

4.2.2.5.3 Méthode de contrôle :

Avant de procéder à tout mesurage, le contrôleur doit vérifier que :

- Les feux d'éclairage sont propres et fixés solidement sur le véhicule ;
- Les glaces sont non brisées ou fêlées en totalité ;
- Les réflecteurs ne sont pas frêtement corrodés ;
- Les feux d'éclairage sont symétriques en couleur, en forme et en dimensions. [21]

4.2.2.6. ANALYSEUR DE GAZ

L'analyseur de gaz est un instrument de contrôle technique qui permet de mesurer les composants des gaz d'échappement provenant d'un véhicule.



Figure 7 : analyseur des gaz

L'analyseur effectue simultanément la mesure des :

- Monoxyde de carbone CO ;
- Dioxyde de carbone CO₂ ;
- Hydrocarbures HC ;
- Oxygène O₂.
- Oxydes d'azote NO_x

Il permet de déterminer également des grandeurs supplémentaires suivantes :

- Le calcul du facteur lambda (O₂).

4.2.2.6.1 Conception générale

L'analyseur de gaz d'échappement doit être vérifié en matière de métrologie c'est dire sur la précision de mesure dans des tolérances d'erreur admise conformément à ses 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.

4.2.3 Matériel informatique

4.2.3.1 Dispositions générales :

Les équipements entrant dans la constitution de l'outil informatique d'une agence de contrôle technique des véhicules automobiles doivent comprendre au minimum :

- un poste micro-ordinateur (unité centrale, écran et clavier) ;
- un onduleur ;
- une imprimante ;
- un modem ;
- un poste micro-ordinateur de secours (en cas de panne du poste principal) ;
- un moyen de sauvegarde externe.

Le logiciel spécifique de gestion de l'agence de contrôle technique des véhicules automobiles est fourni par l'ENACTA à l'agence à titre onéreux.

Son installation et son suivi sont assurés par l'ENACTA.

Le logiciel doit assurer à tous les niveaux l'intégrité et la confidentialité des données (traitement, transmission et archivage).

4.2.3.2 Dispositions particulières

4.2.3.2.1 Produits pour saisie des informations :

Le logiciel pour saisie des informations sera tel que l'enregistrement des résultats des contrôles puisse être effectué en temps réel.

Les informations saisies comporteront ce qui suit :

- la date du contrôle effectué sur le véhicule,
- la nature de la visite (visite initiale, contre-visite),
- l'identification du contrôleur,
- l'identification du véhicule contrôlé,
- pour chacun des points de contrôle, l'indication des défauts constatés tels que définis par la réglementation relative à l'organisation du contrôle technique des véhicules automobiles.

4.2.3.2.2 Produit pour archivage et traitement local :

Le mode de transmission entre le terminal de saisie portable et le micro-ordinateur doit être fiable, robuste et rapide. Le logiciel doit être facile d'emploi et être prévu pour protéger les informations et gérer les erreurs éventuelles.

Ce produit doit, par ailleurs, permettre la saisie des informations donnant d'une part un identificateur de l'agence de contrôle et d'autre part une description complète du véhicule contrôlé à savoir :

- marque,

- type,
- immatriculation,
- date de première mise en circulation,
- puissance administrative,
- désignation commerciale,
- numéro de série,
- date d'établissement du certificat d'immatriculation,
- kilométrage.
- Le logiciel pour archivage et traitement local doit :
 - correspondre aux standards du marché micro-informatique en matière de probabilité,
 - permettre l'impression automatique du procès-verbal de contrôle,
- Le système est organisé pour :
 - rendre impossible toutes modifications des informations enregistrées une fois le procès-verbal de contrôle imprimé,
 - assurer l'intégrité des informations par des tests de cohérence internes au produit logiciel,
 - fournir une procédure spécifique pour rendre possible une nouvelle création des fichiers de données en cas de destruction fortuite.

4.2.3.2.3 Transfert des informations vers le centre de concentration des données de l'ENACTA :

Chaque agence de contrôle technique est tenue de transmettre régulièrement vers le centre de concentration des données, suivant une procédure définie par l'ENACTA, les informations relatives à l'exercice de l'activité de contrôle technique de véhicules. [19]

4.2.4 Le coût moyenne d'une station de contrôle technique :

Le coût moyen de la station estimée avec 02 lignes (Ligne VL / Ligne PL):

- Infrastructure : 10 000 000 DA ;
- Equipement technique : 6 000 000 DA ;
- Assistance technique : 1 000 000 DA ;

Total : 17 000 000,00 DA.

