



giz



**CONDUITE RATIONNELLE ET
PREVISIONNELLE
DES VEHICULES AUTOMOBILES**

VERSION PROVISOIRE

JANVIER 2012

SOMMAIRE

A - POURQUOI METTRE L'ACCENT SUR LA CONDUITE RATIONNELLE ET PREVISIONNELLE

1. LA POLLUTION ET SES CONSEQUENCES	4
1.1. La pollution liée aux transports	5
1.2. Conséquences principales de la pollution	7
1.3. Analyse des conséquences de la pollution liée aux transports	7
1.4. Conséquences directes pour l'homme	8
2. DIMINUER LASLA CONSOMMATION DE CARBURANT	9
2.1. Répartition de la consommation d'énergie au niveau mondial	9
2.2. Les carburants utilisés pour les transports terrestres	10
2.2 Les solutions alternatives aux moteurs thermiques	16
3. DIMINUER LES ACCIDENTS DE LA CIRCULATION	21
3.1 Principaux facteurs	21
4. RETARDER L'USURE DU VEHICULE	22

B – LES DIFFERENTS ELEMENTS A PRENDRE EN COMPTE DANS LE CADRE DE LA CONDUITE RATIONNELLE ET PREVISIONNELLE

1. LE VEHICULE	23
1.1. Choisir le véhicule adapté	23
2. LE FONCTIONNEMENT DU VEHICULE	24
2.1. La carrosserie	24
3. LE MOTEUR, GESTION ET FONCTIONNEMENT	26
3.1. L'alimentation en carburant des moteurs à essence	26
3.2. L'injection diesel	35
3.3. Gestion électronique de l'injection	36
3.4. Quelles conséquences pour le conducteur	41
4. LES SYSTEMES ANTI POLLUTION	42
4.1. Les pots catalytiques	42
4.2. Le filtre à particules	45
4.3. Recyclage des gaz d'échappement (EGR)	47
5. CONNAITRE LA TRANSMISSION	49
5.1. La boîte manuelle	50
5.2. La boîte automatique	51
5.3. La boîte robotisée	52
6. LES TRAINS ROULANTS ET LA SUSPENSION	56
6.1. La géométrie de la suspension	56
7. LE SYSTEME DE FREINAGE	62
8. LES PNEUMATIQUES	65
8.1. La bande de roulement	65
8.2. Le flanc	66
8.3. Le talon	66
8.4. Le marquage	67

9. AVOIR DES CONNAISSANCES GENERALES SUR LES LOIS PHYSIQUES APPLICABLES AUX MOTEURS, NOTIONS DE RENDEMENT	70
9.1. Lire et interpréter les courbes caractéristiques du moteur	74
10. CONNAITRE LES CONTRAINTES LIEES A LA CONCEPTION AYANT UNE INFLUENCE SUR LA CONSOMMATION	75
10.1. L'aérodynamisme (CX)	75
10.2. Le maître couple	78
10.2. La résistance au roulement	80
C - L'UTILISATION DU VEHICULE	
1. L'UTILISATION D'UN VEHICULE COMMENCE PAR LES VERIFICATIONS ET L'ENTRETIEN COURANTS	83
1.1. Les différents niveaux	83
1.2. L'état apparent des pneumatiques	85
1.3. Propreté des vitres et des rétroviseurs	86
1.4. Propreté et fonctionnement des dispositifs d'éclairage et de signalisation	86
1.5. Réglage du siège et des rétroviseurs	86
2. ELLE SE POURSUIT PAR LES OPERATIONS DE MAINTENANCE	87
2.1. Contrôle et/ou remplacement des fluides	87
2.2. Remplacement des filtres	91
3. METTRE EN ROUTE LE MOTEUR	92
3.1. Mise en route à froid	92
3.2. Montée en température	92
4. UTILISER LE MOTEUR ET LA BOITE DE VITESSES	92
4.1. Utilisation du moteur	92
4.2. Utilisation de la boîte de vitesses	93
5. GERER LES ARRETS EN CIRCULATION	95
6. UTILISER LES FREINS	95
6.1 L'énergie cinétique	96
7. MODERER SA VITESSE	96
8. CONNAITRE L'INFLUENCE DE LA VITESSE SUR LA DISTANCE D'ARRET	97
9. UTILISER LES ACCESSOIRES	97
D – PRENDRE EN COMPTE L'ENVIRONNEMENT	
1. AUTRES FACTEURS AYANT UNE INFLUENCE SUR LA CONSOMMATION	100
2. DISTANCE ET DUREE DU FREINAGE EN FONCTION DU COEFFICIENT DE FROTTEMENT	100
3. CHOIX DES ITINERAIRES ET DES HORAIRES	101
3.1. Choix de l'itinéraire	101

3.2. Choix des horaires	102
E - LE CONDUCTEUR	
1. PRENDRE LES INFORMATIONS PERIPHERIQUES	103
1.1. Le champ visuel et les angles morts	103
1.2. Rétrécissement du champ visuel en fonction de la vitesse	104
2. COMPRENDRE LE PROCESSUS DE PRISE D'INFORMATIONS	105
3. COMPRENDRE L'INFLUENCE DU TEMPS DE REACTION SUR LA DISTANCE D'ARRET	106
3.1. Les facteurs qui dégradent (augmentent) le temps de réaction	106
4. SAVOIR ANTICIPER	107
5. INTEGRER LES AUTRES USAGERS	108
5.1. Les différentes zones	108
6. CONNAITRE LES FACTEURS QUI DEGRADENT LE TEMPS DE REACTION	109
6.1. L'inattention et la distraction	109
6.2. La fatigue	111
6.3. L'hypovigilance	113
6.4. L'imprégnation alcoolique	114
6.5. La maladie et les médicaments	115
6.6. Les drogues	115
ANNEXES :	
1. AIDES AYANT POUR OBJECTIF LA DIMINUTION DE LA CONSOMMATION ET DE LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE	118
1.1. Le système Stop/Start	118
1.2. Le freinage à récupération d'énergie	119
2. LES AIDES A LA CONDUITE	120
2.1. Les aides au freinage	121
2.2. Les aides au contrôle de stabilité	122
2.3. Les assistances visant à faciliter la conduite ou à augmenter la sécurité	125

A - POURQUOI METTRE L'ACCENT SUR LA CONDUITE RATIONNELLE ET PREVISIONNELLE ?

L'utilisation rationnelle et prévisionnelle d'un véhicule automobile a pour objectifs de :

- **Diminuer la pollution atmosphérique liée à la circulation des véhicules à moteur ;**
- **Diminuer la consommation de carburant ;**
- **Diminuer les accidents de la circulation et leurs conséquences ;**
- **Retarder l'usure du véhicule.**

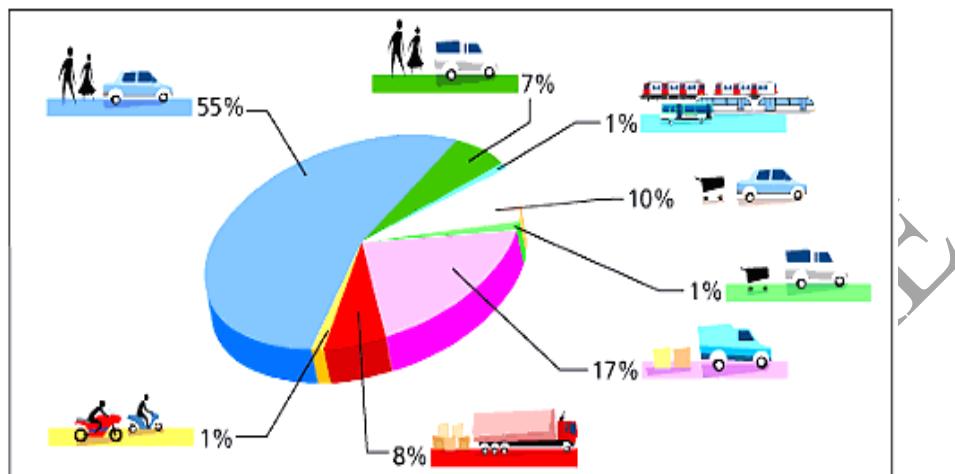
1. DIMINUER LA POLLUTION ET LIMITER SES CONSEQUENCES :

Aujourd'hui, les différents pays prennent conscience des conséquences dramatiques de la pollution atmosphérique. Des mesures de plus en plus draconiennes sont prises pour diminuer cette pollution à tous les niveaux et en particulier au niveau de la circulation automobile. La préservation du milieu atmosphérique constitue l'une des priorités de la politique environnementale tunisienne. Ainsi, la surveillance de la qualité de l'air, la prévention et la lutte contre la pollution atmosphérique sont, plus que jamais, à l'ordre du jour.

1.1. La pollution liée aux transports :



1.1.1. Répartition de la pollution liée aux transports (en France) :



Les voitures particulières occupent la première place (55 %) loin devant le transport routier (8 %) et les transports en commun de personnes (1 %).

1.1.2. L'impact de la circulation automobile sur la pollution en Tunisie :

- Parc automobile en 2010 :

1 405 000 Véhicules, dont :	
Voitures particulières	846 817
Transports en commun	16 819
Transports de marchandises	71 037
Véhicules utilitaires légers	360 442
Véhicules à 2 roues motorisés	6 007

L'augmentation du parc est sensiblement de 5% par an. Ce développement entraîne une augmentation régulière de la consommation de carburant et donc de pollution.

1.2. Conséquences principales de la pollution :

- Destruction de la couche d'ozone à haute altitude ;
- Accroissement de l'effet de serre (Phénomène thermique où l'atmosphère laisse passer une partie du rayonnement du Soleil qui vient frapper le sol. Réchauffé, celui-ci émet un rayonnement infrarouge qui est en partie ou totalement piégé par l'atmosphère rendue "imperméable" par la présence de gaz dont principalement la vapeur d'eau.) ;
- Réchauffement de la terre ;
- Effets climatiques indésirables.

1.3. Analyse des conséquences de la pollution liée aux transports :

Gaz carbonique (CO 2)	Non nocif, mais actif dans l'effet de serre.
Monoxyde de carbone	Toxique, il gêne l'absorption d'oxygène par le sang mais sa durée de vie est courte.
Oxydes d'azote (Nox)	Précuseurs de l'ozone, très nocifs. De plus, ils produisent des composés acides au contact de l'humidité.
Composés organiques volatiles (COV)	Hydrocarbures qui peuvent être cancérigènes, ils participent à la formation de l'ozone.
Méthane (CH4)	Non nocif et de courte durée de vie, mais très actif dans l'effet de serre.
Particules en suspension (PS)	Suspectées d'effets cancérigènes, les plus fines étant les plus nocives.
Oxydes de soufre (SO2)	Produisent des composés acides au contact de l'humidité.
Ozone (O3)	Produit indirectement en zone urbaine par l'action du rayonnement ultraviolet solaire sur les Nox et les COV. Très nocif pour le système respiratoire.

1.4. Conséquences directes pour l'homme :

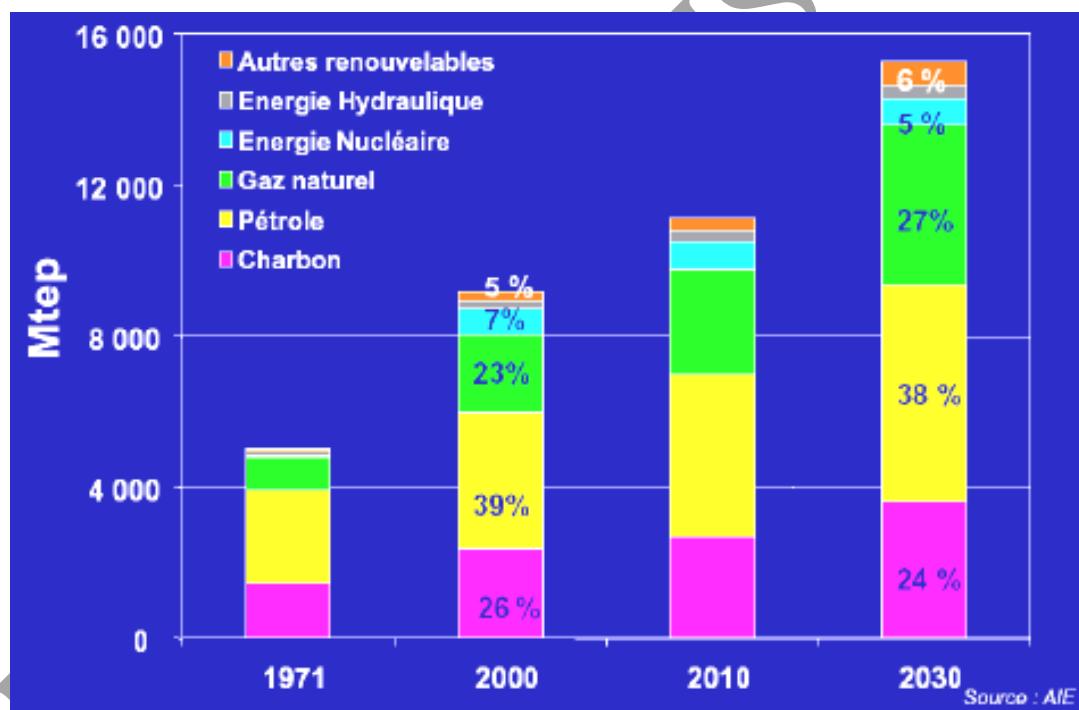
PATHOLOGIES			
POLLUANTS	Aigüe	Chronique	Evolutive
SO2	Toux Irritations oculaires Ecoulements nasaux	Perturbation de la fonction pulmonaire Asthme Bronchite chronique	Perturbation de la fonction pulmonaire Excès de mortalité (troubles respiratoires et cardio-vasculaires) Décès par asthme et bronchite chronique Excès de mortalité par grippe
Nox	Irritations oculaires Toux Gênes thoraciques Migraines	Crises d'asthme Infections respiratoires Sensibilité des bronches accrue Hyperactivité bronchique	Vieillissement prématué des poumons
Co	Céphalées, vertiges Fatigue Troubles oculaires, auditifs, de l'odorat, de la mémoire Mort à haute dose	Troubles cardio-vasculaires Favorisation du cholestérol Aggravation des angines de poitrine	
Ozone	Irritations des yeux Toux Coryza Maux de tête		
Particules		Irritation des bronches Baisse de la fonction pulmonaire Développement du fœtus affecté	Augmentation des décès par maladies respiratoires Cancer de la vessie

2. DIMINUER LA CONSOMMATION DE CARBURANT :

Le pétrole : combien de temps et à quel coût ?

- Aujourd’hui, 30 000 gisements sont identifiés au niveau mondial ;
- Les coûts d’exploitation sont de plus en plus élevés ;
- Cependant, le pétrole continuera à jouer un rôle prépondérant dans les prochaines décennies et vraisemblablement jusqu’à la fin du siècle.

2.1. Répartition de la consommation d’énergie au niveau mondial :



Le secteur du transport occupe la première position en matière de consommation de produits pétroliers en Tunisie (46 %) et la seconde position en matière de consommation d’énergie (31 %) après le secteur industriel.

Le transport routier accapare à lui seul 82 % de la consommation du secteur, il est suivi par le transport aérien (13 %) et le transport maritime et ferroviaire (5 %).

2.2 Les carburants utilisés pour les transports terrestres :

Les carburants sont généralement classés en deux groupes :

2.2.1 Les carburants extraits du pétrole brut :

L'essence, le diesel et le GPL sont produits par raffinage à partir du pétrole brut. Le raffinage du pétrole est la séparation physique, thermique et chimique du pétrole brut en différentes fractions.

La distillation est le procédé qui consiste à séparer les fractions d'hydrocarbures contenues dans le pétrole, les unes des autres. Elle est basée sur la différence des températures d'ébullition de chacun des produits purs contenus dans le pétrole. On chauffe le pétrole dans une colonne fermée qu'on appelle la colonne de distillation et grâce à la différence de température d'ébullition des composants en présence, on recueille à différents niveaux de la colonne des fractions de produits :

- Légers (GPL) ;
- Intermédiaires (essence) ;
- Moyens (diesel) ;
- Lourds (fuels lourds).

Les produits recueillis sont ensuite transformés en produits pétroliers finis en particulier par l'ajout d'additifs.

2.2.2 Les carburants alternatifs :

Ces types de carburants sont utilisés comme carburant d'amélioration et de remplacement.

On distingue :

Le Gaz naturel carburant d'origine fossile dont les réserves sont importantes et dont la répartition géographique est moins concentrée à l'échelle de la planète que celle de pétrole. Le gaz naturel convient très bien comme carburant dans les moteurs à combustion interne. Le gaz naturel pour véhicules (GNV) peut être utilisé aussi bien dans des véhicules lourds que dans des véhicules légers. Les véhicules roulant au gaz naturel utilisent des technologies classiques de moteurs thermiques.

Le Méthanol carburant (Alcool) produit à partir du bois qui offre de bonnes performances moteur mais qui pose 2 problèmes majeurs :

L'alcool nécessite une chaleur assez importante pour être vaporisée ce qui pose des problèmes à froid ;

Il fournit moins d'énergie que les 3 autres carburants ce qui entraîne consommation élevée.

L'Ethanol carburant (Alcool) produit à partir de céréales qui offre les mêmes avantages et inconvénients que le méthanol.

2.2.3 Les caractéristiques des carburants :

La qualité d'un carburant est déterminée par les paramètres principaux suivants :

2.2.3.1 Les indices d'octane et de céthane :

L'indice d'octane (pour l'essence et le GPL) et l'indice de céthane (pour le gazole) sont des caractéristiques importantes des carburants. Ils déterminent le comportement du carburant pendant la combustion, les réglages nécessaires et les performances du moteur.

a) L'indice d'octane :

L'indice d'octane est un nombre qui caractérise le délai d'inflammation du carburant. Plus l'indice d'octane est élevé, plus le délai d'inflammation est élevé le carburant résiste bien à la détonation qui provoque le cliquetis (explosion d'une partie de la masse de mélange, qui pendant la combustion, n'a pas encore été atteint par le front de flamme).

Il existe 2 types d'indice d'octane :

L'indice d'octane **RON** (indice Recherche) : Indice d'octane déterminé dans des conditions d'essais très éloignées de la réalité de fonctionnement des moteurs thermiques.

L'indice d'octane **MON** (indice Moteur) : indice d'octane plus sévère et plus juste car il est déterminé dans des conditions plus proches de la réalité de fonctionnement des moteurs. L'indice d'octane moteur est inférieur d'environ 10 points à l'indice recherche.

Exemple : RON 95 = MON 85

b) L'indice de cétane :

L'indice de cétane est un nombre qui caractérise la capacité du gazole à s'enflammer rapidement après avoir atteint la température d'auto inflammation. Pour assurer un bon déroulement de la combustion dans le moteur Diesel (contraintes mécaniques et thermiques modérées, bruit modéré), il faut un indice de cétane élevé.

2.2.3.2 Teneur en soufre :

Elle s'exprime en pourcentage dans le combustible. Sa teneur dans les carburants dépend de la composition chimique du pétrole brut (avant distillation).

Le soufre a un effet néfaste sur les différents éléments du moteur. Cette teneur est limitée réglementairement.

2.2.3.3 Résidus de carbone :

Ce sont les résidus qui se déposent sous forme de calamine sur la culasse et le nez des injecteurs et provoquent des difficultés de la combustion.

2.2.3.4 Viscosité :

En mécanique des fluides la viscosité désigne la capacité d'un fluide à s'écouler. En langage courant, on utilise aussi le terme de fluidité. Lorsque la viscosité augmente, la capacité du fluide à s'écouler diminue. La viscosité tend à diminuer lorsque la température augmente. On classe notamment les huiles mécaniques selon leur viscosité, en fonction des besoins de lubrification du moteur et des températures auxquelles l'huile sera soumise lors du fonctionnement du moteur.

La viscosité pour les carburants est un paramètre qui caractérise la finesse de pulvérisation et de pénétration du jet de carburant dans la chambre de combustion.

2.2.3.5 Point éclair :

C'est la température la plus basse où la concentration des vapeurs émises est suffisante pour produire une déflagration au contact d'une flamme ou d'un point chaud, mais insuffisante pour produire la propagation de la combustion en l'absence de la flamme "pilote".

2.2.3.6 Autres caractéristiques :

- La possibilité de former avec l'air un mélange facilement inflammable ;
- L'absence d'effets corrosifs sur la chambre de combustion ;
- L'homogénéité et la stabilité au stockage ;
- La possibilité de supporter les variations de température sans modification des caractéristiques ;
- La production, après combustion, d'un minimum de résidus non toxiques ;
- La masse volumique (rapport entre la masse et le volume à une température t)
- La température d'auto inflammation (La température d'auto inflammation d'un carburant est la température à laquelle le mélange carburant - comburant s'enflamme de lui-même) ;
- Délai d'auto inflammation (à partir de l'instant où le mélange gazeux « carburant – comburant » est porté à la température d'auto inflammation, le mélange ne s'enflamme pas instantanément). Le délai d'auto inflammation est le temps qui sépare le moment où la température d'auto inflammation est atteinte et le début de la combustion ;
- La capacité calorifique (la capacité calorifique d'un carburant est la quantité de chaleur que petit fournir un Kg de ce carburant pendant la combustion).