4.2.5 Le nombre d'utilisateurs au la station :

Le nombre d'utilisateurs en deux lignes (Ligne VL / Ligne PL):

- Gouvernance : 04
- Les utilisateurs techniques : 07
- Support pour les utilisateurs : 03

Total : 14

4.3 Réhabilitation des contrôleurs

Une Formation de base et aptitudes requises :

- Diplôme de technicien supérieur dans le domaine de l'automobile : mécanique, tôlerie, carrosserie, électricité automobile.

- Avoir suivi avec succès le stage de formation de contrôleur technique de véhicules automobiles organisé par l'ENACTA.
- La durée du stage de formation est fixée comme suit :
 - 500 heures pour un postulant justifiant au moins d'un niveau de technicien supérieur dans le domaine de l'automobile ;
 - 150 heures dans le cas où le postulant jouit d'une expérience professionnelle de cinq (5) années au moins dans le domaine du contrôle technique ou de la maintenance automobile. [15]

4.4 Le contrôle technique

4.4.1 Les lignes de contrôle

On distingue trois (3) types de lignes de contrôle :

- **Ligne VL/VU** : Destinée au contrôle des véhicules légers et des véhicules utilitaires d'un poids total autorisé en charge (PTAC) inférieur ou égal à 3,5 tonnes.
- **Ligne PLA** : Destinée au contrôle des véhicules d'un poids total autorisé en charge (PTAC) supérieur à 3,5 tonnes et inférieur ou égal à 19 tonnes.
- **Ligne PLB** : Destinée au contrôle des véhicules d'un poids total autorisé en charge (PTAC) supérieur à 19 tonnes.

Une agence de contrôle doit disposer d'un minimum de deux (2) lignes de contrôle.

Le nombre de lignes de contrôle est défini par le ministère des transports pour chaque wilaya compte tenu de la taille de son parc automobile. [20]

4.4.2 Périodicité des visites de contrôle technique

Les visites réglementaires doivent être effectuées conformément aux périodicités spécifiées ci-après :

Catégories de véhicules	Périodicité
Transport en commun de Personnes/ Taxis/ Auto écoles/Ambulances/Transport de matières dangereuses	-A la première mise en circulation - Chaque 06 mois.
Transport de marchandises (PTAC supérieur à 3.5tonnes)	- A la première mise en circulation - Chaque année.
Transport de marchandises (PTAC inférieur ou égal à 3.5 tonnes)	- A la première mise en circulation, - Tous les 2 ans pour les véhicules de moins de quatre (04) ans d'âge, - Tous les ans pour les véhicules de plus de quatre (04) ans d'âge
Véhicules de dépannage/Véhicules de location	- A la première mise en circulation, - Chaque année.
Véhicules Particuliers	- Tous les 2 ans pour les véhicules de moins de six (06) ans d'âge, - Tous les ans pour les véhicules de plus de six (06) ans d'âge.
Toutes les catégories de véhicules	- A chaque changement de propriétaire, -A chaque ré immatriculation du véhicule.