2.2.4 Caractéristiques particulières des principaux carburants :

a) L'essence :

- Formule chimique : C₇H₁₆ ;
- Indice d'octane : RON 95/98 ;
- Densité : 0,755 ;
- Point éclair : - 40°C ;
- Pouvoir calorifique : 10 500/11 300 kcal/kg (7 600/8 200 kcal/litre) ;
- Température d'ébullition : -30 à 190°C ;
- Température d'auto inflammation: 300° ;
- Viscosité: 0,5 à 0,75mm²/s à 20°C.

b) Le gazole :

- Formule chimique : C₂₁ H₄₄ ;
- Indice de cétane : < 49 ;
- Densité : 0,845 ;
- Point éclair : 55°C ;
- Pouvoir calorifique : 10 300 kcal/kg ;
- Résistance au froid : 5° C le gazole se trouble à 15°C limite de filtrabilité à 18°C point d'écoulement. Ce sont les paraffines contenues dans le gazole qui se transforment en cristaux quand la température s'abaisse ;
- Masse de souffre : inférieure à 0,05% ;
- Température d'ébullition : -180 à 360°C ;
- Température d'auto inflammation : 250° ;
- Viscosité : < 7mm²/s à 40°C.

c) Le G.P.L. (Gaz de Pétrole Liquéfié) :

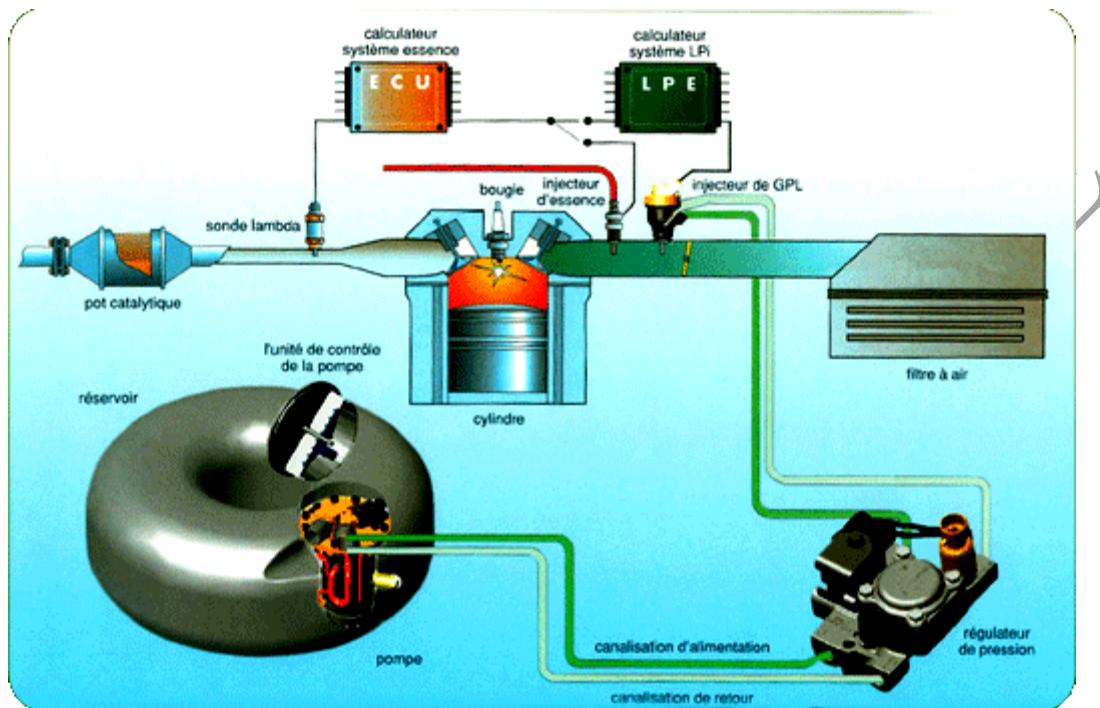
- Indice d'octane : RON 110 ;
- Composé de 50% de butane et 50% de propane ;
- Formule chimique : C₃H₈ - C₄H₁₀ ;
- Densité : 2,355 ;
- Point éclair : < - 50°C ;
- Température d'auto inflammation : > 400°C ;
- Masse volumique : > 530kg/m³ à 15°C ;
- Pouvoir calorifique: 11 000/11 850 kcal/kg ; 6 050/6 480 kcal/litre ;
- Teneur en soufre : 0.02 % maximum ;
- Pression de stockage: 4 à 5 bars.

Avantages spécifiques du GPL :

Réduction par rapport à un moteur essence ou diesel :

- 30 à 65 % de NOx et de HC ;
- 40 à 75 % de CO ;
- 15 % de CO₂ ;
- Pas de particules.

Ci-dessous schéma d'une installation d'alimentation essence/GPL. Les deux circuits sont gérés par des calculateurs spécifiques.



d) Le G.N.V.: (Gaz Naturel pour Véhicules)

- Formule chimique : CH₄ ;
- Octane RON : 120 ;
- Température d'inflammabilité : 650°C ;
- Aspect: naturellement incolore et inodore.

Inconvénients :

Le GNV est stocké à l'état gazeux. Il est comprimé sous une pression de 200 bars au moment du remplissage du réservoir du véhicule. Ce remplissage peut durer de 1 heure à 7 heures suivant l'équipement employé.

Avantages :

50% de moins de CO et de HC, pas de soufre ni de particules ;

Indice d'octane élevé permettant une amélioration des rendements des moteurs ;

Les stocks sont supérieurs à ceux du pétrole brut.

2.3 Les solutions alternatives aux moteurs thermiques :

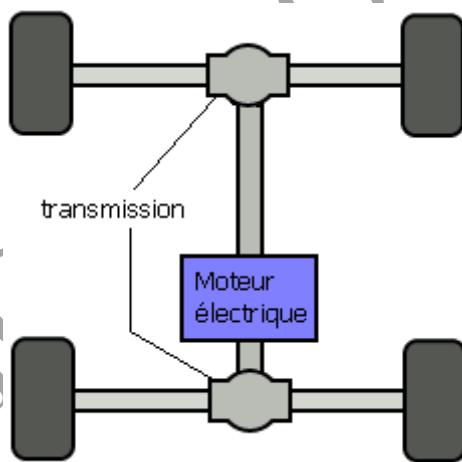
Les constructeurs automobiles conscients de la possible raréfaction du pétrole, à terme, travaillent au développement de solutions alternatives :

2.3.1 Le véhicule à moteur électrique :

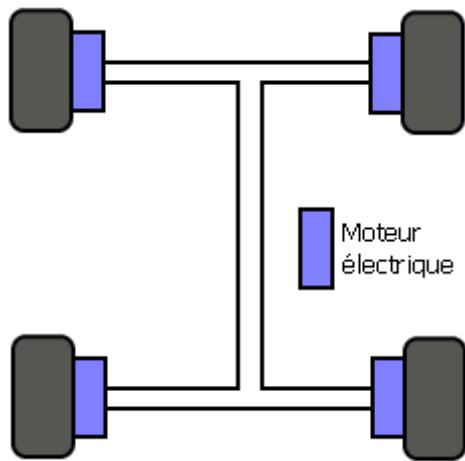
Le véhicule est propulsé par un moteur électrique alimenté par des batteries. Même si des véhicules à propulsion électrique sont déjà proposés à la vente ou à la location, le domaine est toujours en phase de développement.

Les véhicules électriques n'ont ni embrayage, ni boîte de vitesses. La motorisation électrique autorise au moins les deux solutions suivantes :

- Un moteur central à l'image des voitures classiques, avec un système de transmission pour 2 ou 4 roues motrices.



- Un moteur sur chaque roue, supprimant tout élément de transmission, et permettant de répartir très simplement le couple indépendamment sur chacune des roues.



Avantages :

- Peu de pollution : la pollution est liée essentiellement à la production et au recyclage des batteries ;
- Economie à l'utilisation : la recharge des batteries coûte beaucoup moins cher que le plein de carburant ;
- Fiabilité : un moteur électrique est beaucoup plus simple qu'un moteur essence ou diesel il y a moins de risque de détérioration.

Inconvénients :

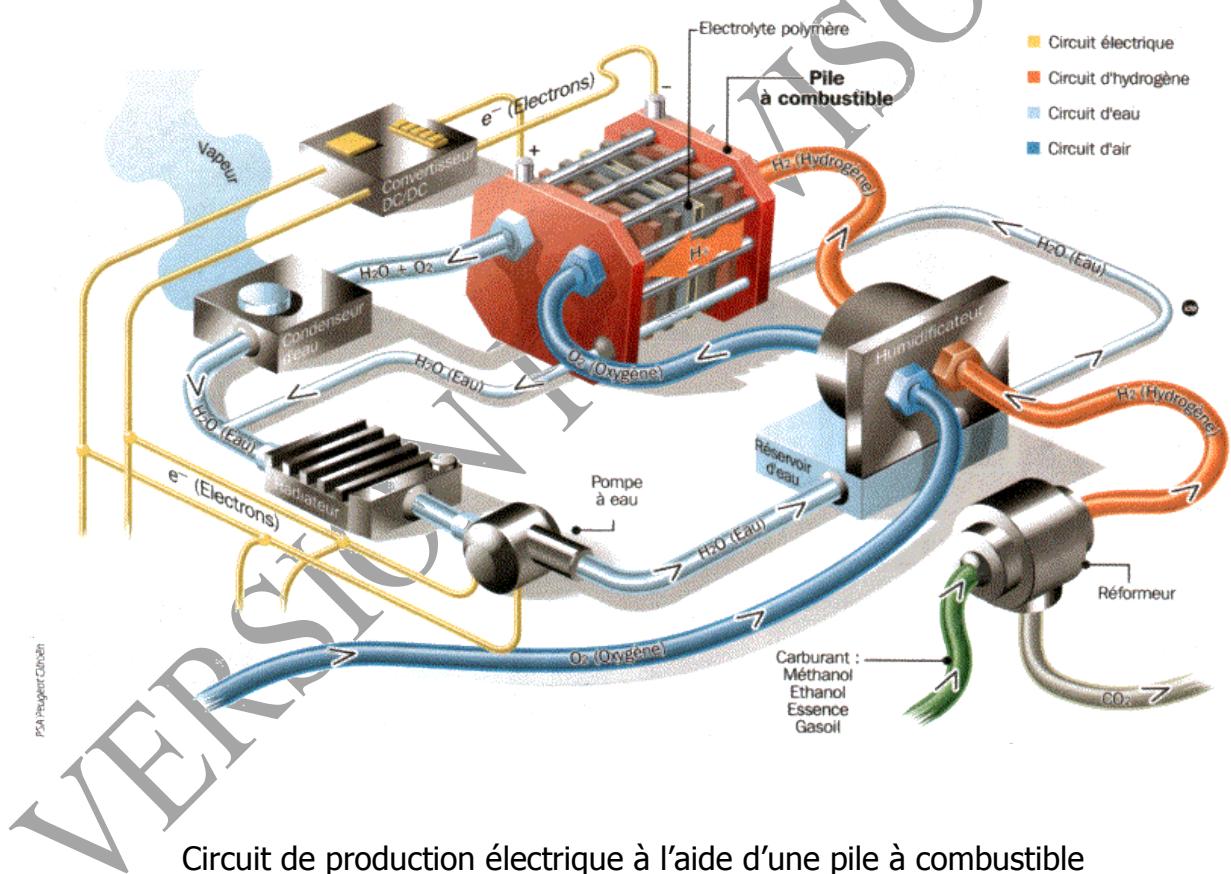
- Coût des batteries : les batteries utilisées sont spécifiques et leur fabrication est onéreuse ;
- Coût des véhicules ;
- Vitesse limitée (sous peine de vider très rapidement les batteries) ;
- Autonomie limitée : c'est le principal point faible de la voiture électrique ;
- Encombrement et poids des batteries : diminution de la charge utile;
- Durée de vie limitée des batteries : 5 à 6 ans en règle générale. Elles ne supportent qu'un certain nombre de recharges qui varie en fonction du type de batteries) ;
- Pollution liée à la production des batteries et de l'électricité nécessaire pour recharger ces batteries.

2.3.2 La pile à combustible :

Une pile à combustible est une pile à l'intérieur de laquelle la fabrication de l'électricité se fait grâce à l'oxydation sur une électrode d'un combustible réducteur,

par exemple de l'hydrogène, couplée à la réduction sur l'autre électrode d'un oxydant, tel que l'oxygène de l'air.

La réaction d'oxydation de l'hydrogène est accélérée par un catalyseur qui est généralement du platine. Le principe de la pile à combustible est l'inverse d'une électrolyse (comme toutes les piles). La réaction chimique produite par l'oxydation et la rencontre de gaz produit de l'électricité, de l'eau et de la chaleur. Une pile à combustible produit une tension électrique d'environ 0,7 à 0,8 volt, selon la charge (densité de courant) et produit de la chaleur. La température de fonctionnement varie de 60 à 200°C selon les modèles. L'eau est généralement évacuée sous forme de vapeur avec l'excédent de dioxygène. Pour obtenir une tension suffisante à l'alimentation du moteur entraînant le véhicule, plusieurs éléments sont branchés en série. Cette technologie est en cours de développement.



Circuit de production électrique à l'aide d'une pile à combustible

Avantages :

- Très faible pollution ;
- Economie à l'utilisation ;
- Fiabilité.

Inconvénients :

- Coût de fabrication de la pile ;
- Faible rendement ;
- Présence d'hydrogène ultra détonnant ;
- Autonomie relativement limitée.

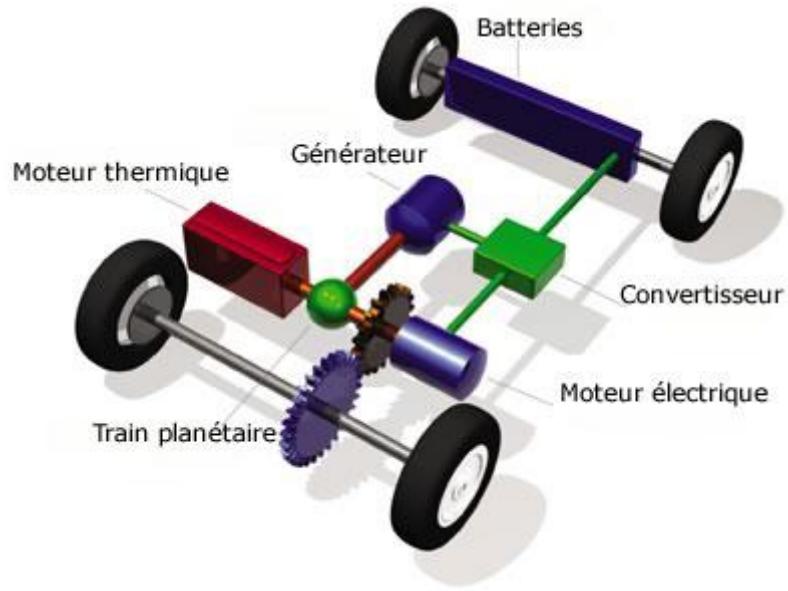
2.3.4 Les véhicules hybrides :

Le principe général de fonctionnement consiste à combiner un moteur électrique (souvent réversible en générateur) avec un moteur thermique pour propulser un véhicule.

Les différentes phases de fonctionnement :

- Lorsque le véhicule est immobile, les deux moteurs sont à l'arrêt ;
- Au démarrage, c'est le moteur électrique qui assure la mise en mouvement de la voiture, jusqu'à une vitesse de l'ordre de 50 km/h ;
- Lorsqu'une vitesse plus élevée est atteinte ou qu'une accélération forte est demandée, le moteur thermique prend le relais pour remplacer progressivement le moteur électrique ;
- En cas de très forte accélération, les deux moteurs fonctionnent simultanément, ce qui permet une accélération supérieure ;
- En phase de décélération, de descente et de freinage, une part de l'énergie cinétique est transformée par le moteur/générateur en électricité pour recharger les batteries, assurant ainsi le rôle de frein moteur et soulageant les freins mécaniques.

La gestion de l'ensemble est en général confiée à l'électronique embarquée qui tient compte de l'état de charge de la batterie, de la température du moteur thermique et de celle du catalyseur, des besoins en chauffage et en climatisation et de la pression sur les pédales d'accélérateur et de frein. La récupération d'énergie au freinage n'est pas disponible sur tous les véhicules hybrides.



Avantages :

- Diminution de la consommation de carburant principalement en agglomération ;
- Fonctionnement silencieux en mode électrique ;
- Diminution de la pollution d l'ordre de 30 %.

Inconvénients :

- Investissement initial plus important (jusqu' a + 30 %);
- Poids et encombrement des batteries ;
- Durée de vie des batteries ;
- Faible autonomie en mode électrique ;
- Choix de véhicules limité.

3. DIMINUER LES ACCIDENTS DE LA CIRCULATION :

Le bilan reste lourd même si l'on constate une amélioration en 2010

Accidents Corporels	8 924
Tués	1 208
Blessés	12 495

3.1 Principaux facteurs d'accidents corporels ou mortels (en ordre décroissant) :

- Inattention ;
- Non-respect des distances de sécurité ;
- Vitesse excessive ;
- Non-respect des priorités ;
- Non circulation à droite.

Les accidents de la circulation ne sont pas une fatalité, ils sont, pour la majorité d'entre eux, la conséquence d'un comportement inadapté du conducteur.

Pour améliorer le bilan de la sécurité routière et de la consommation énergétique, le conducteur doit appliquer une conduite rationnelle et prévisionnelle.

La conduite rationnelle et prévisionnelle ou « conduite « économique », c'est utiliser un véhicule en appliquant :

- Les principes mécaniques ;
- Les règles de circulation ;
- Les règles de sécurité routière ;
- Les règles d'hygiène de vie du conducteur.

4. RETARDER L'USURE DU VEHICULE :

Outre la diminution de la consommation (et de la pollution), l'utilisation rationnelle d'un véhicule permet d'augmenter sa longévité et de diminuer sensiblement les coûts d'utilisation.

Cette diminution porte principalement sur les pièces d'usure :

- Les pneumatiques qui peuvent être remplacés suivant le cas à 30 000 ou 65 000 km ;
- Les plaquettes de freins qui selon le style de conduite peuvent durer 25 000 ou 90 000 km ;
- Les amortisseurs : éviter les trous, réduire sa vitesse lorsque la chaussée est défectueuse peut doubler la durée de vie des amortisseurs ;
- L'embrayage : faire patiner l'embrayage de façon excessive au démarrage, retenir le véhicule avec l'embrayage dans les côtes, autant d'actions qui accélèrent l'usure du disque et la destruction du mécanisme.

L'acquisition d'un véhicule a un poids financier important, son utilisation également : assurance, carburant, maintenance... Le conducteur doit donc mettre tout en œuvre pour éviter une dépréciation rapide et maintenir les coûts d'entretien à un niveau raisonnable.

B - LES DIFFERENTS ELEMENTS A PRENDRE EN COMPTE DANS LE CADRE DE LA CONDUITE RATIONNELLE ET PREVISIONNELLE SONT :

- Le véhicule**
- La connaissance du fonctionnement du véhicule**
- L'utilisation du véhicule**
- L'environnement**
- Le conducteur**

1. LE VEHICULE :

1.1. Choisir un véhicule adapté :



Outre le prix, les critères de choix d'un véhicule doivent reposer sur :

- L'utilisation majeure : grands voyages, courts déplacements, circulation majoritaire en agglomération ou zone périurbaine... ;
- Le poids du véhicule à vide : influence directe sur la consommation ;
- La charge utile : nombre de personnes ou poids des bagages ou des marchandises habituellement transportées à l'aide du véhicule ;
- La puissance réelle du moteur : en rapport avec l'utilisation ;
- La consommation dans les différentes situations d'utilisation ;
- Le type de carburant : essence ou gazole en n'oubliant pas que pour amortir la différence de prix d'achat entre un véhicule à essence et un véhicule diesel, il faut parcourir un nombre important de kilomètres ce n'est parfois qu'après 60 000 ou même 100 000 km que le diesel devient rentable ;
- Le bilan carbone (bonus ou malus dans certains pays) ;

Il y a donc de nombreuses questions à se poser, le choix d'un véhicule devrait être raisonnable et non pas passionnel !

2 – LE FONCTIONNEMENT DU VEHICULE

Pour faire rouler une voiture, il n'est peut-être pas nécessaire de savoir exactement ce qui se passe sous le capot moteur. Par contre pour conduire un véhicule en appliquant les règles de la conduite rationnelle et prévisionnelle, il est indispensable d'avoir une bonne connaissance de son fonctionnement. La technologie des véhicules a beaucoup évolué ces dernières années. **Il est important pour le conducteur de se tenir informé pour éviter de conserver des comportements inutiles ou inadéquats.**

2.1. La carrosserie :

Si la carrosserie n'est directement liée au fonctionnement du véhicule, elle présente un intérêt dans le cadre de l'utilisation rationnelle et prévisionnelle avec l'influence de l'aérodynamisme sur la consommation par exemple.

Outre les formes plus aérodynamiques la carrosserie des véhicules automobiles a considérablement évolué au cours de ces dernières décennies. Les constructeurs ont développé une nouvelle approche alliant la sécurité aux économies d'énergie (diminution du poids de la carrosserie).

Les lourdes structures en acier qui étaient censées résister aux chocs ont été remplacées par des habitables indéformables enserrés entre des parties déformables à l'avant et à l'arrière réalisées en métal léger ou en matériaux composites. En cas de choc, ces parties déformables servent en quelque sorte d'amortisseurs et protègent les occupants du véhicule.

Ci-dessous, utilisation de matériaux composites pour les portières, le couvercle de coffre et le capot avant. Sur certains véhicules, les matériaux composites sont également utilisés pour les ailes (au moins à l'avant). On peut aussi les retrouver en sandwich dans la structure centrale du véhicule.



La résistance des véhicules, et particulièrement de l'habitacle, est vérifiée au cours de Crash test effectués à des vitesses différentes. L'accent est mis en particulier sur le fait que l'habitacle ne doit pas se déformer pour assurer une protection maximale des passagers.

Les sièges des véhicules testés sont occupés par des mannequins équipés de capteurs ce qui permet de contrôler et d'améliorer les équipements intérieurs de sécurité :

- Ceinture de sécurité ;
- Sacs gonflables de protection (airbag) ;
- Anchorage des sièges ;
- Sièges pour enfants...



Sur cette photo, on peut voir le rôle de la ceinture de sécurité qui maintient le conducteur et l'empêche d'aller s'écraser sur le pare-brise et la colonne de direction.

3. LE MOTEUR, GESTION ET FONCTIONNEMENT :

Dans ce domaine des progrès très importants ont été réalisés :

3.1. L'alimentation en carburant des moteurs à essence :

3.1.1. Le carburateur :

Le carburateur est destiné à préparer le mélange gazeux air-carburant nécessaire au fonctionnement du moteur à explosion. Il a également pour rôle de régler, à volonté, la vitesse et le couple du moteur.

Les conditions à respecter dans la préparation du mélange sont au nombre de deux :

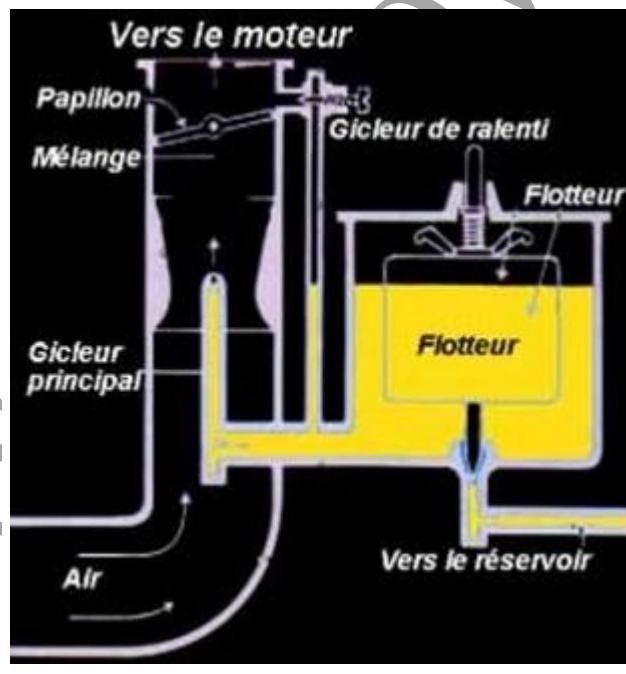
L'homogénéité, qui doit assurer la meilleure pulvérisation possible ;

Le dosage, qui doit être constant à tous les régimes, sans pour autant exclure la possibilité de le faire varier dans des conditions particulières (départ à froid ou accélération rapide).

3.1.1.1. L'évolution des carburateurs :

Les carburateurs utilisés au début de l'automobile étaient lourds et encombrants. Ils se composaient d'un récipient parcouru par des tubulures. La résistance à l'écoulement du mélange vers les cylindres était considérable. Enfin, le fonctionnement, bien que très simple, était loin d'être satisfaisant. Ils n'étaient pas capables de fournir longtemps un mélange suffisamment homogène dont la composition soit adaptée aux différents régimes du moteur. Ils furent rapidement améliorés par l'adjonction d'un flotteur permettant de contrôler le niveau du carburant et par le montage d'une prise d'air supplémentaire reliée au tube de sortie du mélange carburé.

Ce dernier dispositif donnait la possibilité aux conducteurs, grâce à une commande manuelle, de corriger le dosage du mélange carburé.



Carburateur élémentaire

Le carburateur élémentaire comprend :

La cuve à niveau constant, dans laquelle un flotteur muni d'un pointeau permet l'ouverture ou la fermeture de l'orifice d'arrivée de l'essence. Ce système élimine les effets de la différence de niveau entre le réservoir et le carburateur. En général, la position du flotteur est réglable : le choix d'un niveau correct

empêche de « noyer » le moteur et évite les « trous » lors du fonctionnement, inconvénients qui se produisent respectivement lorsque le niveau est trop haut ou trop bas.

Le diffuseur, ou buse, qui présente un étranglement et prend, en général, la forme d'un tube de Venturi. Il crée la dépression nécessaire à l'aspiration du carburant. La forme de la partie étranglée du diffuseur est soigneusement étudiée pour éviter l'apparition, dans la colonne d'air, de turbulences qui gêneraient l'aspiration du combustible.

La vitesse maximale, au niveau de l'étranglement, doit être comprise dans des limites bien déterminées (en général entre 100 et 130 m/s). La vaporisation complète du mélange est réalisée dans la zone aval du diffuseur jusqu'à la soupape d'admission.

Le gicleur, qui affleure à un niveau légèrement supérieur à celui de l'essence et qui sert à introduire le combustible dans la zone de dépression du diffuseur. Le débit du gicleur dépend de son diamètre et de la dépression. Le gicleur se présente sous la forme d'une petite vis comportant un orifice calibré. Il est placé, à partir de la cuve, en un point facilement accessible sur la canalisation de carburant.

Le diamètre de l'orifice, appelé diamètre du gicleur, s'exprime en centièmes de millimètre. En le modifiant, on peut enrichir ou appauvrir le mélange et faire varier, dans un certain intervalle, les performances et la consommation du moteur.

La forme et le fini de fabrication du gicleur ont une grande importance en raison de l'influence qu'ils exercent sur le débit et sur la pulvérisation du combustible.

Le papillon, placé dans le conduit en aval du diffuseur. Il assure le dosage de la quantité de combustible admise en fonction de l'effort demandé au moteur. Il est commandé par la pédale d'accélérateur.



Les inconvénients du carburateur élémentaire :

Le dosage du mélange admis n'est pas constant. Il varie en fonction du nombre de tours du moteur, de la température et de la pression atmosphérique.

Le carburateur élémentaire ne permet pas les accélérations rapides. L'essence, plus lourde que l'air, ne suit pas instantanément lors des accélérations brusques, ce qui provoque un appauvrissement du mélange.

Le fonctionnement défectueux au ralenti. La vitesse de l'air dans le diffuseur est tellement réduite que l'aspiration de l'essence et sa pulvérisation ne se produisent pas.

Le départ à froid malaisé. La vaporisation du combustible est difficile et le mélange reste pauvre, même si le rapport air-combustible atteint des valeurs supérieures au rapport stoechiométrique (Le rapport idéal pour une bonne combustion est de 14,7 grammes d'air pour 1 gramme d'essence. C'est ce que les spécialistes appellent le rapport stœchiométrique. Dans ce cas la richesse est égale à 1. Un mélange pauvre de 18 à 1 (rapport de richesse de 1,2) permet d'obtenir des faibles consommations. Cette technique est utilisée dans le cas des injections directes essence).

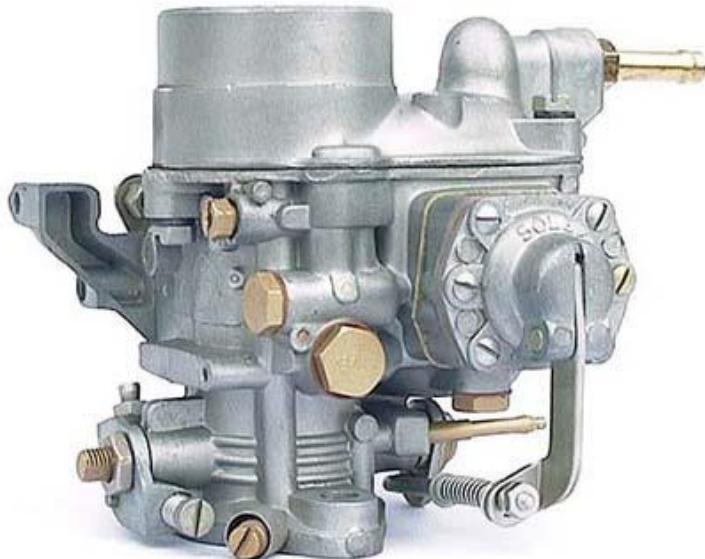
Or, c'est précisément lors du départ à froid qu'il faut pouvoir disposer d'un mélange riche. Si la quantité d'essence aspirée était toujours proportionnelle au régime du moteur, le phénomène se traduirait par une droite sur un graphique. En fait, le dosage varie avec le régime selon une courbe qui coupe la droite idéale en un seul point.

Tous les points de la courbe, situés au-dessous de la droite, correspondent à un mélange trop pauvre, tandis que les points situés au-dessus indiquent un mélange trop riche.

Les constructeurs ont apporté des solutions différentes afin d'obtenir le dosage parfait, quel que soit le régime. Dans tous les cas, ils sont partis du principe que, puisqu'il existe une vitesse de rotation idéale correspondant au dosage parfait, il faut adopter, pour les autres régimes, un système compensateur capable de réaliser les conditions de dosage parfait.

Les modifications apportées dans ce but au carburateur élémentaire consistent, généralement, en des dispositifs susceptibles de faire varier la composition du mélange, dans des conditions données de fonctionnement du moteur et lors du passage d'un régime de rotation à un autre.

VEY



Vue extérieure d'un carburateur

Les carburateurs ne se rencontrent plus, aujourd'hui que sur les véhicules ayant plus de 10 ans.

3.1.2 L'injection d'essence :

La finalité est de dégager toute l'énergie latente contenue dans le carburant en produisant un mélange combustible permettant une combustion rapide et complète indépendamment des conditions d'utilisation du moteur. En corollaire viennent s'ajouter une diminution de la consommation et de la pollution.

Plusieurs opérations sont à réaliser dans ce cadre :

- Doser soigneusement la quantité de carburant par rapport à l'air ;
- Harmoniser l'état physique du carburant et de l'oxygène, le carburant qui se présente sous forme liquide doit donc être transformé en gaz sous l'effet de la vaporisation, ce qui justifie l'utilisation de l'injection ;
- Homogénéiser le plus possible le mélange.

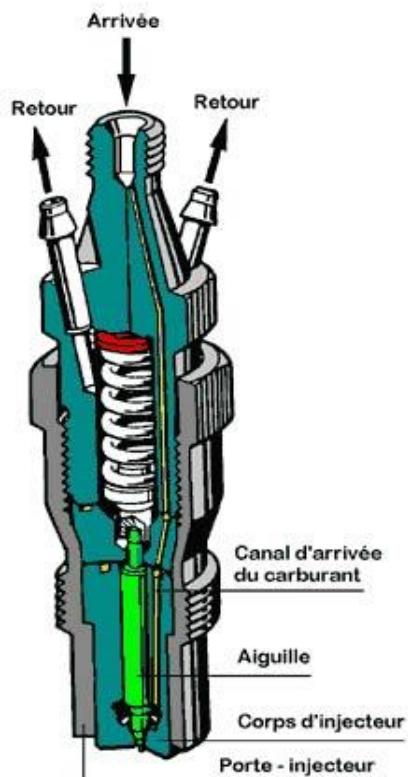
L'**injection** est le dispositif d'alimentation des moteurs à combustion, permettant d'acheminer le carburant dans la chambre de combustion :

- Un peu en amont dans la tubulure d'admission : **injection indirecte** ;
- Directement dans la chambre de combustion : **injection directe**.

Preférée au carburateur afin d'améliorer le rendement du moteur, l'injection fut à l'origine exclusivement mécanique, puis améliorée par l'électronique en utilisant un calculateur électronique.

3.1.2.1. Principes de base :

Dans l'injection mécanique, le combustible est injecté et pulvérisé sous l'action de la pression hydraulique : une pompe fournit la pression nécessaire pour la pulvérisation. Les injecteurs peuvent être du type à buse ouverte ou à aiguille, celle-ci s'ouvrant automatiquement sous la pression du combustible.

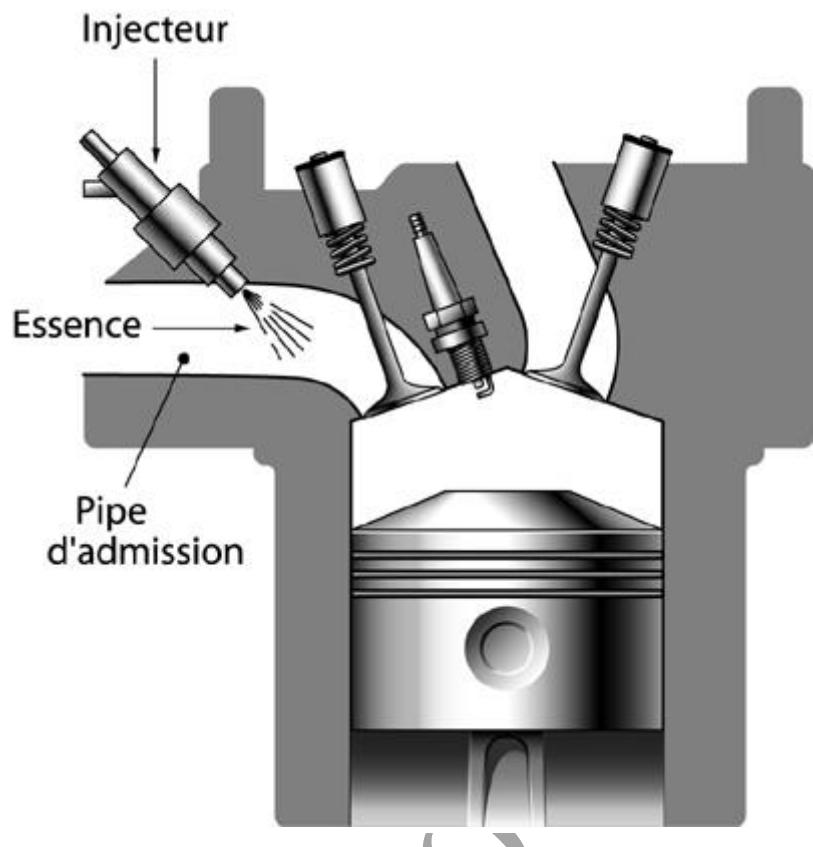


Type d'injecteur

Les pompes, compte tenu des fortes pressions qu'elles doivent produire, sont de type volumétrique, à pistons axiaux ou plongeants. Le dosage du combustible est obtenu par reflux, durant la phase de compression du piston, de la fraction excédentaire dans l'enceinte d'aspiration (pompes à soupape de reflux).

3.1.2.2. L'injection indirecte :

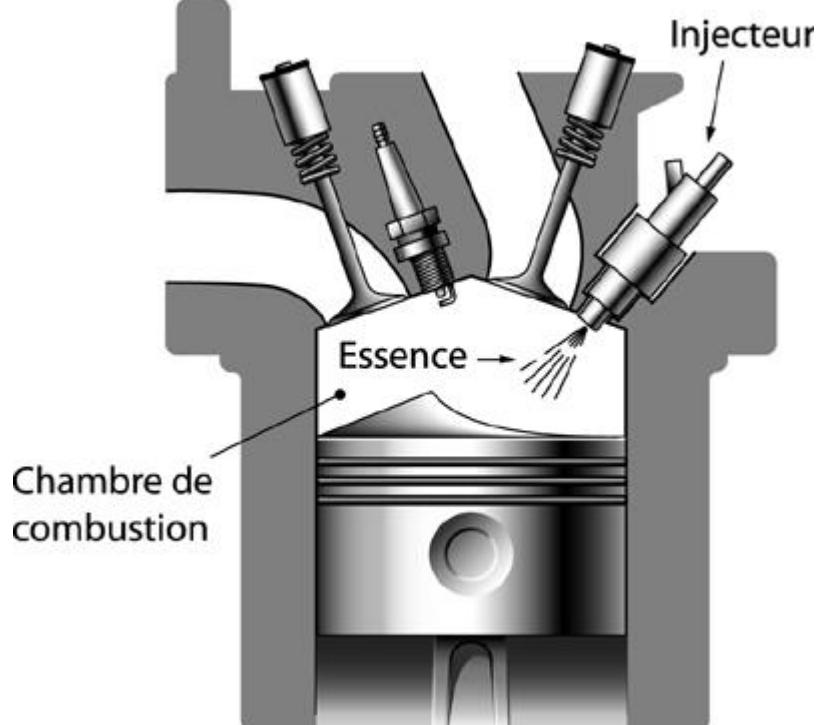
L'essence est pulvérisée dans la tubulure ou pipe d'admission et le mélange se forme donc en amont de la soupape d'admission.



L'injection indirecte accepte une pression d'injection modérée (100 à 200 bars) mais le mélange air essence manque d'homogénéité et de ce fait a un rendement inférieur au mélange obtenu par l'injection directe.

3.1.2.3. L'injection directe :

L'injection directe est une technologie utilisée initialement dans les moteurs à combustion interne (diesel). Elle consiste à diffuser le carburant directement dans la chambre de combustion plutôt qu'en amont dans la tubulure d'admission pour les moteurs à allumage commandé, ou dans une préchambre pour les moteurs diesel. Elle demande une pression beaucoup plus élevée que l'injection indirecte.



Les systèmes d'injection essence utilisent largement l'électronique pour piloter la quantité de carburant introduite dans la chambre de combustion. L'injection directe apporte une économie de carburant en n'injectant le carburant qu'aux endroits où la combustion aura une efficacité maximale.

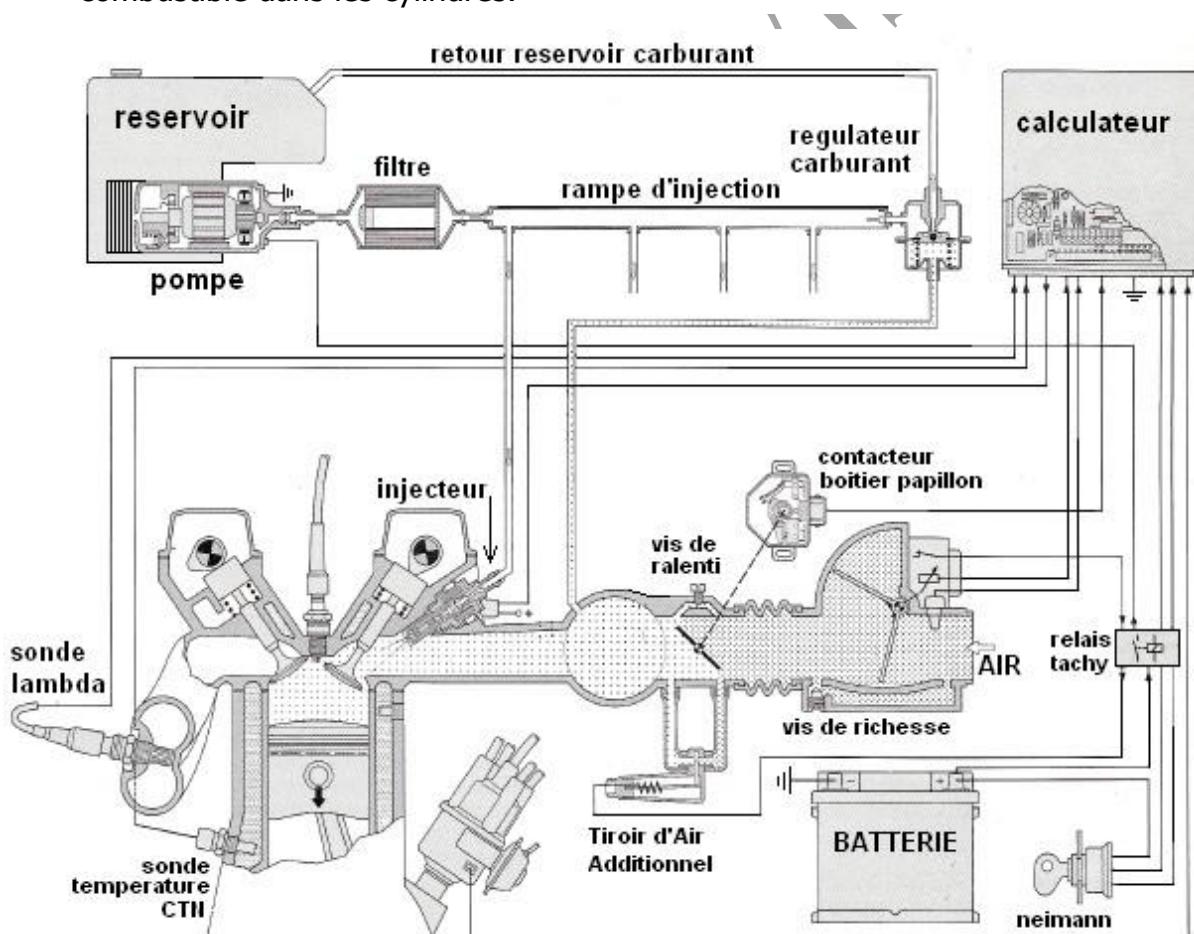
En pratique, l'économie ne se passe que pour un moteur en charge partielle. Dans ces conditions, le carburant est injecté de façon à obtenir un mélange idéalement riche (stoechiométrique) dans un volume où l'utilité est optimale, et se trouve en mélange pauvre dans le reste du cylindre. L'obtention de la forme idéale est favorisée par une pression intérieure supérieure à la pression atmosphérique, d'où la généralisation de l'utilisation conjointe d'un système de compression de gaz à l'admission et de l'injection directe. Cette combinaison

n'a pas le même succès sur les moteurs à allumage commandé, en raison du besoin de gérer en sus des émissions de NOx.

Les plus récents sont de type à rampe commune (appelé aussi communément *common rail* en anglais ou *injection directe haute pression*)

La gestion de l'injection se fait à l'aide d'un E.C.U. (Electronic Control Unit) qui reçoit les informations des capteurs (sondes) tels que enfoncement de la pédale d'accélérateur, température du moteur, de l'air, le taux d'oxygène, etc. À partir de ces informations, il agit sur des actionneurs (injecteurs, volets d'admission d'air...).

Le système common rail ou injection directe à rampe commune ou injection directe à haute pression est issu de la technologie utilisée sur les moteurs diesel. Sa caractéristique réside dans la présence d'un unique conduit à haute pression, entre 300 et 1700 bars à pleine charge, pour l'alimentation du combustible dans les cylindres.



Circuit d'alimentation à rampe commune

Un contrôle électronique de la durée de l'injection ainsi que de la quantité exacte de combustible à utiliser est effectué par des soupapes solénoïdes ou piézoélectriques. De plus, la haute pression permet une meilleure répartition du nuage de combustible.

Pour réduire le bruit de fonctionnement du moteur, une infime quantité de combustible est injectée avant l'injection principale. Cette solution appelée pré-injection, permet au carburant de commencer à brûler en un point particulier de la chambre de combustion, à la différence des moteurs diesel traditionnels dans lesquels on avait plusieurs points d'allumage non maîtrisés. De ce fait, les moteurs équipés du système common rail sont plus silencieux et ne connaissent plus de pics de pression en obtenant une combustion beaucoup plus régulière, et permettent une nette diminution des émissions de gaz non brûlés et de la consommation d'environ 15% avec une hausse des prestations de 12%. Le système de pré-injection donne au common rail un aspect beaucoup plus semblable aux moteurs à allumage commandé, comme les traditionnels moteurs à essence.

3.2. L'injection Diesel :

Le système d'injection des moteurs Diesel respecte les mêmes principes de base que celui de l'injection sur les moteurs à essence.

Le carburant est aspiré par une pompe électrique immergée dans le réservoir. Elle refoule le carburant sous une faible pression (2 à 3 bars) vers le filtre à carburant dont la partie régulateur permet de maintenir une pression sensiblement constante.