4.4.3 Les tarifs des prestations de contrôle technique des véhicules automobiles

4.4.3.1 Visite Périodique

Catégorie		H.T	T.V.A	T.P.F	Taxe C.T	T.T.C	Timbre	Net à Payer
Groupe 1	Véhicule particulier	642,57	109,24	48,19	200	1000	10	1010
	Véhicule de location (léger)	642,57	109,24	48,19	200	1000	10	1010
	Taxi	763,05	129,72	57,23	100	1050	10,5	1060,5
	Auto-école (léger)	763,05	129,72	57,23	100	1050	10,5	1060,5
	Ambulance (léger)	763,05	129,72	57,23	200	1150	11,5	1161,5
Groupe 2	Transport de marchandise (léger)	1060,5	163,85	72,29	200	1400	14	1414
	Transport de matières dangereuses (léger)	1 084,34	184,33	81,33	300	1650	16,5	1666,5
	Dépanneuse (léger)	1084,34	184,33	81,33	200	1550	15,5	1565,5
Groupe 3	Transport en commun de personnes (TCP)	1 285,14	218,47	96,39	300	1900	19	1919
	Auto-école (TCP)	1 405,62	238,96	105,42	100	1850	18,5	1868,5
Groupe 4	Transport de marchandise (lourd)	1 927,71	327,71	144,58	300	2700	27	2727
	Véhicule de location (lourd)	1 927,71	327,71	144,58	200	2600	26	2626
	Ambulance (lourd)	2 048,19	348,2	153,61	200	2750	27,5	2777,5
	Auto-école (lourd)	2 048,19	348,2	153,61	100	2650	26,5	2676,5
	Transport de matières dangereuses (lourd)	2 048,19	348,2	153,61	300	2850	28,5	2878,5
	Dépanneuse (lourd)	2048,19	348,2	153,61	200	2750	27,5	2777,5
Duplicata		160,64	27,31	12,05		200	5	205

Tableau 6: Les tarifs des prestations de contrôle technique des véhicules automobiles pour visite périodique

4.4.3.2 Contre-visite

	Catégorie	H, T	T, V, A	T, P, F	Taxe C. T	T, T, C	Timbre	Net à Payer
Groupe 1	Véhicule particulier	257,03	43,69	19,28	100	420,00	5,00	425,00
	Véhicule de location (léger)	257,03	43,69	19,28	100	420,00	5,00	425,00
	Taxi	257,03	43,69	19,28	50	370,00	5,00	375,00
	Auto-école (léger)	257,03	43,69	19,28	50	370,00	5,00	375,00
	Ambulance (léger)	257,03	43,69	19,28	100	420,00	5,00	425,00
Groupe 2	Transport de marchandise (léger)	385,54	65,54	28,92	100	580,00	5,80	585,80
	Transport de matières dangereuses (léger)	385,54	65,54	28,92	150	630,00	6,30	636,30
	Dépanneuse (léger)	385,54	65,54	28,92	100	580,00	5,80	585,80
Groupe 3	Transport en commun de personnes (TCP)	514,06	87,39	38,55	150	790,00	7,90	797,90
	Auto-école (TCP)	514,06	87,39	38,55	50	690,00	6,90	696,90
Groupe 4	Transport de marchandise (lourd)	771,08	131,09	57,83	150	1110,00	11,10	1121,10
	Véhicule de location (lourd)	771,08	131,09	57,83	100	1060,00	10,60	1070,60
	Ambulance (lourd)	771,08	131,09	57,83	100	1060,00	10,60	1070,60
	Auto-école (lourd)	771,08	131,09	57,83	50	1010,00	10,10	1020,10
	Transport de matières dangereuses (lourd)	771,08	131,09	57,83	150	1110,00	11,10	1121,10
	Dépanneuse (lourd)	771,08	131,09	57,83	150	1060,00	10,60	1070,60

Tableau 7: Les tarifs des prestations de contrôle technique des véhicules automobiles pour contre-visite

4.4.4 Comment préparer une visite technique

Les visites techniques sont effectuées auprès des agences de contrôle technique agréées à la diligence du propriétaire du véhicule et à ses frais au plus tard le dernier jour de l'expiration du procès-verbal de contrôle technique en cours de validité.

Avant la visite technique, il doit :

- Nettoyer le véhicule et tout particulièrement le châssis et le numéro de série frappé à froid sur le châssis ;
- Préparer les documents à présenter au contrôleur : L'original de la carte grise ou le récépissé de dépôt de dossier de demande de carte grise doivent être obligatoirement présentés avant chaque visite de contrôle ;
- Le procès-verbal précédent (ou le carnet d'entretien pour la première visite au niveau d'une agence de contrôle agréée) ;
- De plus, il est conseillé de vérifier :
 - La validité du ou des extincteurs ;
 - La validité des différentes épreuves ou visites (citernes ou flexibles), pour les transports de matières dangereuses ;
 - La validité du contrôle du taximètre pour les taxis. [22]

4.4.5 Les fonctions mécaniques vérifiées

Durant l'examen technique, le contrôleur effectue des vérifications sur 10 fonctions mécaniques de l'automobile, ce qui équivaut à 133 points de contrôle, dont 66 soumis à la contre-visite.