La pompe haute pression refoule le carburant vers la rampe commune et les tuyauteries d'injecteurs. Les valeurs dans la partie haute pression peuvent atteindre 1 500 bars.

Les injecteurs à commande électromagnétique s'ouvrent ou se ferment sous l'impulsion d'un courant électrique généré par un calculateur électronique. Le point d'injection et la durée sont gérés par de nombreux paramètres :

- Régime et position du vilebrequin ;
- Débit pression et température de l'air d'admission,
- Température et pression du combustible ;
- Position de la pédale d'accélérateur...

Ce système a pour avantages :

- Une augmentation sensible de la puissance et du couple moteur ;

- Une diminution de la consommation et de la pollution ;
- Un meilleur rapport masse puissance ;
- Un démarrage quasi instantané.

Dans les moteurs précédents à injection directe, une pompe à basse pression alimentait les injecteurs ou des conduits à haute pression jusqu'aux soupapes contrôlées par un arbre à cames. La troisième génération de moteurs diesel common rail utilise des injecteurs piézoélectriques qui permettent de contrôler très précisément la quantité de carburant et une pression qui peut aller jusqu'à 2000 bars, voire au-delà.

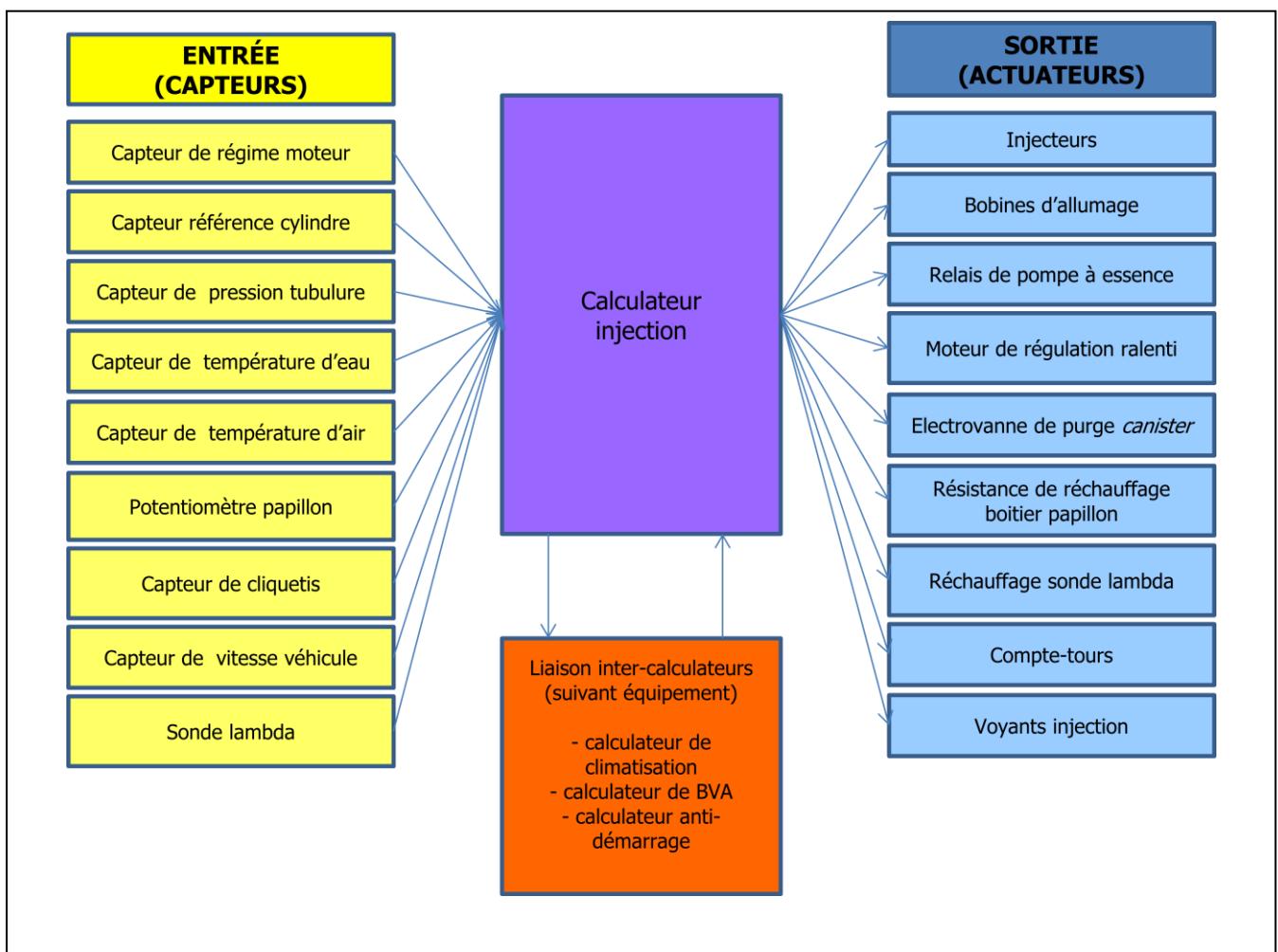
4.3. La gestion électronique de l'injection :

Pour que les cylindres reçoivent un mélange parfaitement combustible, il faut :

- Un dosage air/essence adapté à toutes les conditions de fonctionnement (vitesse de rotation, charge, température...) ;
- Un mélange parfaitement homogène ;
- Une répartition uniforme dans les cylindres.

Le système d'injection électronique fait une analyse permanente des différents paramètres tels que :

- La vitesse de rotation du moteur ;
- Le volume d'air admis ;
- La position de l'ouverture des gaz ;
- La température du moteur...



La gestion électronique de l'injection comporte trois niveaux qui fonctionnent suivant le système :

ENTREE → TRAITEMENT → SORTIE

Entrée : des capteurs recueillent des informations sur :

- Le fonctionnement du moteur (régime, température, pressions...) ;
- La vitesse du véhicule ;
- Les gaz d'échappement.

Les informations sont transmises au calculateur d'injection.



Capteur de gaz combustible

Traitement : le calculateur qui est en liaison avec les autres calculateurs embarqués va ensuite :

- Lire les valeurs fournies par les capteurs dans la mémoire vive (RAM) ;
- Identifier les états de fonctionnement en relation avec ces valeurs ;
- Reprendre de la mémoire de programme (ROM) les valeurs de la cartographie pour ces états de fonctionnement ;
- Relier les valeurs mesurées et les valeurs de la cartographie en respectant les règles de calcul déposées dans la mémoire de programme ;
- Calculer des signaux d'actionneurs à partir des valeurs intermédiaires et des valeurs mesurées ;
- Transmettre les signaux d'actionneurs aux modules d'entrées et de sortie.



Calculateur pour la gestion de l'alimentation

Sortie : les actionneurs transforment les instructions du calculateur en action sur le système.



Actionneur rotatif pneumatique

3.3.1. Avantages – Inconvénients :

3.3.1.1 Consommation :

La consommation de carburant, avec l'utilisation de système à injection, diminue en raison de l'amélioration de la précision de la carburation et de la réduction des pertes de charge (plus de venturi).

L'injection directe permet d'avoir des charges beaucoup plus stratifiées (réparties en plusieurs couches de richesse différente). L'utilisation de charges stratifiées permet de réduire la quantité de carburant nécessaire à la combustion ce qui entraîne une baisse de la consommation. Néanmoins, l'injection directe n'a pas résolu tous les problèmes de pollution.

3.3.1.2. Efficacité :

Les variations de puissance que subit le moteur sont contrôlées par la quantité de carburant injecté. Comme le mélange n'a pas nécessairement une richesse proche de 1, la quantité d'air injecté à chaque phase d'admission peut rester constante.

Un avantage de l'injection directe apparaît ici : le papillon présent dans la tubulure d'admission et destiné à réguler la quantité d'air admise devient superflu.

L'absence de papillon réduit les pertes de charges. De plus, un moteur à charge stratifiée et sans papillon produit la même quantité d'énergie qu'un moteur classique mais avec une plus grande masse de gaz. Ceci entraîne une augmentation de température moins importante et donc des pertes thermiques plus faibles.

3.3.1.3. Pollution :

 Les systèmes à injection permettent de réaliser un dosage plus précis et permettent de diminuer la présence de produits toxiques et polluants dans les gaz d'échappement.

Comme les moteurs Diesel, les moteurs à essence produisent des particules à cause des différences de tailles de gouttelettes que contient le jet. En effet, les plus grosses gouttelettes présentes dans le cylindre n'ont pas le temps de s'évaporer et ne sont donc que partiellement brûlées. L'injection permet d'homogénéiser le mélange limitant ainsi l'effet cité ci-dessus.

Dans les moteurs à injection directe essence, la température locale des zones de réaction est élevée. La production de NOx y est importante. Par conséquent, la production des oxydes d'azote des moteurs de ce type sans système de recirculation des gaz brûlés est semblable à celle des moteurs à essence classiques.

3.3.1.4. Complexité :

Ce système comporte un inconvénient majeur : sa complexité.

À faible charge, les moteurs fonctionnent en injectant peu de carburant tard pendant la phase de compression et en maintenant le nuage de carburant séparé de la majorité de l'air.

Le contrôle de l'écoulement de l'air dans le cylindre et l'optimisation de la forme de l'injecteur nécessitent alors une étude préalable. Lorsque la charge augmente, le début de l'injection se fait de plus en plus tôt durant la phase admission et le carburant se mélange de plus en plus avec l'air présent dans le cylindre jusqu'à obtenir une charge homogène à pleine charge.

De nombreux problèmes découlent du fait que dans les moteur à essence, le nuage d'essence n'occupe ni le même volume ni la même place dans le cylindre alors que la bougie d'allumage reste fixe.

3.4. Quelles conséquences pour le conducteur :

Les progrès de la mécanique, la recherche des économies d'énergie, l'apparition des aides à la conduite ont deux conséquences principales pour le conducteur amené à utiliser un véhicule récent qui doit, sous peine de commettre des erreurs ou de mal utiliser les différentes fonctions du véhicule :

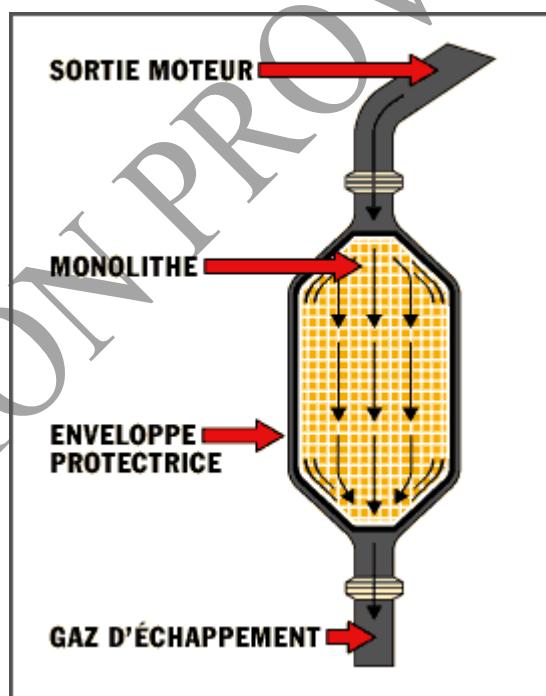
- S'informer sur les principes de fonctionnement du véhicule, en particulier la gestion du moteur, les aides à la conduite et les conseils d'utilisation ;
- Modifier en conséquence ses comportements au volant pour mettre en application les principes de la conduite rationnelle et prévisionnelle. Par exemple, savoir que sur le véhicule la consommation est nulle en phase de décélération permet de comprendre l'utilité d'anticiper les ralentissements ou les arrêts en levant le pied longtemps à l'avance et en laissant (vitesse enclenchée !) le véhicule rouler sur son élan.

4. LES SYSTEMES ANTI POLLUTION :

4.1. Les pots catalytiques :

Le pot catalytique ou catalyseur est une amélioration récente du pot d'échappement des moteurs à combustion interne. C'est un des éléments visant à limiter la nocivité des gaz d'échappement des véhicules motorisés.

Il est constitué d'une chambre d'acier inoxydable dans laquelle sont conduits les gaz d'échappement, lesquels traversent les conduites plus ou moins "capillaires" d'une structure en nid d'abeille généralement faite en céramique. L'intérieur des conduits est recouvert d'une fine couche de cristaux combinant au moins trois métaux précieux. La structure interne du pot est conçue pour offrir une grande surface de contact entre les éléments catalyseurs et les gaz d'échappement.



4.1.1. Fonctionnement :

Les éléments catalytiques déclenchent ou accentuent les réactions chimiques qui tendent à transformer les constituants les plus toxiques des gaz d'échappement

(monoxyde de carbone, hydrocarbures imbrûlés, oxydes d'azote), en éléments moins toxiques (eau et CO₂).

Il existe deux grands types de pot catalytique, chacun adapté à la nature du carburant utilisé.

- Catalyseur à trois voies (pour les moteurs à essence) ;
- Catalyseur à deux voies associé ou non à un filtre à particule pour les moteurs Diesel.

4.1.2. Catalyseur à trois voies :

Il provoque trois réactions simultanées :

- Une réduction des oxydes d'azote en azote et en dioxyde de carbone ;
- Une oxydation des monoxydes de carbone en dioxyde de carbone ;
- Une oxydation des hydrocarbures imbrûlés (HC) en dioxyde de carbone et en eau.

Le pot n'est efficace qu'à partir d'environ 400 °C, ce qui explique que ces pots sont relativement inefficaces pour de petits trajets ne laissant pas le temps au moteur de chauffer.

Les réactions d'oxydations (demandant une forte présence d'oxygène) et de réduction (demandant une faible présence d'oxygène) sont contradictoires. Elles ne se produisent simultanément que si la quantité d'air dans le carburant est optimale. Ceci est assuré par la sonde lambda qui renseigne le calculateur de gestion du moteur.

Sonde lambda : Les modèles actuels sont équipés d'une double sonde à oxygène dite "lambda", liée à un calculateur électronique qui pilote la quantité de carburant à injecter dans le moteur (le rapport idéal air/carburant est de 14,7/1).

Si la proportion de carburant augmente, les rejets de monoxyde de carbone (CO) et d'hydrocarbures (HC) augmentent aussi, si elle diminue (mélange pauvre), c'est le taux d'oxydes d'azote (NOx) qui augmente et, par suite la probabilité de production d'ozone.

4.1.3. Catalyseurs à deux voies pour les moteurs diesel :

Les catalyseurs d'automobiles vendus dans les années 1990-2000 visent à convertir le monoxyde de carbone (CO) et les hydrocarbures imbrûlés (HC) en dioxyde de carbone (CO₂) et en eau, tout en réduisant la masse de particules du carburant diesel. Ils n'éliminent pas les oxydes d'azote (NOx) ni ne diminuent la quantité de particules émises d'où la nécessité de les compléter par un filtre à particules.

4.1.4. Impacts environnementaux positifs et négatifs :

Impacts positifs : Les pots catalysés ont permis de diminuer les émissions de 3 polluants : monoxyde de carbone (CO, toxique), oxydes d'azote (précurseurs de l'ozone) ainsi que des hydrocarbures imbrûlés (polluants et parfois mutagènes et cancérogènes), et indirectement du plomb (en favorisant les carburants sans plomb)

Limites du système : La catalyse ne résout pas tous les problèmes de pollution des gaz d'échappement, et elle en crée de nouveaux :

- Le catalyseur n'est efficace qu'au-dessus d'environ 400 °C, température qui n'est généralement atteinte qu'après 10 à 15 kilomètres de conduite. Or, c'est au démarrage que les émissions de gaz toxiques sont les plus importantes.
- Des polluants majeurs ne sont pas traités : la température de fonctionnement du catalyseur à trois voies provoque une réaction parasite qui crée du N₂O, un puissant gaz à effet de serre, et il ne traite pas le CO₂. Ce sont donc deux gaz à effet de serre qui sont produits et/ou non traités.
- Remplacement du plomb : le plomb utilisé pour relever l'indice d'octane a été remplacé car il détruit les pots catalytiques et pour ses inconvénients graves (le plomb est non dégradable, et facteur de saturnisme). Mais le benzène et certains métaux lourds (ex :Manganèse en l'additif sur les véhicules qui ne supportent pas les carburants sans plomb) qui ont remplacé le plomb comme « *anti-détonants* »(une grande partie du benzène a été aujourd'hui remplacée par des alcools qui ont des propriétés anti-détonantes similaires) posent d'autres problèmes écologiques et sanitaires (le benzène est cancérogène), et ils pollue par les métaux précieux :

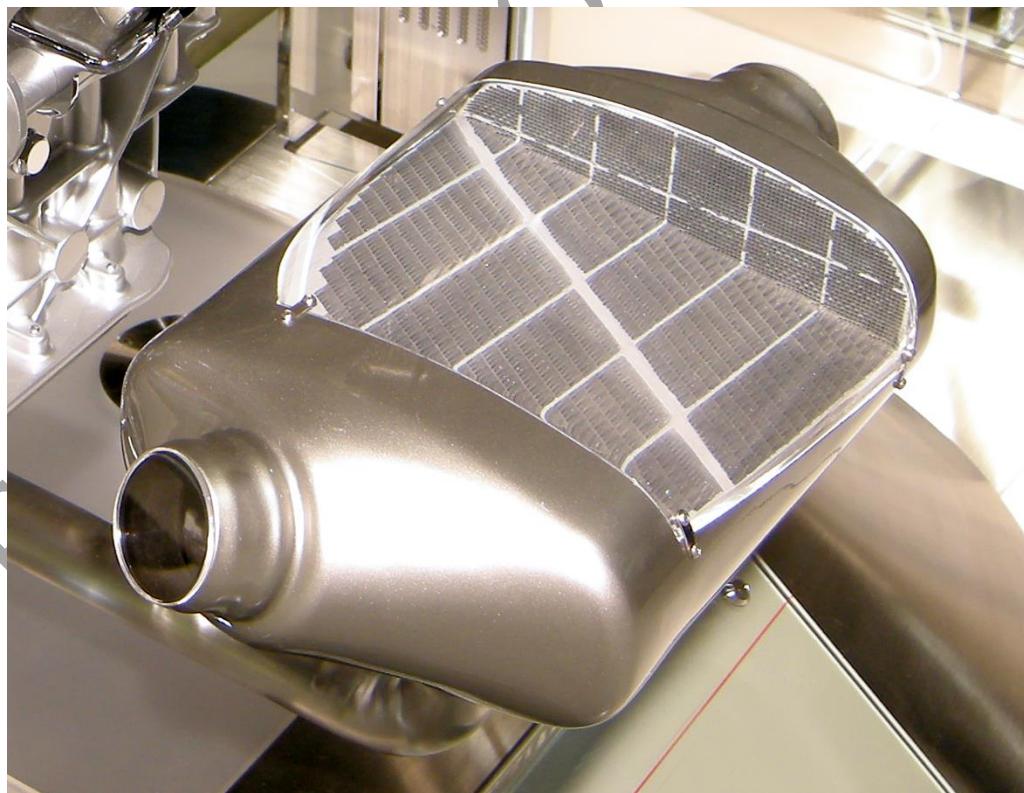
- Les pots sont soumis à un flux corrosif et encrassant, à de fréquentes variations de température et de pression, à des chocs thermiques et aux vibrations, ce qui explique qu'une part des métaux lourds utilisés soient peu à peu arrachés de leur support et expulsés avec les gaz d'échappement.

Ces métaux autrefois rares dans notre environnement sont maintenant communément trouvés sont de plus en plus présents dans l'air et l'environnement urbain et aux abords des routes à fort trafic.

4.2. Le filtre à particules :

Un filtre à particules est un système de filtration utilisé pour retenir les fines particules, réputées cancérigènes, contenues dans les gaz de combustion. Ces particules de suie sont essentiellement composées de carbone et ont typiquement une taille comprise entre 10 nm et un micromètre.

Ces filtres équipent des moteurs Diesel.



Coupe d'un filtre à particules

Déjà utilisé sur des installations industrielles et sur certains véhicules utilitaires lourds, son application sur des véhicules particuliers se heurtait jusqu'à présent au problème de *la régénération du filtre*.

4.2.1. Principe de régénération du filtre à particules :

La régénération, commandée par le calculateur de gestion du moteur, consiste à bruler périodiquement les particules accumulées dans le filtre. Ces particules sont composées principalement de carbone et d'hydrocarbures. En présence d'oxygène, la régénération du filtre par combustion des particules s'effectue naturellement lorsque la température des gaz d'échappement dépasse 550° C

Ces 550° C sont très éloignés des températures observées dans la plage habituelle d'utilisation d'un moteur Diesel car, d'une part les progrès réalisés sur le rendement des moteurs ont réduit l'énergie dissipée à l'échappement, d'autre part, en ville, le moteur est thermiquement peu sollicité et la température à l'échappement ne dépasse pas 200° C.

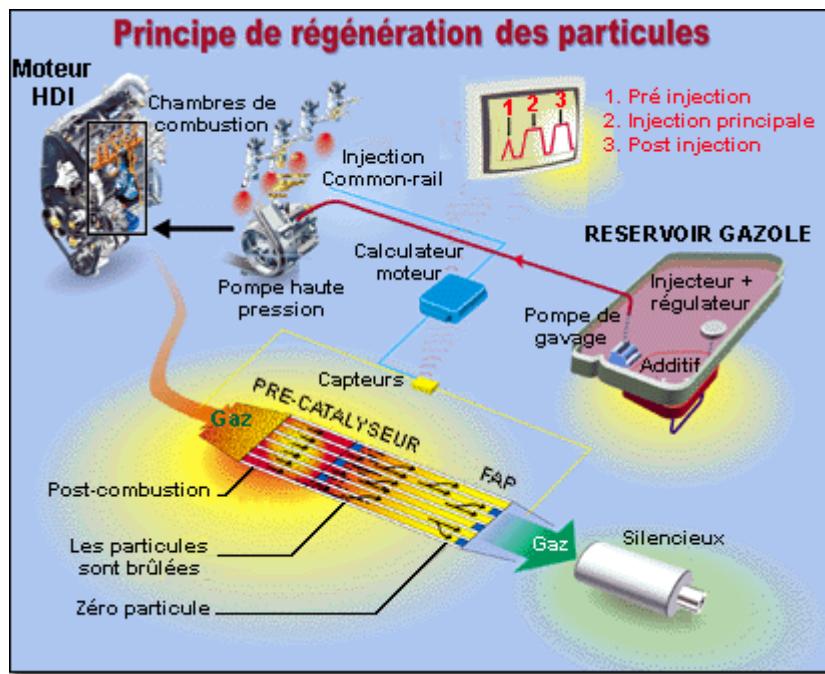
Une régénération complète dure deux à trois minutes, elle s'effectue tous les 400 à 500 km.