La voiture ne subit aucun démontage du moteur car il s'agit d'un examen axé sur les constatations visuelles du contrôleur,

Les 10 fonctions mécaniques vérifiées :

- L'identification de la voiture,
- Le freinage,
- La direction,
- La visibilité,
- L'éclairage et la signalisation,
- Les liaisons au sol,
- La structure de la carrosserie,
- Les équipements,
- Les organes mécaniques,
- La pollution et le niveau sonore.



Figure 8 : Les 10 fonctions mécaniques vérifiées

Note : Les points de couleur rouge sont facilement identifiables, pensez à les vérifier au préalable afin d'éviter une contre-visite.

- Point n'entraînant pas une contre-visite
- ⊕ Point entraînant une contre-visite
- Point entraînant un report de visite

Chapitre 5

Méthodes d'analyses

I. Analyse quantitative des défaillances :

L'analyse quantitative d'un **historique** va permettre de :

- dégager des actions d'amélioration, donc d'identifier les défaillances à approfondir afin de les corriger et les prévenir.
- Analyser quantitativement les résultats des diagnostics constitue ainsi un axe de progrès.

Les données chiffrées à saisir doivent être les suivantes :

- Dates des interventions correctives (jours, heures).
- Nombre N de défaillances.
- Types de défaillances.

Ces données permettront de caractériser la

« **Fiabilité des équipements** ».

Ces données permettront donc de caractériser la disponibilité des équipements.

Il faut alors pouvoir prédire les pannes susceptibles d'affecter le fonctionnement de la machine par différentes méthodes:

- Pareto
- 5M
- 5S
- ABC
- HAZOP
- Arbre des défaillances.
- AMDEC.

II. PARETO et ABC

2.1. Principe de Pareto

Pour optimiser les coûts et les quantités de marchandises gérées dans un magasin, nombreuses méthodes sont mise en application.

A chacune d'elle, correspond une analyse précise à travers laquelle on recherche un résultat pour mieux interpréter une situation et prendre les décisions appropriées pour l'améliorer si nécessaire.

Le présent chapitre parle de deux principales méthodes :

- la méthode de Pareto,
- la classification ABC.

Le principe de Pareto, aussi appelé loi de Pareto,

- principe des **80-20** ou encore
- loi des **80-20**,

est un phénomène empirique constaté dans certains domaines :

- environ **80 % des effets**,
- sont le produit de **20 % des causes**.

D'après cette méthode, l'analyse des stocks consiste à rechercher

- les 20% des articles en nombre
- représentant 80% de la valeur totale du stock.
-

2.2. Naissance du principe

Le principe de Pareto doit son nom à l'économiste italien **Vilfredo Pareto**, qui à la fin du XIX^e siècle analyse les données fiscales de l'Angleterre, la Russie, la France, la Suisse, l'Italie et la Prusse.

Le pourcentage de la population dont la richesse est supérieure à une valeur **x** est toujours proportionnel à

$$A/x^{\alpha}$$

le coefficient α variant selon les pays.

Cette distribution est aujourd'hui connue sous le nom de

loi de Pareto.

Bien que les travaux de Pareto n'impliquent pas nécessairement une répartition **80-20**, le **qualiticien Joseph Juran** utilise en **1954** l'expression « **principe de Pareto** » pour **signifier** :

- **qu'environ 80 % des effets**
- **sont le produit de 20 % des causes.**

2.3. Applications du principe

Joseph Juran confesse en 1960 avoir attribué ce principe de répartition au mauvais auteur, car en fait nombreux sont ceux qui l'ont énoncé avant.

Cela dit, la méthode lui paraît utile : « le principe de Pareto est la méthode générale permettant de trier un quelconque agrégat en deux parties :

- les problèmes vitaux,
- les problèmes plus secondaires,

Pour Juran, ce principe a valeur

« universelle »

Il en expose des exemples concrets touchant toutes les fonctions de l'entreprise :

- gestion de stock,
- gestion des ventes,
- des livraisons,
- dysfonctionnements de production...
- et même le management stratégique.

Juran fut également à l'origine de la méthode ABC (une variante du principe Pareto)

« J'ai un peu exagéré en avançant que le principe de Pareto permet seulement de séparer les choses en deux parts. En réalité, il existe trois parties.

La troisième est un « **résidu** » qui prend place entre les composantes prioritaires et les composantes secondaires.

Ce « résidu » peut être dénommé « **zone à risques** » ou **awkward-zone**.

Cette loi est également appelée

loi ABC.

B- La méthode ABC

Tout en restant dans la même logique que la méthode de Pareto, la méthode ABC affine la précédente en proposant un découpage plus détaillé des stocks en fonction de leur valeur.

Elle ressort donc trois segments ou classe selon les critères qui suivent :

- **Classe A** : les 20% des articles qui représente environ 80% de la valeur totale du stock ;
- **Classe B** : les 30% des articles suivants qui représentent environ 15% de la valeur totale du stock ;
- **Classe C** : les 50% des articles restant qui représentent environ 5% de la valeur totale du stock.

2.4. Cas d'emploi des analyses 20/80 et ABC

Le 20/80 et l'analyse ABC peuvent être utilisés :

- Dans les **approvisionnements** afin de cibler les articles dont le stockage est le plus onéreux, les produits dont le coût de revient est le plus fort...
- Dans la **production** afin de cibler les articles qui sont à la cause de fortes immobilisations financière, les ateliers qui effectuent le plus grand nombre d'opérations, les pièces qui présentent le plus grand nombre de défauts, les goulets d'étranglement...
- Dans la **vente** afin de détecter les produits qui rapportent le plus de profit, les clients qui font le plus gros chiffre d'affaire à la société, les prestations logistiques qui génèrent le plus de charges...

III. Analyse qualitative des défaillances

3.1. Diagnostic et expertise :

Le diagnostic est « l'identification de la cause probable de défaillance à l'aide d'un raisonnement logique fondé sur un ensemble d'informations provenant d'une inspection, d'un contrôle ou d'un test ».

3.2. Conduite d'un diagnostic :

Elle nécessite un grand nombre d'informations recueillies :

- Auprès des utilisateurs (détection, manifestation et symptômes)
- Dans les documents constructeurs et/ou dans les documents du service maintenance.

Mais il y a aussi l'expérience du terrain et le savoir-faire.

a- Manifestation de la défaillance :

La manifestation (ou effet) de la défaillance se manifeste par son amplitude (partielle ou complète), sa vitesse (elle est progressive ou soudaine), son caractère (elle est permanente, fugitive ou intermittente).

b- Les symptômes :

Les symptômes peuvent être observés in situ, sans démontage, par les utilisateurs de l'équipement ou par le maintenancier : VTOAG, mesures, défauts de qualité.

* La vue (V) :

- Détection de fissures, fuites, déconnexions,
- Détection de dégradations mécaniques.

* Le toucher (T) :

- Sensation de chaleur, de vibration,
- Estimation d'un état de surface.

* L'odorat (O) :

- Détection de la présence de produits particuliers,
- «Odeur de brûlé», embrayage chaud,...

* L'auditif (A) :

- Détection de bruits caractéristiques (frottements, sifflements).

* Le goût (G) :

- Identification d'un produit (fuite).

Les symptômes peuvent aussi s'observer après démontage : mesures, observations de rupture, d'état de surface, contrôles non destructifs, etc.

c- Expérience :

Lorsqu'il aborde un problème de défaillance sur un matériel, le maintenancier ne peut pas se permettre de naviguer à vue. Il connaît déjà les probabilités d'apparition de défaillance sur un matériel.

Il dispose pour cela d'**outils de diagnostic**. Les plus utilisés sont :

- Le **diagramme Causes – Effets**,
- **L'arbre des causes**,
- **L'organigramme de diagnostic et/ou la fiche de diagnostic**.

IV. Diagramme Cause-Effets

Cet outil a été créé par **Ishikawa**, professeur à l'Université de la TOKYO dans les années 60 et concepteur d'une méthode de management de la qualité totale.

Leur nom commence par la lettre **M** d'où l'appellation **5M**.

- **Milieu.**
- **Matière.**
- **Matériel.**
- **Main d'œuvre.**
- **Méthodes.**

Ishikawa a proposé une représentation graphique en « arête de poisson » (figure 15).