Il a donc été nécessaire de développer une technique de régénération du FAP qui soit :

- Sans incidence sur l'agrément de conduite ;
- Compatible avec les normes anti-pollution en vigueur ;
- Facilement gérable.

Le système de filtre à particules comprend :

- Un support filtrant en carbure de silicium associé à un pré catalyseur placé en amont ;
- Des capteurs de contrôle de la température et de la pression ;
- Un logiciel de commande et de contrôle du système intégré dans le calculateur de gestion du moteur « Common rail ». Ce logiciel constitue le cœur du système, il pilote la régénération du filtre et assure l'auto-diagnostic du système ;
- Un système d'additivation du carburant, intégré au véhicule, qui injecte dans le réservoir, à chaque plein une quantité appropriée d'additif spécifique



4.3. Recyclage des gaz d'échappement (EGR) :

Pour diminuer la formation des NOx (oxydes d'azote) les moteurs sont équipés d'un circuit de recyclage des gaz d'échappement EGR (Exhaust Gas Recirculation).

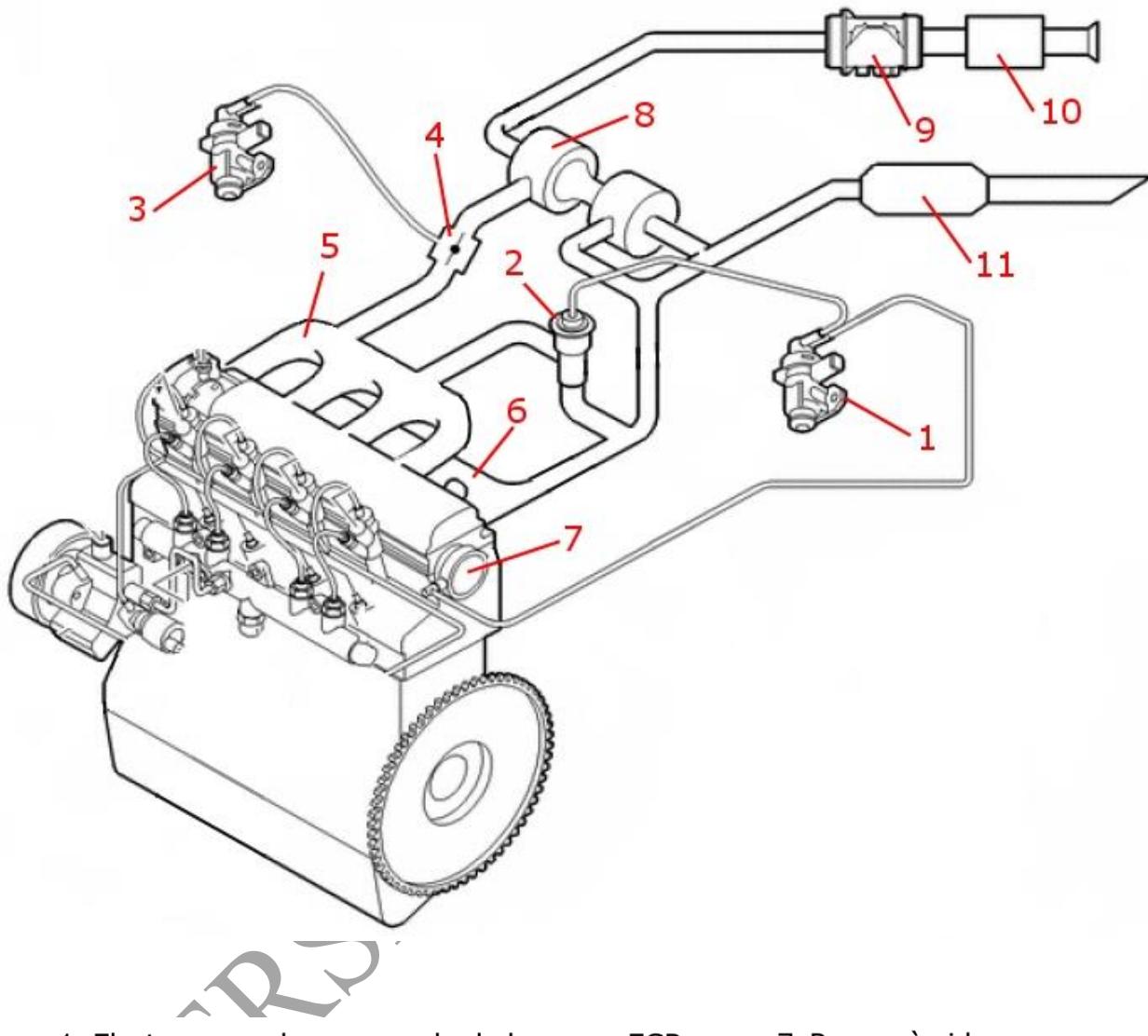
Les gaz d'échappement puisés dans le collecteur d'échappement sont transférés vers le circuit d'admission par l'intermédiaire d'une vanne de recyclage actionnée par une électrovanne pilotée par le calculateur qui contrôle le moteur.



www.motournature.com

Le calculateur gère le pilotage de l'EGR par l'intermédiaire d'une électrovanne ou d'un moteur électrique en fonction de plusieurs paramètres (température eau, air, information ralenti pleine charge....)

Intégration de l'EGR :



- | | |
|---|---------------------|
| 1. Electrovanne de commande de la vanne EGR | 7. Pompe à vide |
| 2. Vanne EGR | 8. Turbo |
| 3. Electrovanne de commande du boîtier doseur | 9. Débitmètre d'air |
| 4. Boîtier doseur | 10. Filtre à air |
| 5. Collecteur d'admission | 11. Catalyseur |
| 6. Collecteur d'échappement | |

5. CONNAITRE LA TRANSMISSION :

La transmission d'une automobile permet d'adapter la vitesse de rotation d'un moteur thermique à la vitesse de rotation des roues du véhicule.

En effet, un moteur thermique tourne à une vitesse assez constante et relativement élevée (1 000, 2 000, 3 000 tours par minute selon ce qu'indique le compte-tours) alors que la vitesse des roues est beaucoup moins rapide et beaucoup plus variable.

Pour permettre aux éléments moteurs de fonctionner harmonieusement, la transmission réduit le couple du moteur par l'intermédiaire de la boîte de vitesses. A l'entrée de la boîte, l'axe entrant tourne à la même vitesse que le moteur. Après la boîte, l'axe sortant (arbre d'entrainement) tourne à la même vitesse que les roues.

Pour permettre le calage des vitesses, la boîte comporte plusieurs pignons de diamètres différents. Lorsque l'on passe une vitesse, l'axe entrant est séparé momentanément du moteur grâce à l'embrayage. Ceci vaut pour les boîtes manuelles bien sûr. Les boîtes automatiques elles fonctionnent non plus sur un mode mécanique mais hydraulique.

En proposant plusieurs coefficients de réduction (ou de démultiplication), dénommés rapports de transmission, la boîte de vitesses est ainsi l'élément central qui adapte le couple moteur disponible, plutôt faible et souvent peu négociable, au couple nécessaire à la roue, souvent très variable en fonction des différentes situations dynamiques, pour vaincre les résistances au démarrage ou à l'avancement (variant suivant les conditions de roulage) du véhicule.

La boîte de vitesses offre ainsi la possibilité d'augmenter le couple disponible sur l'essieu moteur, le réducteur à engrenages étant la solution la plus commune pour réaliser cette fonction. La boîte dispose ainsi d'un rapport nul appelé point mort pour entre autres le démarrage du moteur, d'un rapport de marche arrière pour inverser le sens de rotation des roues et de plusieurs rapports étagés pour la marche avant

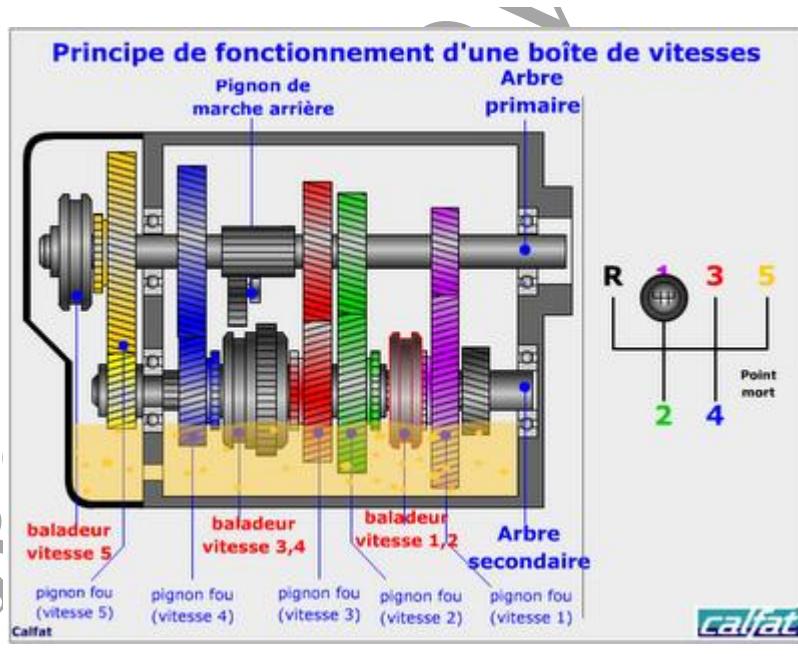
On peut distinguer :

- Les boîtes à commandes manuelles : les rapports sont sélectionnés par le conducteur ;
- Les boîtes automatiques : les rapports sont sélectionnés automatiquement sans intervention du conducteur ;
- Les boîtes robotisées : un automate assure les changements de rapports ;
- Les systèmes à variateurs : une variation continue est assurée par l'intermédiaire d'une courroie entraînée par une poulie dont les flasques peuvent s'écartier ou se rapprocher faisant varier le diamètre intérieur procurant ainsi une variation continue de la démultiplication. Ce type de transmission est peu répandu et limité aux petites voitures.

5.1. Boîte manuelle :

La boîte manuelle est la formule la plus commune de transmission sur les voitures d'aujourd'hui. Elle est dite à engrenages puisqu'elle comporte une série de pignons qui permet de monter ou de descendre les rapports de façon synchronisée. La boîte manuelle est actionnée avec un levier de vitesse le plus souvent situé entre les deux sièges avant et plus rarement placé au volant. Pour actionner le levier, il est indispensable d'actionner dans le même temps la pédale d'embrayage afin de séparer la boîte de vitesse du moteur. Le changement de pignon permet de réduire ou d'augmenter la vitesse selon que l'on souhaite monter d'une vitesse ou rétrograder.

Les boîtes manuelles se déclinent le plus souvent en 5 vitesses + marche arrière mais de nombreux nouveaux modèles sont à 6 rapports + marche arrière. L'adjonction d'un rapport supplémentaire est principalement intéressante sur l'autoroute puisqu'elle permet de consommer moins et d'économiser le moteur.



Le fonctionnement d'une boîte manuelle est mécanique. Le principal avantage de ce système est qu'il permet au conducteur de pouvoir parfaitement gérer le changement de rapport et, théoriquement, agir sur la consommation de carburant en maintenant le régime du moteur au plus près du couple maximum. Par contre, chaque passage de vitesse doit être réalisé dans les règles de l'art : débrayage, embrayage, actionnement du levier. Pour une conduite en ville notamment, la boîte manuelle est loin d'être aussi confortable que la boîte automatique. De plus ce type de boîte provoque des comportements déviants : le conducteur pour éviter de rétrograder les vitesses passe au point mort longtemps avant l'arrêt ce qui est incompatible avec la conduite rationnelle et prévisionnelle et avec la sécurité : si le conducteur doit dégager rapidement, il est handicapé par le temps perdu pour sélectionner une vitesse.

5.2. Boîte automatique :

La boîte de vitesse automatique (souvent abrégée en BVA) était initialement proposée sur les voitures haut de gamme équipées d'un moteur relativement puissant. Elle a pour principal avantage d'être très confortable à l'usage. Avec une boîte automatique, fini le débrayage et l'embrayage. Dès que le frein est lâché et que la pédale d'accélérateur est enfoncée, la voiture avance et gère seule le passage des vitesses. Le passage des vitesses se fait de façon beaucoup plus coulée, sans à coup. La gestion des rapports tient compte de la pression exercée sur la pédale d'accélérateur et la pédale de frein, le régime du moteur, la résistance de la voiture à l'air et aux frottements. Lorsque la pédale d'accélérateur est franchement enfoncée pour dépasser par exemple, la boîte automatique rétrograde d'elle-même pour que le moteur tourne plus vite et dégage plus de puissance.

Les boîtes automatiques fonctionnent en permanence sous couple permettant un transfert de puissance quasi continu. Cette particularité est possible grâce à un système d'embrayage assuré, non pas par un disque de friction, mais par un convertisseur de couple hydraulique ce qui autorise des glissements (équivalent du patinage lors du passage de rapport sur une boîte manuelle). En glissement quasi permanent, le convertisseur est à l'origine du mauvais rendement (consommation accrue) de ce type de boîte si bien que les boîtes modernes disposent d'un verrouillage du convertisseur qui s'enclenche dès que les régimes des arbres d'entrée et de sortie sont suffisamment voisins afin d'éviter le glissement. Pour permettre une meilleure exploitation du moteur, les boîtes automatiques initialement à 3 ou 4 rapports proposent maintenant 7 ou 8 rapports

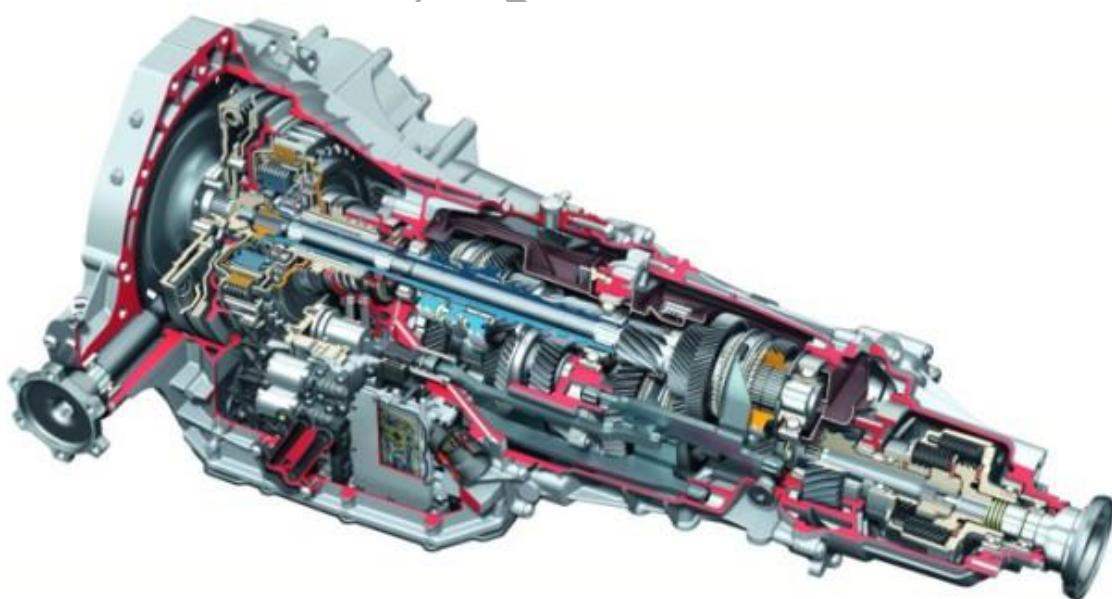
5.3. Boîte robotisée :

Une **boîte de vitesses robotisée** est une boîte de vitesses mécanique à engrenages parallèles sur laquelle est greffé un système automatisé électrotechnique, qui pilote les sélecteurs et le ou les embrayages, souvent en association avec un système hydraulique, et qui se comporte :

- Soit en mode automatique, comme une boîte automatique changeant les rapports au moment le plus opportun ;
- Soit en mode manuel, auquel cas le conducteur peut changer de rapport à l'aide de boutons, palettes, ou d'un levier, à condition que les conditions ad hoc soient réunies (pour éviter sur- et sous-régime).

Cette boîte de vitesses ne comporte donc pas de pédale d'embrayage.

S'il grève moins les performances et la consommation qu'une boîte automatique à convertisseur, ce type de transmission n'en a généralement pas la douceur.



AudiPassion.com

Boîte de vitesses robotisée à 7 rapports

Une déclinaison de la boîte robotisée est la boîte séquentielle issue de la compétition et dont l'objectif est de réduire le temps de passage des vitesses. Des "palettes" au volant permettent de passer les rapports plus facilement et plus rapidement (0,2 seconde).

5.4. La transmission finale :

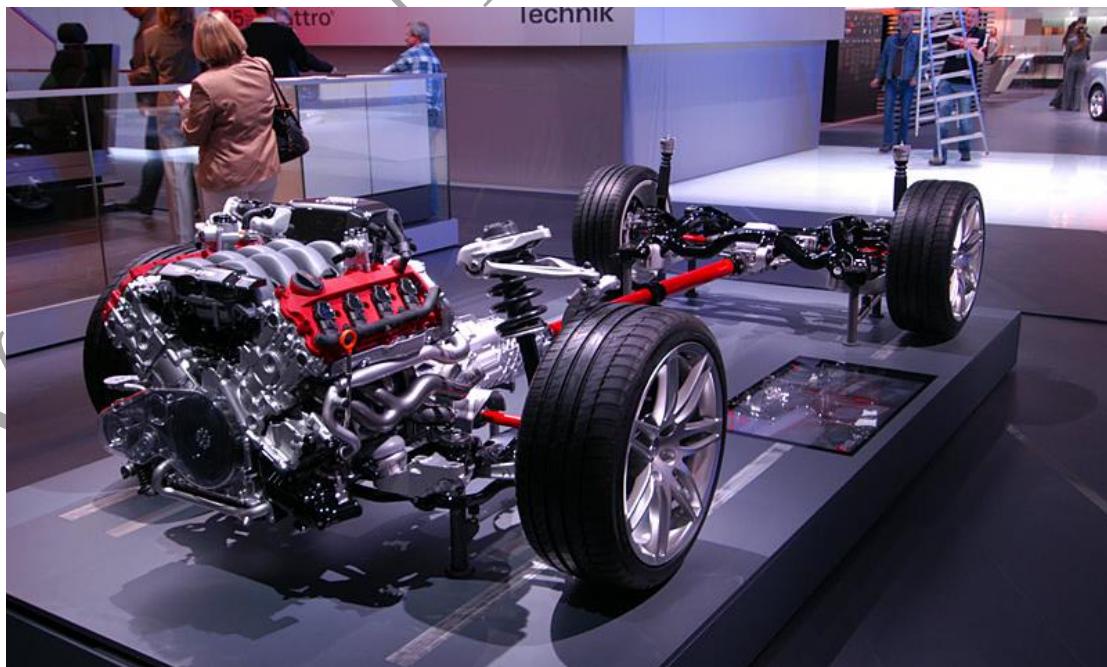
5.4.1. Connaître l'architecture générale et la répartition des principaux éléments :

Trois méthodes de transmission du couple moteur aux roues sont distinguées : la traction, la propulsion et la transmission intégrale.

Sur une automobile à traction, le couple du moteur est transmis uniquement aux roues avant, tandis que sur une propulsion, ce couple est transmis aux roues arrière. Si le moteur n'est pas situé à l'arrière, le mouvement est transmis grâce à un arbre de transmission.

Sur un véhicule à transmission intégrale, les deux systèmes coexistent afin d'offrir le maximum de motricité, surtout en tout-terrain. Sur certaines implantations, l'arbre reliant les essieux avant et arrière est muni d'un différentiel permettant de répartir dynamiquement le couple entre ces essieux.

5.4.1.1 Les véhicules types « propulsion » :



Ce type de véhicule s'est vu peu à peu remplacé par la traction pour des raisons techniques : moteur (pouvant être transversal), boîte de vitesses et transmissions

sont regroupés dans un seul ensemble et de sécurité, aménagement intérieur plus facile : tout le système mécanique est regroupé à l'avant et il n'y a plus de tunnel pour l'arbre de transmission: meilleur comportement routier en général, véhicule plus facilement contrôlable sur chaussée glissante.

5.4.1.2 Les véhicules types « traction » :



La « mini » révolutionnaire en son temps ! (*dessin d'époque*)

5.4.1.3 Les véhicules à quatre roues motrices ou transmission intégrale :



On distingue trois types de transmission intégrale :

a) La transmission intégrale enclenchable :

Utilisée principalement sur les véhicules tout-terrains traditionnels, le principe est que le véhicule roule normalement en deux roues motrices (traction ou plus régulièrement propulsion). Lorsque l'adhérence devient précaire, le conducteur peut enclencher à l'aide d'une manette le pont avant ou arrière. Certains de ces véhicules ne possèdent pas de différentiel central (équivalent au différentiel d'un essieu et répartissant les forces et différences de vitesses de roulage entre essieux avant et arrière), et ne peuvent rouler en quatre roues motrices sur terrain sec et accrocheur, ce qui en constitue le principal désavantage sauf en cas de croisement de ponts.

b) La transmission intégrale semi-permanente :

Utilisée principalement sur les berlines ou SUV (abréviation de l'anglais **Sport Utility Vehicle**) à moteur transversal, le principe est que le véhicule roule normalement en deux roues motrices (traction pour la plupart des véhicules de ce type). Lorsque le véhicule détecte une différence de vitesse entre les roues avant et arrière, un visco-coupleur envoie une partie du couple sur le train de roues jusqu'ici inexploité. Les principaux avantages sont que le système prend peu de place, et se révèle économique en carburant. Le désavantage est que le système est moins réactif, par rapport à une transmission intégrale permanente. Dans le cas d'une traction, on peut remarquer que le véhicule va progressivement « s'assoir » sur l'arrière avant la perte de motricité (dans une courbe par exemple). C'est un gage de sécurité non négligeable.

c) La transmission intégrale permanente :

Utilisée principalement sur les berlines et SUV haut de gamme, le principe est que le véhicule possède un différentiel central avec une transmission qui répartit la motricité en permanence sur les quatre roues. Le rapport avant/arrière peut changer selon les conditions. C'est le système idéal en termes de motricité. Par contre, il prend beaucoup de place et consomme plus de carburant.