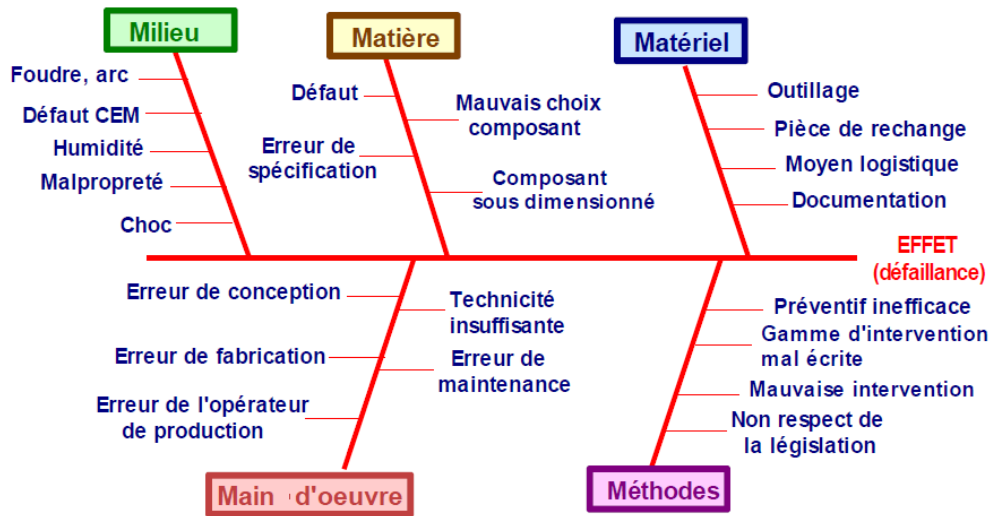


Figure 15: Diagramme d'Ishikawa

2-3/ Arbre de défaillances :

C'est un diagramme déductif qui va de l'effet vers la cause et qui a pour objet de rechercher toutes les combinaisons de défaillances élémentaires (primaires) pouvant déboucher vers une panne.

a- Symbolisme :

Cet outil utilise un symbolisme qu'on utilise également sur les circuits logiques.

On parle aussi de logigramme de dépannage.

Ce symbolisme est donné à la figure 16.

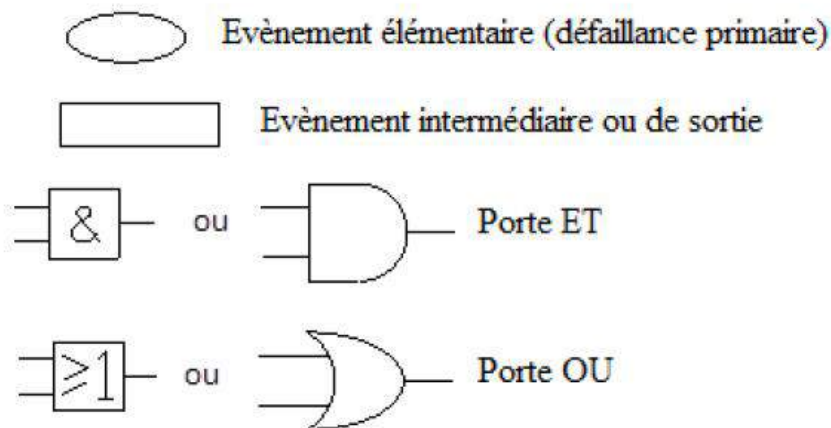


Figure 16: Symbolisme des arbres de défaillances

b- Construction de l'arbre de défaillances :

Pour construire un arbre de défaillance, on peut utiliser l'organigramme de la figure 17. Notons que cette construction est tout à fait qualitative.