6. LES TRAINS ROULANTS ET LA SUSPENSION :

Les trains roulants ont également fait l'objet de nombreuses recherches de la part des constructeurs dans le souci d'améliorer la tenue de route et la sécurité. La tenue de route d'une voiture moderne est nettement supérieure à celle d'un véhicule fabriqué il y a 15 à 20 ans.

6.1. La géométrie de suspension :

Elle englobe l'ensemble des caractéristiques dimensionnelles et cinématiques du système de liaisons mécaniques entre la partie suspendue (la caisse) et les roues d'un véhicule. Cela intègre également les degrés de liberté de la suspension nécessaires au confort des passagers.

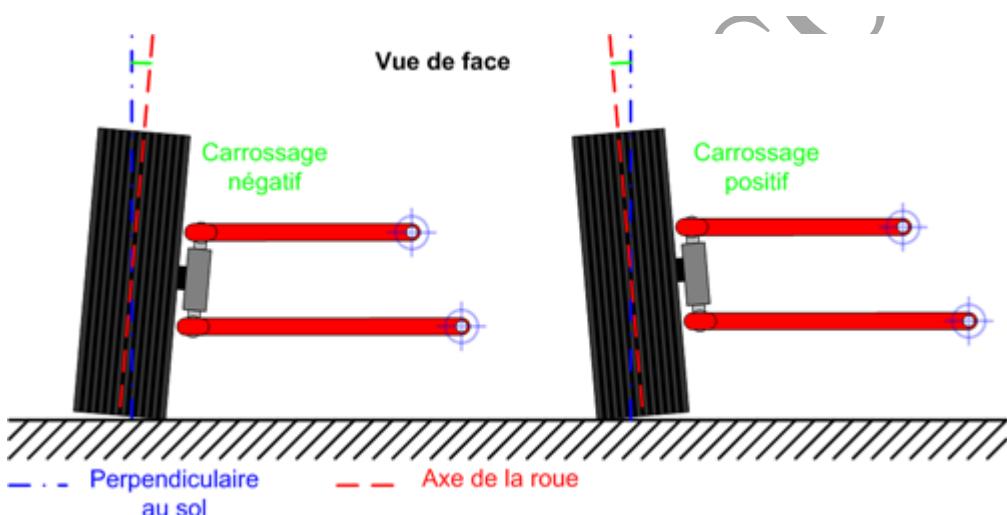
C'est essentiellement la géométrie des suspensions qui influe sur la tenue de route du véhicule. Tout le travail d'un concepteur de véhicule est de définir cette géométrie pour obtenir un comportement optimal en termes de tenue de route, donc de sécurité active, de confort et d'endurance.

Pour présenter différents paramètres de la géométrie de suspension, on se réfère ci-dessous au type double bras en triangles oscillants qui n'est qu'un des types de suspension qui peuvent être utilisés.

Dans les différentes descriptions qui suivent, on désigne souvent le "plan de roue", perpendiculaire à son axe de rotation et placé à une distance médiane des flancs du pneumatique, par la "roue".

6.1.1. Le carrossage :

Le carrossage est l'angle entre la roue et le plan perpendiculaire au sol suivant l'axe longitudinal du véhicule. On mesure cette valeur en **degrés** et **minutes**.



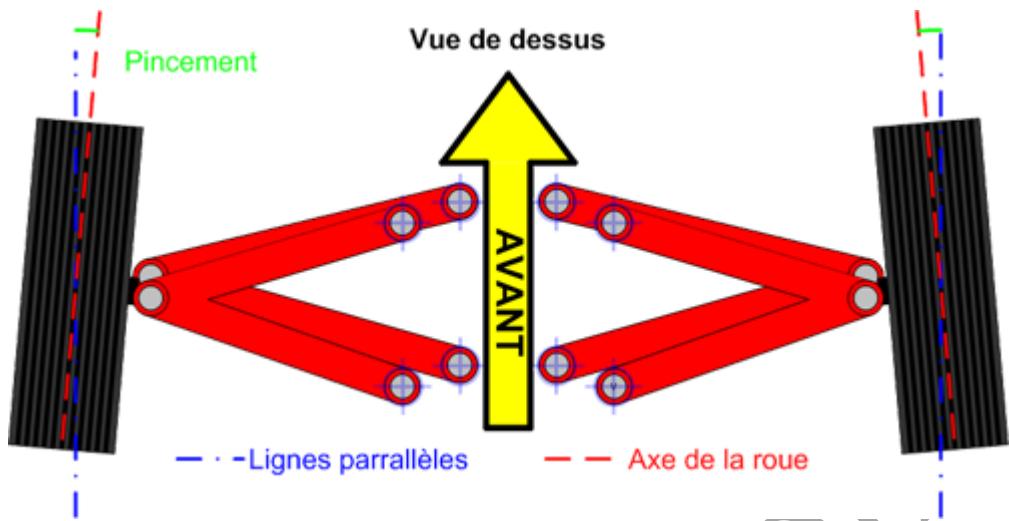
Pour maintenir le pneu perpendiculaire au sol lorsque le véhicule prend du roulis, on donne un carrossage négatif au repos. Normalement, le carrossage est réglé de manière à avoir une usure uniforme (cylindrique) du pneu.

6.1.2. Le parallélisme :

La plupart du temps, c'est le seul réglage disponible sur la voiture. Cela a entraîné l'amalgame **parallélisme/géométrie de suspension**.

6.1.3. Le pincement :

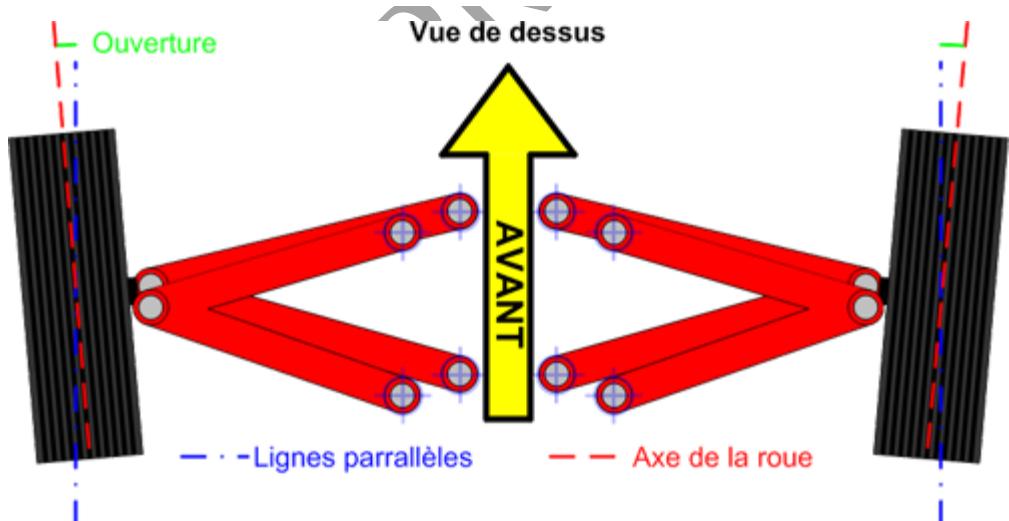
On dit qu'il y a pincement quand les plans de roues tendent à se croiser devant le train roulant étudié. On mesure cette valeur en **degrés** et **minutes**.



En général, le pincement se retrouve sur les roues arrière ; cela stabilise le train arrière et limite le survirage. Il peut cependant se retrouver sur les roues avant lorsque le véhicule est une propulsion.

6.1.4. L'ouverture :

On dit qu'il y a ouverture quand les plans de roues tendent à se croiser derrière le train roulant étudié. On mesure cette valeur en **degrés et minute**.



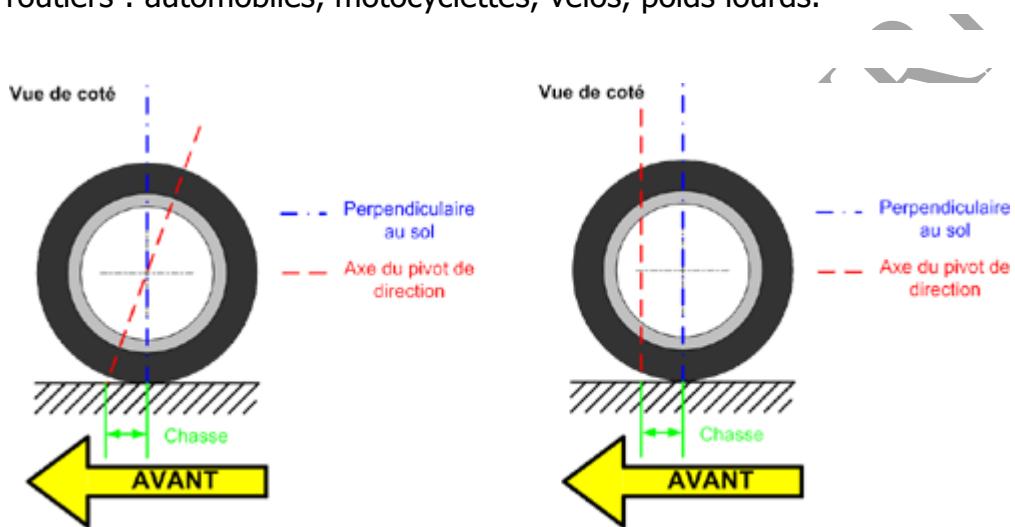
En général, l'ouverture se retrouve sur les roues avant. Il y a deux raisons à cela :

- La première est que la plupart des voitures actuelles sont des **tractions**. Le couple appliqué aux roues avant entraîne naturellement un **pincement** du train et l'ouverture permet de le compenser.
- La deuxième raison est que cela entraîne un comportement routier moins incisif, le train avant étant moins directif. Cela augmente la stabilité (tendance au *sous-virage*) associé au pincement à l'arrière.

6.1.5. La chasse :

La chasse génère un auto-alignement des roues directrices dans l'axe de déplacement du véhicule. L'angle de chasse se mesure en degrés et minutes d'angle alors que le déport de chasse se mesure en centimètres ou millimètres. Après le parallélisme, c'est le réglage le plus fréquent sur les automobiles courantes - mais elle n'est souvent pas réglable.

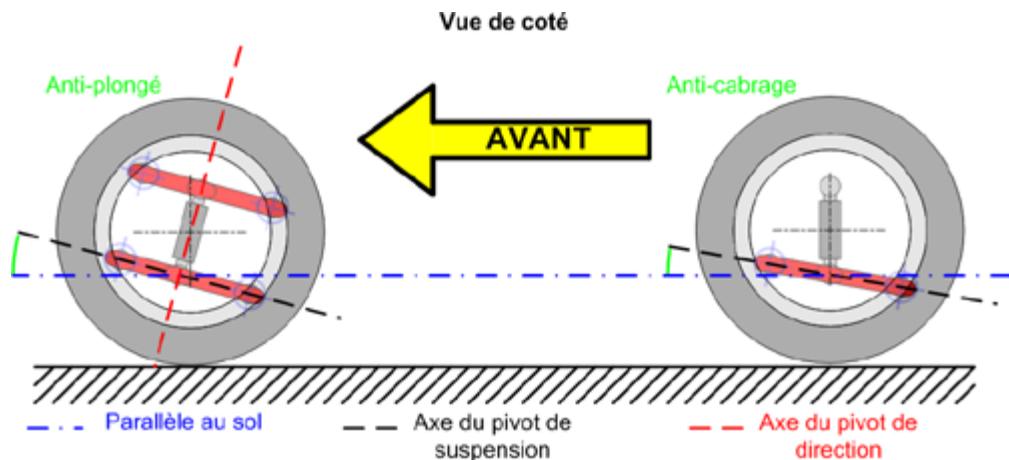
Pour mettre de la **chasse**. On peut donner un angle au pivot de direction de la roue (angle de chasse). On retrouve généralement cette méthode dans la plupart des véhicules routiers : automobiles, motocyclettes, vélos, poids lourds.



La chasse joue un rôle prépondérant dans le comportement de la direction d'un véhicule. Augmenter la chasse accroît la force de rappel de la direction et la stabilité directionnelle. Au braquage, la chasse donne du carrossage négatif à la roue extérieure et du carrossage positif à la roue intérieure, ce qui est bénéfique à l'accroche du train avant. Elle déporte aussi l'avant de la caisse vers l'intérieur du virage par rapport à l'aire de contact des pneus. Un moment de rappel de la direction est ainsi généré avec la force centrifuge, la direction tendant à se tourner dans le sens où agit la force latérale.

6.1.6. L'anti-plongée et l'anti-cabrage :

Pour limiter les modifications d'assiette au freinage (plongée) et à l'accélération (cabrage), on agit sur les angles des bras de suspension vis-à-vis du châssis par rapport au plan parallèle au sol. On mesure ces valeurs en **degrés** d'angle.



6.1.7. L'empattement :

L'empattement est la distance entre l'essieu avant et l'essieu arrière d'un véhicule, plus précisément, la distance entre le moyeu de roue avant et le moyeu de roue arrière. C'est une dimension fondamentale d'un véhicule.

Du fait du débattement des suspensions, l'empattement peut ne pas être constant lorsque la hauteur de la caisse suspendue varie au dessus du sol.

Parfois, l'empattement est différent à droite et à gauche, comme par exemple sur les Renault 16 et Renault 4L où les barres de torsion de suspension, trop longues pour être mis en vis-à-vis, ont nécessité un montage en tête-bêche imposant alors un décalage des roues arrière.

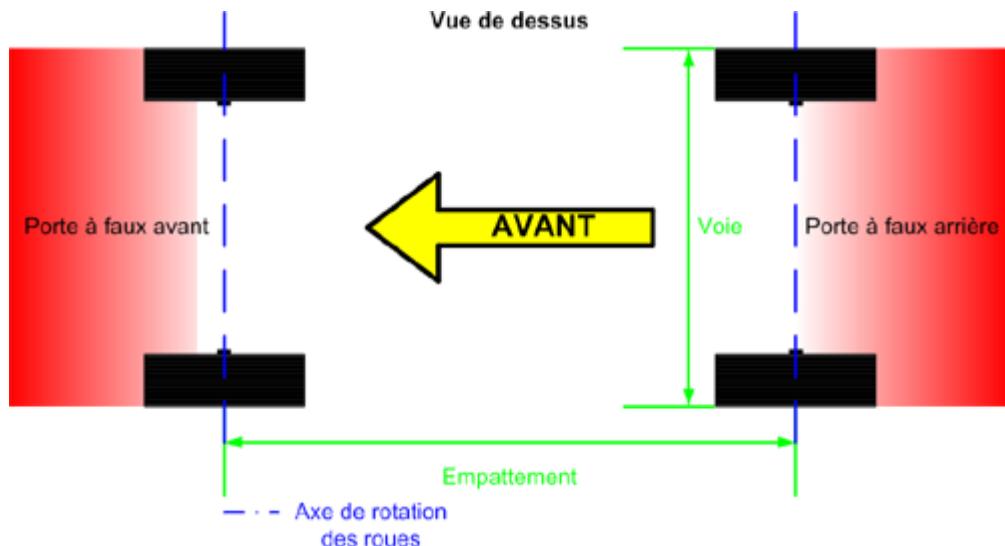
6.1.8. La voie :

C'est la distance, sur un même essieu, entre les axes des zones de contact des roues sur le sol.

Les voies avant et arrière peuvent être différentes sur certains véhicules pour des raisons techniques uniquement.

6.1.9. Les porte-à-faux

Le porte-à-faux désigne le positionnement de toutes les pièces débordant de la zone délimitée par les essieux extrêmes (avant et arrière) du véhicule. Il est très souvent plus grand vers l'arrière qu'à l'avant, en particulier sur les camions.



6.1.10. Influence de ces paramètres :

Ces trois grandeurs ont un rôle prédominant dans le comportement dynamique du véhicule. Ils sont à considérer en fonction de la hauteur du centre de gravité du véhicule par rapport à l'axe des roues. On notera toutefois, les tendances suivantes :

- Une voie réduite diminue la largeur du polygone de sustentation ;
- Un empattement réduit entraîne de la maniabilité dans un parcours sinueux mais rend le comportement délicat à haute vitesse. Un empattement long apporte de la stabilité en grande courbe rapide mais le diamètre de braquage est accru et le véhicule est moins maniable dans les parcours sinueux ;
- Trop de masse en porte-à-faux déséquilibre les charges en appuis et peut même contribuer dans un virage au décrochement des pneumatiques d'un essieu. La tendance en compétition est de recentrer toutes les masses pour améliorer l'agilité des véhicules en diminuant son moment d'inertie autour de l'axe vertical passant par le centre de gravité.

6.1.11. Le déport :

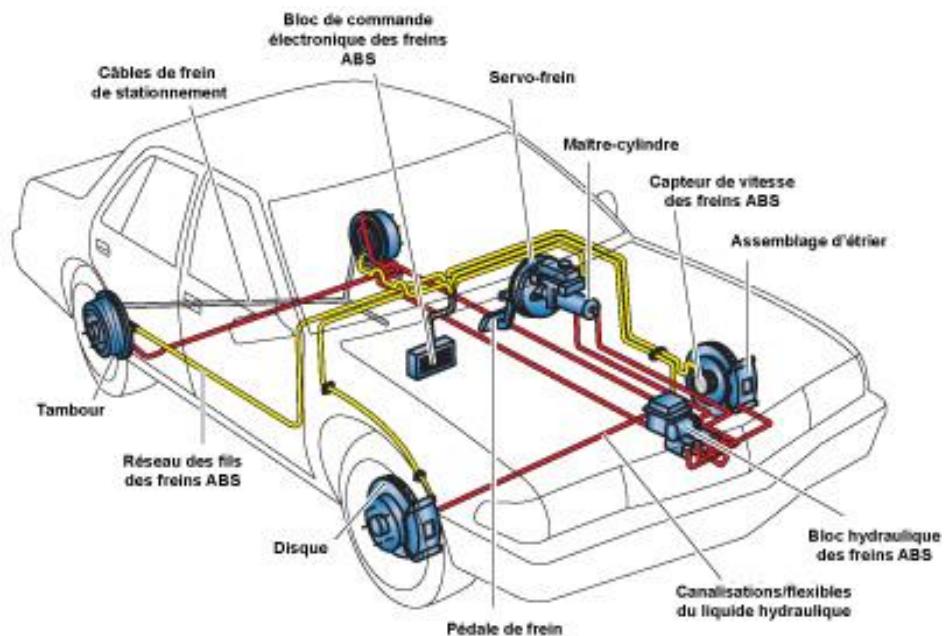
Distance entre le point d'intersection au sol de l'axe de pivot de direction et l'axe longitudinal qui passe par le centre de la bande de roulement du pneu.

Tous ces éléments ont une action directe non seulement sur la tenue de route mais encore sur le « toucher du volant » qui permet au conducteur de diriger son véhicule avec précision.

Les réglages des trains roulants doivent être confiés à des spécialistes car ils conditionnent la tenue de route du véhicule et la sécurité de ses occupants.

7. LE SYSTEME DE FREINAGE :

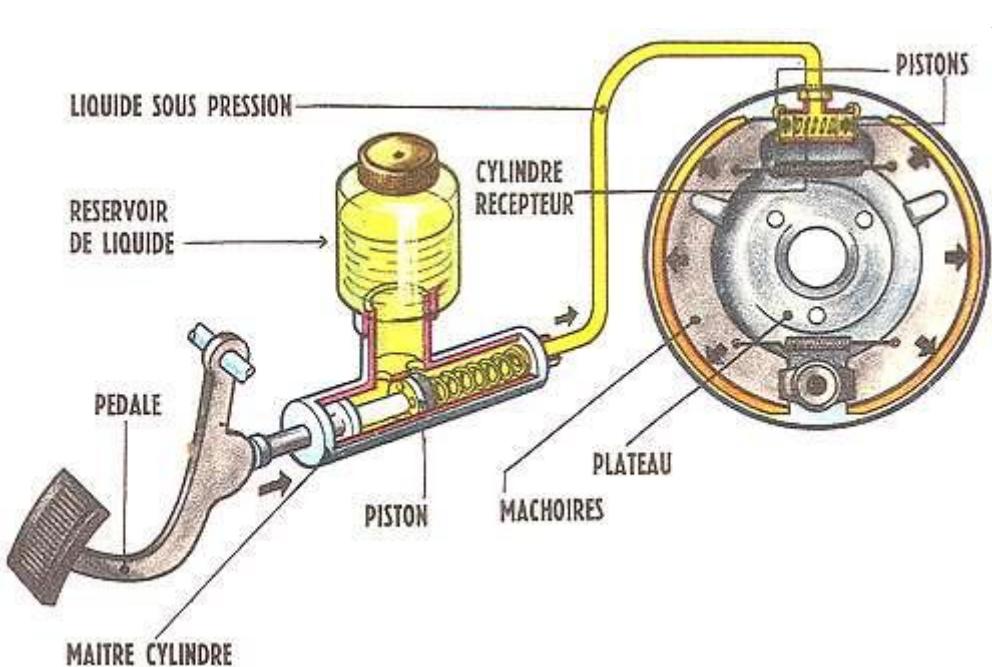
Le système de freinage du véhicule a une double fonction : arrêter le véhicule et le maintenir immobilisé à l'arrêt. Pour obtenir ce résultat, plusieurs éléments clés sont nécessaires.



Pour amener un véhicule à s'arrêter, trois éléments sont essentiels : un effet multiplicateur, une force hydraulique et de la friction. L'effet multiplicateur est fourni par la pression du pied du conducteur sur la pédale de frein. La pédale est reliée à des leviers et à des tiges à l'arrière du servofrein. Le servofrein utilise soit la dépression du moteur soit une pompe hydraulique pour multiplier et transférer la force de cet effet multiplicateur au maître-cylindre. Le maître-cylindre est le cœur du système hydraulique de freinage du véhicule. Il utilise l'effet multiplicateur appliqué pour transmettre la pression à travers les soupapes, les canalisations métalliques et les durits de caoutchouc dans les étriers hydrauliques et les cylindres de roue. Cette pression hydraulique sert ensuite à aider à créer de la friction.