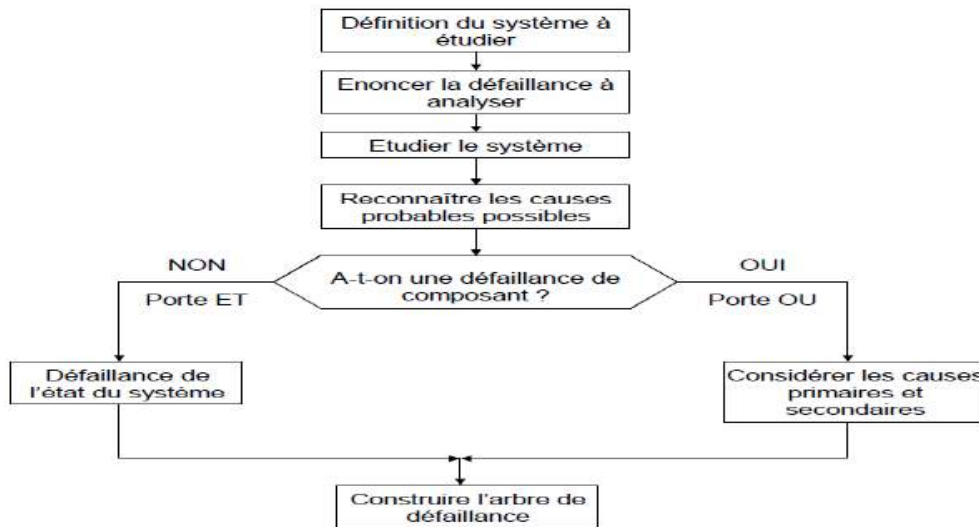


Figure 17: Construction de l'arbre de défaillance

V. Analyse prévisionnelle des défaillances : (AMDEC)

5.1/ Définition :

L'AMDEC (Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité) est une méthode d'analyse préventive de la sûreté de fonctionnement des produits et des équipements.

Ce principe de la prévention repose sur le recensement systématique et l'évaluation des risques potentiels d'erreurs susceptibles de se produire à toutes les phases de réalisation d'un produit.

C'est une méthode précieuse qui permet à l'entreprise de valider, tout au long de la construction du produit, sa qualité et sa fiabilité :

- Elle identifie les modes de défaillance des composants, en évalue les effets sur l'ensemble des fonctions et en analyse les causes.
- Elle évalue l'impact, ou criticité, de ces modes de défaillances sur la sûreté de fonctionnement.
- En phase de conception, elle est associée à l'Analyse Fonctionnelle, pour la recherche des modes de défaillances spécifiques à chaque fonction ou contrainte des composants.
- Dans le cas d'analyse sur des procédures ou chaînes de fabrication, elle permet de localiser les opérations pouvant conduire à élaborer un produit ne respectant pas le cahier des charges, ce qui permettra par la suite de limiter les rebuts.
- Appliquée à un groupe de travail pluridisciplinaire, elle est recommandée pour la résolution de problèmes mineurs dont on veut identifier les causes et les effets ; elle contribue donc à la construction et à l'amélioration de la qualité.

5.2. Historique :

Elle trouve son origine dans les années 1950, sous le nom de FMEA (Failures Modes and Effects Analysis).

Utilisée exclusivement aux USA et au Japon pour améliorer la fiabilité des produits de haute technicité (armement, avionique, spatial), elle fait son apparition en Europe en 1970 dans l'industrie nucléaire (du militaire vers le civil).

Le grand essor de l'AMDEC est dû à sa mise en oeuvre généralisée dans l'industrie automobile (à partir de 1979 chez Ford et 1982 chez les constructeurs français) ; tous les sous-traitants sont dû suivre.

Conformément au QS 9000 (équivalent de l'ISO 9000 pour l'automobile), les fournisseurs automobiles devaient utiliser la planification qualité du procédé (APQP), incluant l'outil AMDEC et développant les plans de contrôle.

Les industries électroniques, puis les industries mécaniques se sont inscrites ensuite dans cette démarche (apparition de la notion de sécurité des biens et des personnes).

5.3. Démarche de la méthode AMDEC :

L'AMDEC est une technique d'analyse exhaustive et rigoureuse de travail en groupe : chacun y met en commun son expérience et sa compétence.

Mais, pour la réussir, il faut bien connaître le fonctionnement du système qui est analysé ou avoir les moyens de se procurer l'information auprès de ceux qui la détiennent.

Elle comporte cinq étapes :

- Etape 1 : préparer l'étude.
- Etape 2 : réaliser l'analyse fonctionnelle.
- Etape 3 : réaliser l'analyse qualitative des défaillances.
- Etape 4 : évaluer la criticité.
- Etape 5 : définir et suivre un plan d'actions correctives et préventives.