On distingue deux types de freins :

Les freins à tambour : deux mâchoires recouvertes de garniture spécifique sont enfermées à l'intérieur d'un tambour sur lequel est fixée la roue. Au freinage, le liquide de frein transmet la pression venant de la pédale, les mâchoires s'écartent et frottent sur les parois du tambour.

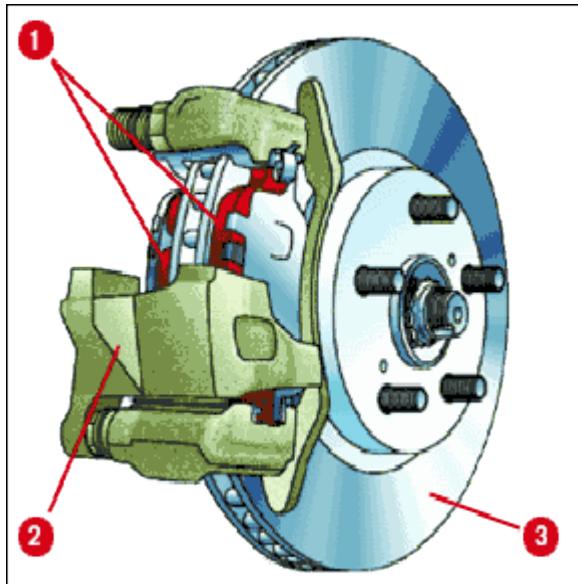


Ces freins ont un défaut rédhibitoire : la chaleur produite par le frottement des mâchoires sur le tambour est difficilement évacuée car le tambour est un espace clôt. Les freins chauffent rapidement et perdent leur efficacité jusqu'à atteindre une température qui les rends inopérants ce phénomène est appelé : l'évanouissement des freins (fading). Le conducteur maintient la pression sur la pédale mais le véhicule de ralentit plus.

Ce type de freins est progressivement abandonné au profit des freins à disques.

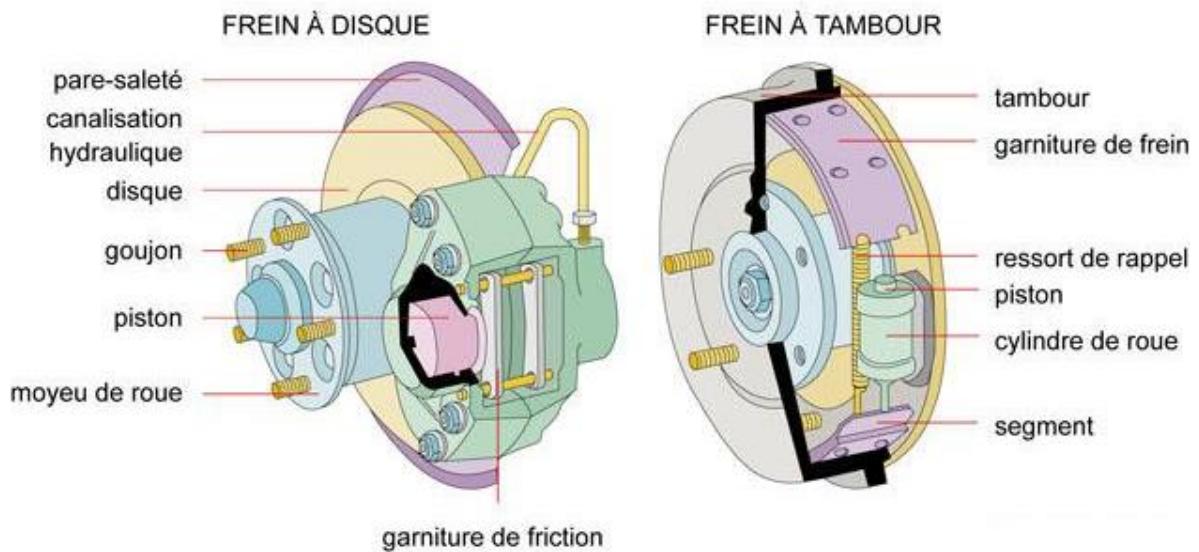
Les freins à disques font appel à un étrier comportant un piston hydraulique. Cet étrier enserre les plaquettes organes de friction qui au moment du freinage frottent très fortement sur le disque relié aux roues.

Avec les freins à disques, les plaquettes sont à l'air libre, ce qui permet une bonne évacuation de la chaleur et donc retarde très sensiblement l'apparition du phénomène décrit ci-dessus.



Frein à disque : 1 Plaquettes - 2 Etrier - 3 Disque

Sur les petits véhicules particuliers le système de freinage comporte souvent des disques à l'avant et des tambours à l'arrière (les freins arrière étant moins sollicités que les freins avant soumis à un transfert de masse qui provoque le phénomène de plongée vu ci-dessus)



Par contre les véhicules grands routiers sont proposés avec des disques à l'avant et à l'arrière pour une meilleure efficacité.

Le système de freinage a été considérablement amélioré par la mise en place d'un système antiblogeage de freins. À l'aide de capteurs électroniques et de pompes à haute pression, dans certaines conditions, le système antiblogeage de freins peut évaluer la vitesse du véhicule, le glissement des roues et la force de freinage. Puis, en fait, il peut pomper les freins pour le conducteur lors d'un arrêt d'urgence. Ce système sera abordé avec l'étude des aides à la conduite.

Il est essentiel d'être très attentif lorsqu'il s'agit de vérifier le système de freinage d'un véhicule et ne pas hésiter à faire procéder au remplacement non seulement des pièces d'usure mais aussi des éléments douteux.

8. LES PNEUMATIQUES :

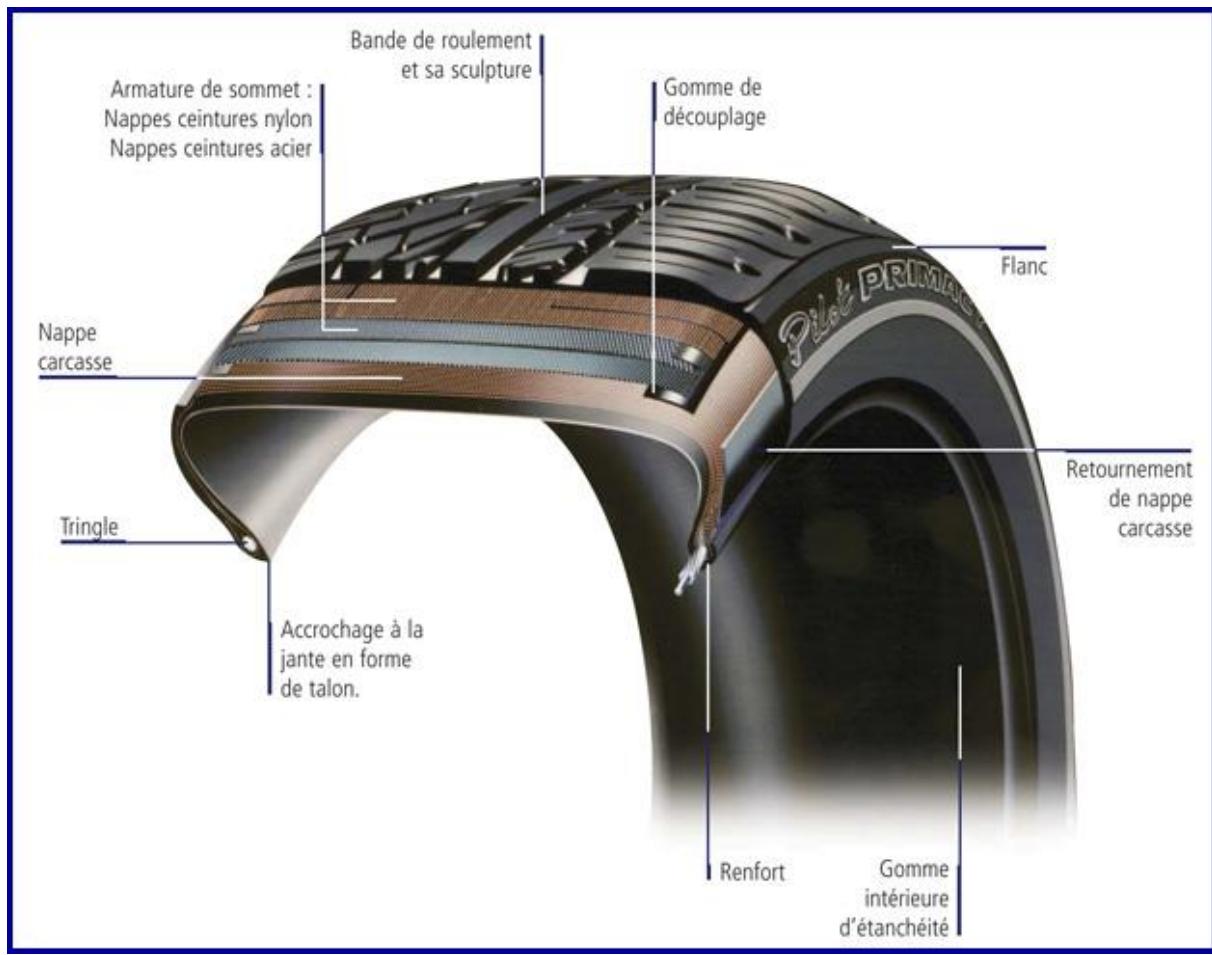
Un élément primordial pour la sécurité mais également pour les économies d'énergie auxquelles il contribue par ses caractéristiques (pneus verts) et par le respect des pressions de gonflage.

Un pneu est constitué de caoutchouc (naturel et artificiel), d'adjuvants chimiques (soufre, noir de carbone, huiles, etc.), de câbles textiles et métalliques. Il est traditionnellement divisé en trois grandes parties :

8.1. La bande de roulement :

Elle est principalement constituée d'une couche de gomme épaisse en contact avec la chaussée. Cette gomme doit être adhérente (transmission du couple, guidage dans les virages, etc.), sans opposer trop de résistance au roulement (principe des pneus «verts», qui diminuent la consommation de carburant). La bande de roulement est creusée de «sculptures», qui se chargent d'évacuer l'eau, la neige, la poussière, limitant l'aquaplanage, et améliorant l'adhérence en général. Elle permet aussi l'évacuation de la chaleur. La présence de lamelles sur les sculptures rompt la tension superficielle du film d'eau présent sur la route. Sur cette bande sont disposés des témoins d'usure dont la localisation est repérable sur le flanc du pneu. Les témoins des pneus pour véhicule de tourisme ont une hauteur de 1,6 mm.

Sous la bande de roulement se trouvent les «nappes ceintures», constituées de fils métalliques parallèles. Ces câbles, en deux couches croisées, assurent la rigidité du pneumatique, notamment lors de poussées latérales (virages).



8.2. Le flanc :

Il est constitué de gomme souple, capable de supporter une déformation à chaque tour de roue, et résistante aux chocs (trottoirs). On y trouve également tous les marquages. La zone de transition entre le flanc et la bande de roulement s'appelle « épaule ». Sur certains modèles, un bourrelet au niveau du flanc permet de limiter les dégâts sur la jante quand le pneu touche une bordure de trottoir.

8.3. Le talon :

La fonction du talon est d'assurer l'accroche à la jante, grâce à deux anneaux métalliques (les « tringles ») prenant appui sur la jante au niveau du « talon ». Cette zone transmet les couples entre la roue et le pneumatique, elle assure aussi l'étanchéité pour les pneus « tubeless » (sans chambre à air). Cette étanchéité est assurée par une nappe recouvrant l'intérieur du pneu, elle est coincée par les deux tringles : la « gomme intérieure », à base de butyle.

Une autre nappe, située entre la gomme intérieure et le sommet, également coincée par les tringles, s'appelle la « nappe carcasse ». Elle est constituée de fils textiles parallèles (véhicule tourisme), dans le sens radial. Cette nappe a donné son nom au pneu radial. Elle assure la triangulation avec les fils croisés des nappes de ceintures pour une meilleure tenue du pneu. Ces fils, inextensibles, supportent le poids de la voiture et permettent de garder une bonne surface de contact entre le pneu et le sol.

8.4. Le marquage :

Il se fait sur le flanc du pneu pour permettre de trouver le pneu adapté en respectant les préconisations du constructeur de véhicule :



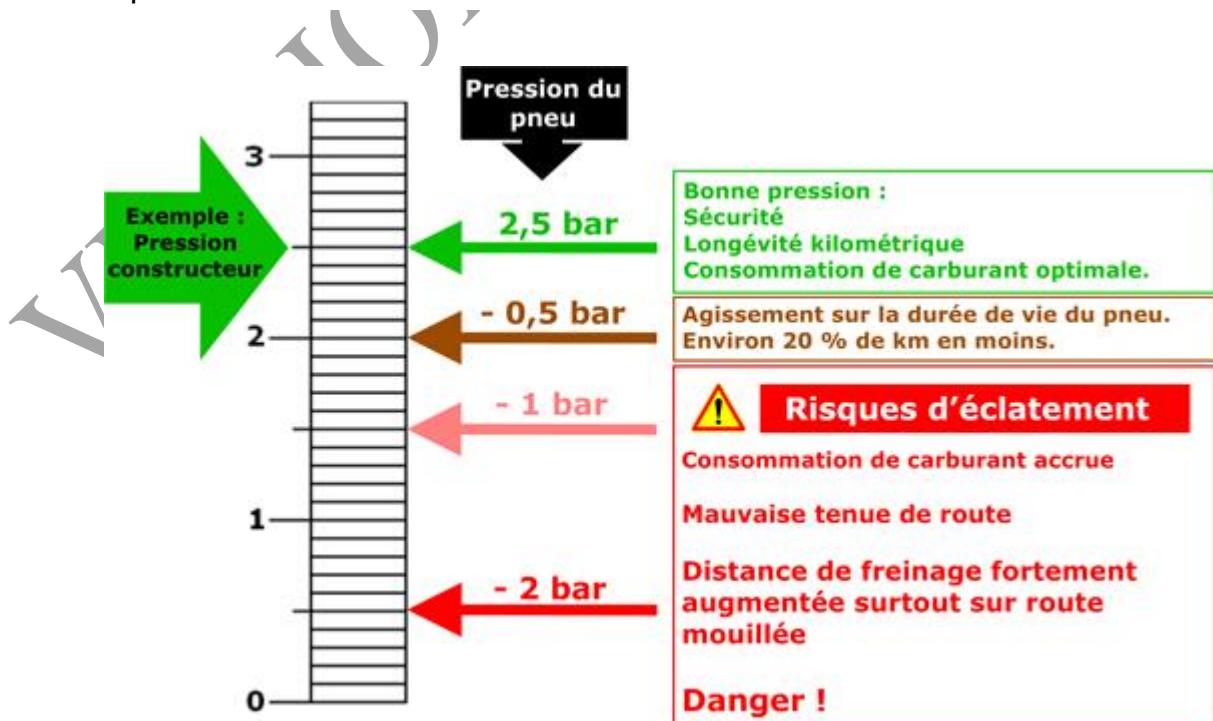
Pour un pneu marqué : **195/65 R 15 91 H 6 M+S** par exemple :

- **195** est la largeur du pneu gonflé, mesurée d'un flanc à l'autre (en millimètres). Ce n'est pas la largeur de la bande de roulement, qui peut varier ;
- **65** est la « série » (hauteur du flanc par rapport à la largeur du pneu) exprimée en pourcentage (ici 65 % - soit 126,75 mm). Si cette indication n'apparaît pas (en général, pneus anciens), il s'agit par défaut d'une série 80 ;
- **R** indique le type radial ;
- **15** est le diamètre de la jante en pouces (1 pouce correspondant à 2,54 cm) ;
- **91** Indice de capacité de charge, 91=615 kg ;
- **H** est le code de vitesse, il indique la vitesse maximale à laquelle le pneu peut être soumis (ici **H** = pneu dont la limite est 210 km/h). Ce code commence à la lettre **Q** = 160 km/h et peut aller jusqu'à **Y** = 300 km/h



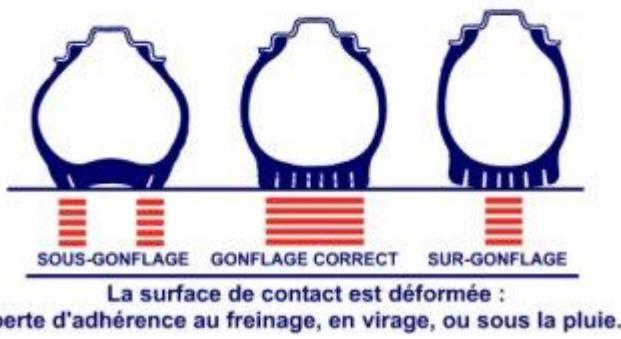
Sur le marché sont apparus des pneumatiques dits « pneus verts » dont la bande de roulement est de composition spéciale, étudiée pour diminuer la résistance à l'avancement et donc directement la consommation de carburant. Par contre ces pneumatiques moins adhérents ont une tenue de route légèrement dégradée.

La vérification des pneumatiques concerne non seulement l'état apparent mais encore la pression :

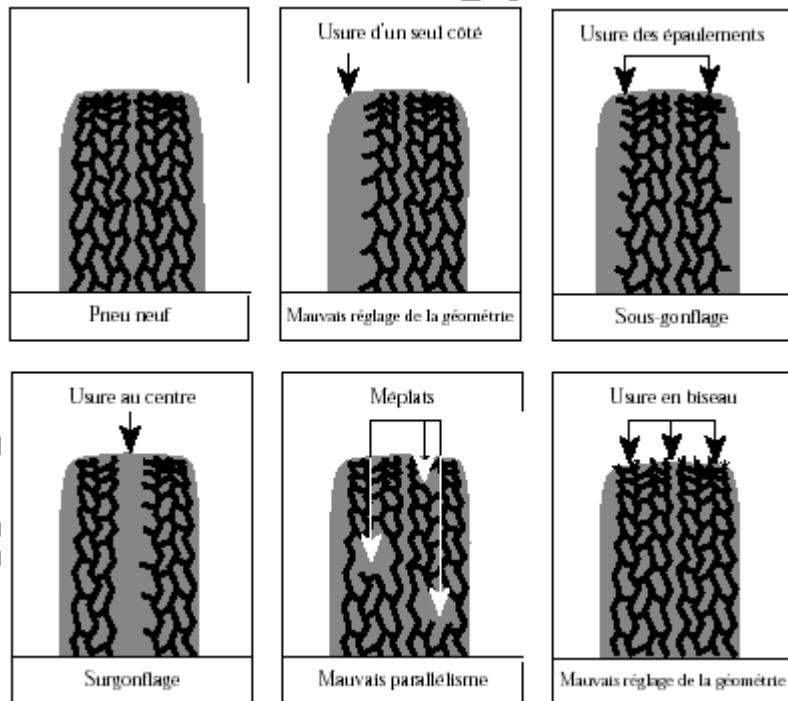


La pression a une influence non seulement sur la consommation et la tenue de route mais encore sur l'usure des pneumatiques :

Vérifiez la pression de vos pneus !
Il faut vérifier la pression de ses pneus au moins 1 fois par mois.
Euromaster règle gratuitement la pression de vos pneus.



L'usure elle-même renseigne sur les défauts de réglage du train avant :



9. AVOIR DES CONNAISSANCES GENERALES SUR LES LOIS PHYSIQUES APPLICABLES AUX MOTEURS, NOTIONS DE FRENDEMENT :

Notion de force

La force est la résultante d'une pression exercée sur une surface

$$\text{Force} = \text{Pression} \times \text{Surface}$$

L'unité de force est le **Newton**

Le Newton est l'unité de mesure de la force qui communique à un corps ayant une masse de 1 kilogramme une accélération de 1 mètre seconde carrée

$$(1 \text{ kgf} = 9.81 \text{ N} = 1 \text{ DécaNewton})$$

Notion de travail

Le travail est la combinaison d'une force et d'un Déplacement

$$\text{Travail} = \text{Force} \times \text{Déplacement}$$

L'unité de travail est le **Joule**

Unité de mesure de travail, d'énergie et de quantité de chaleur équivalant au travail produit par une force de 1 Newton dont le point d'application se déplace dans le sens de la force

Notion de puissance

La puissance est le quotient du travail effectué dans un temps donné

Puissance = Travail/temps

L'unité de puissance est le **Watt**

Unité de mesure de puissance, de flux énergétique et de flux thermique équivalant à la puissance d'un système énergétique dans lequel est transférée uniformément une énergie de 1 Joule pendant une seconde

**moment : produit de la force par le bras de levier*

Calcul de la puissance d'un moteur

La puissance du moteur se calcule en utilisant la formule :

$$\frac{\mathbf{C} \times (2 \times \pi) \times \mathbf{N}}{60}$$

C = couple (en Nm) – **N** = vitesse de rotation (en T/mn)

Quelle est la puissance en kW et en CH* développée par un moteur dont le Couple = 250 Nm à 2500 T/mn ?

* 1 CH = 736 Watts

$$\frac{250 \times 2 \times 3.14 \times 2500}{60}$$

$$65\,416\,W = \mathbf{65,4\,kW} = 65,4 / 0,736 = \mathbf{88\,CH}$$

Notion de rendement d'un moteur diesel

Le rendement est le quotient de :

$$\frac{\text{travail effectif restitué}}{\text{travail théorique fourni}}$$

En sachant qu'un kilogramme de gazole = 43 890 Joules
(travail théorique fourni)

Le travail effectif restitué pour un moteur diesel est de : 18 433 Joules

Origines des pertes :
Echappement : 28 %
Refroidissement : 18 %
Frottements : 5 %
Pertes diverses : 3 %

Le rendement du moteur est donc de **46 %**

C'est à dire que lorsque le conducteur utilise 10 litres de carburant, seuls 4,6 litres produisent effectivement le mouvement à la sortie du vilebrequin.

(le rendement d'un moteur à essence est inférieur à 40 % alors que le rendement d'un moteur électrique est supérieur à 80 %)

Notion de rendement final

Les pertes listées ci-dessous s'ajoutent aux pertes liées au fonctionnement du moteur :

1- Les pertes mécaniques :

Transmission du mouvement
(boîte de vitesses, arbre de transmission, roulements...)

Elles représentent environ 20 % du carburant effectif consommé pour produire le mouvement.

2 – La résistance de l'air :

Elle représente 35 % du carburant consommé pour produire le mouvement.

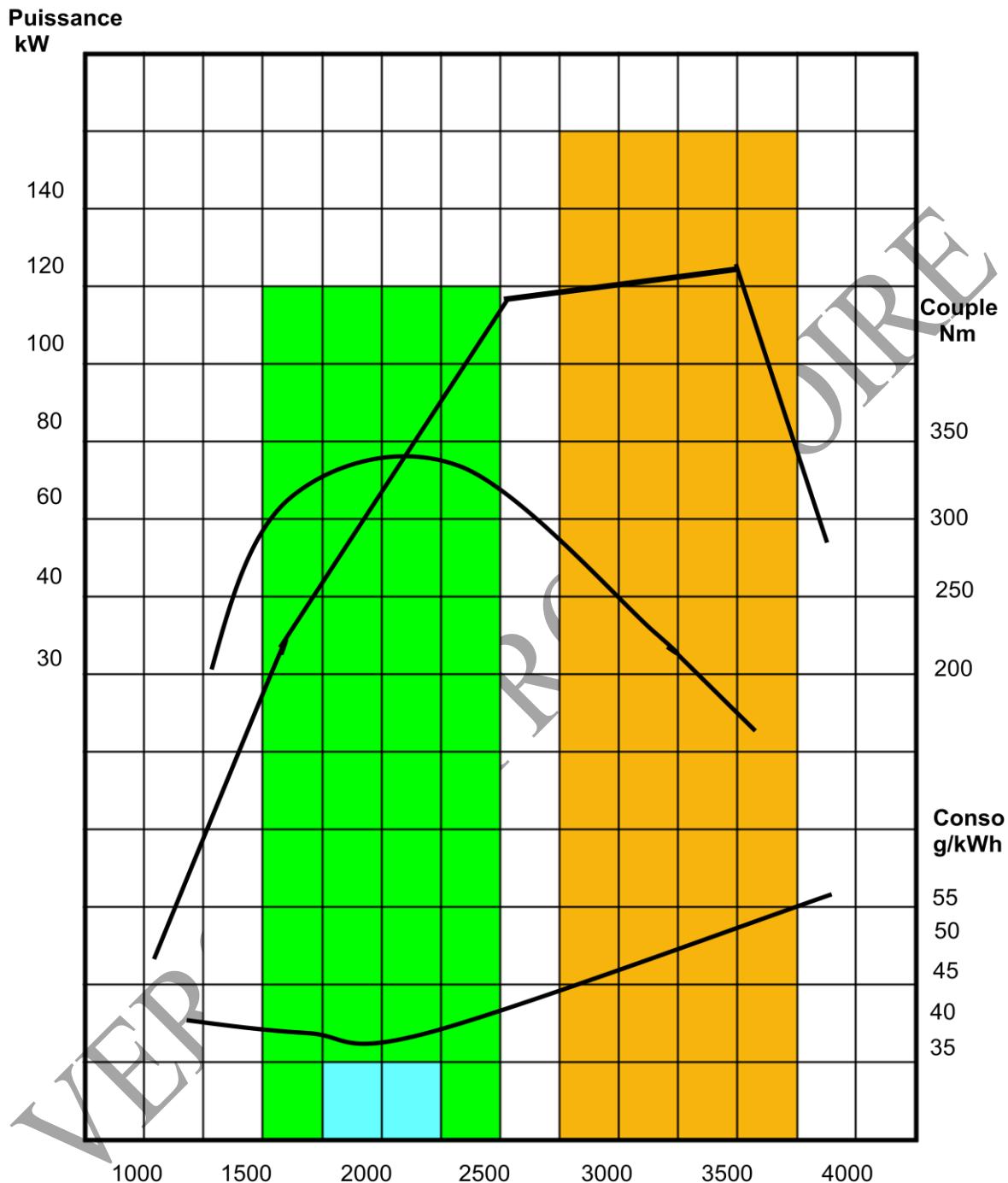
3 - La résistance au roulement :

Elle représente 25 % du carburant consommé pour produire le mouvement.

Le rendement final d'un véhicule automobile se situe entre 12 et 15 %

9.1. Lire et interpréter les courbes caractéristiques du moteur :

Courbes spécifiques d'un moteur diesel



De haut en bas :

La courbe de **puissance** du moteur : Puissance maximale - 125 KW à 3 500 tours/minute ;

La courbe de **couple** : Couple maximum - 340 Nm à 2 000 tours/minute ;

La courbe de **consommation spécifique** : 38g/kWh à 1 800 tours/minute.

La forme en cloche de la courbe de couple est liée à la vitesse du piston :

A faible régime, la vitesse du piston est faible, limitant sa capacité d'aspiration et de remplissage de la chambre de combustion. Lors de la combustion, la pression sur la tête du piston est donc relativement faible.

A régime moyen, la vitesse plus élevée du piston crée une aspiration plus forte autorisant un meilleur remplissage. Lors de la combustion, le volume admis étant plus élevé la pression sur la tête du piston est beaucoup plus forte.

A régime élevé, le temps d'ouverture de la soupape d'admission est beaucoup plus bref et de nouveau le remplissage n'est pas optimal.

La **consommation spécifique** de carburant est la masse de carburant nécessaire pour fournir une puissance ou une poussée dans un temps donné. Elle s'exprime généralement en g/ kW/h - grammes de carburant par kW de puissance et par heure.

La consommation spécifique de carburant dépend de la conception des moteurs, les différences de consommation spécifique de carburant entre des moteurs utilisant la même technologie ont tendance à être assez faibles.

Exercices :

- *Le régime du moteur est de 2 000 tr/min quelle est sa consommation horaire par kWh?*
- *Le régime du moteur est de 3 000 tr/min quelle est sa consommation horaire par kWh?*

10. CONNAITRE LES CONTRAINTES LIEES A LA CONCEPTION DU VEHICULE AYANT UNE INFLUENCE SUR LA CONSOMMATION :

10.1. L'aérodynamisme (CX) :



L'aérodynamique automobile est l'étude des phénomènes aérodynamiques induits par l'écoulement de l'air autour d'un véhicule automobile en mouvement. La connaissance de ces phénomènes permet entre autres, de réduire la consommation des véhicules en diminuant leur traînée, d'améliorer leur comportement routier en influant sur leur portance (ou leur déportance) et de diminuer les phénomènes aéro-acoustiques ainsi que les turbulences à haute vitesse. Les études se font en soufflerie et sont à l'origine d'ajouts tels que déflecteurs, spoilers et ailerons qui peuvent prendre différentes formes. Sur certains véhicules, les ailerons arrière sont escamotables, ils ne se déploient qu'à partir d'une certaine vitesse.

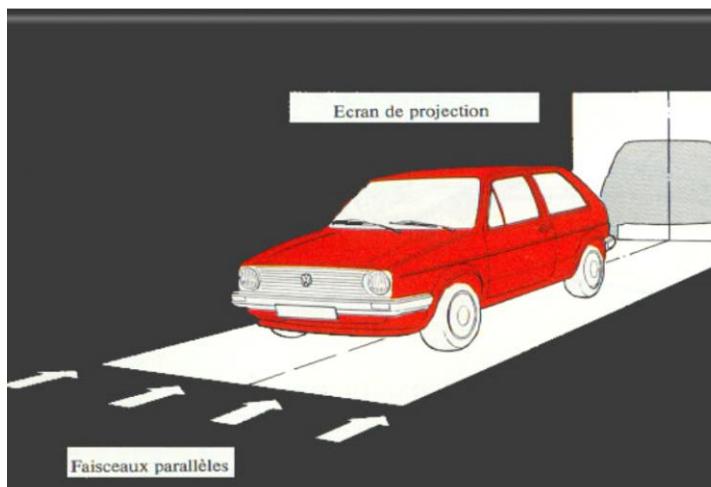


Type de déflecteur avant intégrant le pare-chocs du véhicule



Type d'aileron arrière.

10.2. Le maître- couple (SCX) :



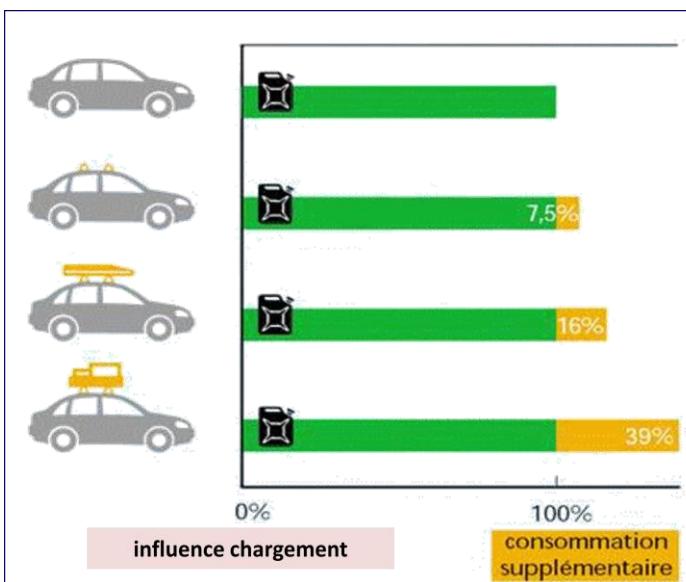
Projection de la surface frontale (S).

Le maître couple est le résultat mathématique du produit de la surface frontale du véhicule (S) et du coefficient aérodynamique dépendant de la forme de la voiture (CX). Cette valeur, multipliée par la vitesse donne la force de résistance aérodynamique à l'avancement du véhicule.

En utilisation routière, une grande partie de l'énergie consommée par une automobile est utilisée pour vaincre la résistance aérodynamique à l'avancement. À grande vitesse, la résistance aérodynamique est prépondérante sur les autres résistances à l'avancement étant donné que sa valeur évolue avec le carré de la vitesse. La traînée aérodynamique représente environ 35 % du carburant effectif consommé pour produire le mouvement.

10.2.1. Influence sur la consommation des galeries ou barres de toit et du chargement :

Les recherches et efforts des constructeurs pour lutter contre la résistance à l'avancement sont parfois contrecarrés par l'utilisateur du véhicule par exemple lorsqu'il installe des éléments tels que galeries, barres ou coffres de toit. Si l'on peut comprendre qu'ils peuvent être temporairement nécessaires (départ en vacances par exemple) il est impératif de les démonter dès qu'ils ne sont plus utilisés.

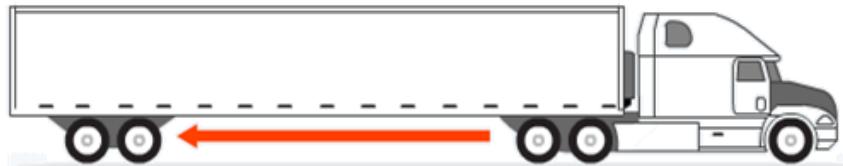


Augmentation de la consommation de carburant liée à l'utilisation d'éléments rapportés ou de transport de bagages sur le toit d'un véhicule.



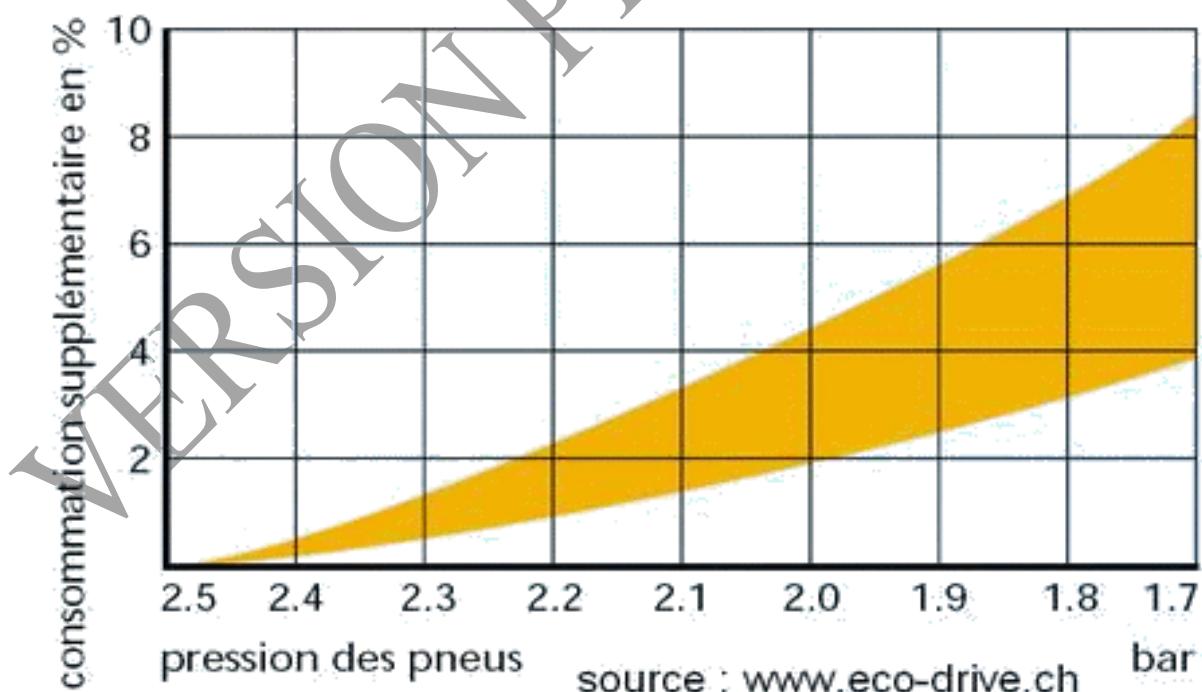
De + 10 % à + X... % de consommation en plus !

10.3. La résistance au roulement :



La résistance au roulement désigne l'énergie qui est dépensée pour vaincre la résistance générée par la déformation du pneu se trouvant en contact avec le sol. Par la structure du pneu et par le choix des caractéristiques des matériaux composant l'enveloppe, on peut avoir un impact sur cette déformation. Les facteurs qui accroissent la consommation d'énergie sont, par exemple :

- La pression des pneus : des pneumatiques insuffisamment gonflés peuvent augmenter la consommation de 8 % ;



- La température des pneus qui s'élève anormalement lorsque la pression est insuffisante ;
- La charge des pneus (écrasement) ;
- Le degré d'usure ainsi que la résistance de l'air et les turbulences engendrées par la vitesse.

D'autres éléments peuvent être pris en compte : par exemple, un coussin d'eau de 0,5 millimètres risque d'élever la résistance au roulement de 50% !

Plus la résistance au roulement est faible, moins le véhicule consomme de carburant et émet du dioxyde de carbone. Le degré de résistance au roulement est exprimé par un coefficient de résistance au roulement. Plus le coefficient est élevé, plus le pneu roule lourdement. La valeur moyenne de résistance au roulement des pneus actuels se situe autour de 1-1,2.

La résistance au roulement représente environ 25 % du carburant effectif consommé pour produire le mouvement.

C - L'UTILISATION DU VEHICULE

1. L'UTILISATION D'UN VEHICULE COMMENCE PAR LES VERIFICATIONS ET L'ENTRETIEN COURANTS :

Les opérations suivantes s'effectuent avant la mise en route du moteur (qui doit être arrêté depuis au moins une heure)

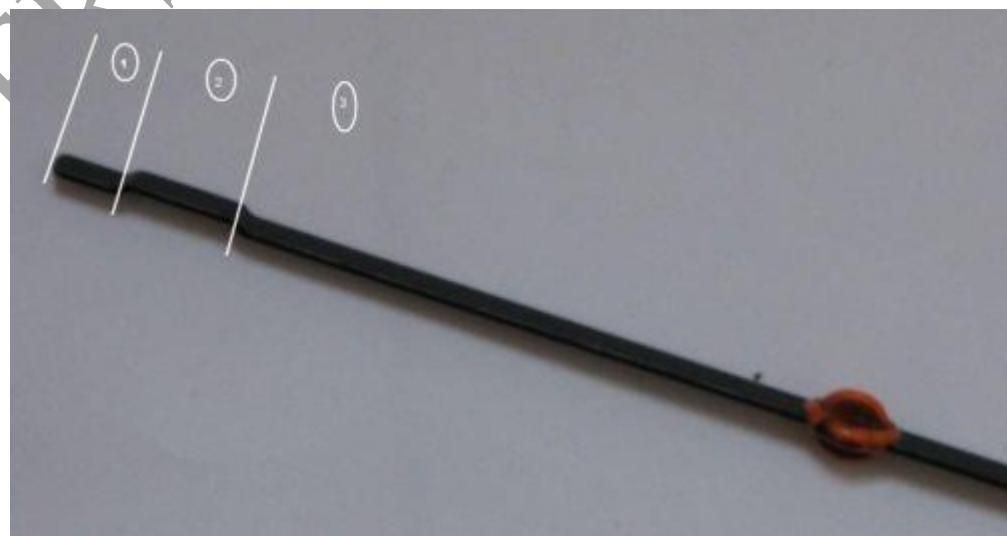
La fréquence des opérations est directement liée à l'utilisation du véhicule. Elle peut être journalière pour un véhicule qui fait un nombre de kilomètres élevé chaque jour ou hebdomadaire pour un véhicule dont le kilométrage journalier est faible : si le conducteur effectue 500 km par jour, il vérifiera le niveau d'huile tous les matins. Par contre si il ne fait que 40 km par jour, une vérification hebdomadaire est suffisante.

1.1. Les différents niveaux :

a) L'huile moteur qui a un quadruple rôle :

- Assurer la lubrification des pièces en mouvement ;
- Assurer l'étanchéité ;
- Contribuer au refroidissement du moteur ;
- Nettoyer l'intérieur du moteur (pouvoir détergent) : l'huile se charge d'impuretés produites par le fonctionnement du moteur (ce qui explique sa couleur qui devient noire très rapidement). Ces impuretés sont filtrées par le filtre à huile.

Niveau d'huile du moteur : il doit se situer entre le mini et le maxi qui sont indiqués sur la jauge à huile ;



- 1** : Zone de niveau insuffisant, risque de casse du moteur par manque de lubrification ;
- 2** : Zone de niveau correct, le niveau d'huile doit être en permanence entre les deux repères
- 3** : Zone de sur remplissage qui risque d'occasionner une surpression dans le bas moteur et entraîner une détérioration.

Pour éviter les problèmes liés à une incompatibilité éventuelle (pouvant aller jusqu'à la détérioration du moteur), le complément éventuel doit être effectué avec une huile strictement identique à celle utilisée lors de la dernière vidange.

- b) Niveau du liquide de refroidissement : il doit se situer entre le mini et le maxi qui sont indiqués sur le vase d'expansion. Ne jamais remplir le vase d'expansion jusqu'au maximum : lorsque le moteur fonctionne, la température du liquide augmente entraînant sa dilatation qui se traduit par une augmentation de volume. Si le niveau est au maximum à froid, le liquide va déborder à chaud ;



Vase d'expansion du liquide de refroidissement et à sa droite, réservoir du liquide de frein.

- c) Niveau du liquide de frein : il doit se situer entre le mini et le maxi indiqués sur le réservoir ;

Lorsque les plaquettes de frein sont neuves, le niveau du liquide est proche du maxi. Il est normal qu'il descende lentement avec l'usure progressive des plaquettes. Si le niveau est au mini, il est prudent de s'adresser à un professionnel pour le faire compléter et simultanément pour vérifier qu'il n'y a pas de fuite.

d) Niveau du liquide lave glace : le réservoir doit être rempli au maximum sans déborder.



Le bouchon du réservoir du lave glace est facilement repérable

Ces différents contrôles s'effectuant en soulevant le capot moteur il est utile d'effectuer une vérification générale pour rechercher les fuites éventuelles, les fils ou tuyaux débranchés ou mal serrés, la propreté extérieure du radiateur de refroidissement...

1.2. L'état apparent des pneumatiques : une vérification visuelle doit permettre de vérifier que les pneumatiques :

- Ne présentent pas de déchirures apparentes sur les flancs ;
- N'ont pas atteint la limite d'usure (témoin d'usure au fond des rainures principales) ;

- Ne présentent pas de corps étrangers enfouis dans la bande de roulement, ne sont pas dégonflés. Cette vérification est sommaire, elle ne remplace en aucun cas la vérification de la pression réelle avec un manomètre au moins tous les 15 jours.
- Les corrections et les vérifications doivent être faites lorsque les pneus sont froids. Il ne faut pas hésiter à les augmenter légèrement (environ 200 g) lorsque la voiture est chargée ou lors d'un trajet long sur autoroute.

1.3. Propreté des vitres, propreté et fixation des rétroviseurs.

1.4. Propreté et fonctionnement des dispositifs d'éclairage et de signalisation.

1.5. Réglage du siège et des rétroviseurs :

Si ce n'est pas son véhicule habituel, le conducteur doit procéder au réglage du siège (en longueur - en hauteur - en inclinaison), du dossier, de l'appui-tête et des rétroviseurs intérieurs et extérieurs. Dans certains véhicules haut de gamme, les sièges sont pourvus d'une mémoire de réglage qui peut enregistrer les paramètres des différents conducteurs amenés à utiliser le véhicule.



Une bonne position de conduite est primordiale non seulement pour le confort mais encore pour la sécurité : le conducteur doit pouvoir sans délai actionner les différentes commandes et ne pas se fatiguer inutilement par une mauvaise position.

La position est correcte lorsque les angles au niveau des genoux, du bassin et des coudes sont sensiblement de 120 °.

La position du conducteur est primordiale pour la sécurité : un conducteur mal installé ne maîtrise pas la direction et risque, par exemple, en tournant le volant de prendre appui sur une jambe et d'accélérer ou de freiner plus que prévu ce qui n'est pas compatible avec la conduite économique.

2. ELLE SE POURSUIT PAR LES OPERATIONS DE MAINTENANCE PREVENTIVE :

Après un certain kilométrage parcouru, certaines opérations d'entretien sont requises, de 7 500 km (pour les véhicules anciens) à plus de 25 000 km (pour les plus récents).

Toute intervention commence par l'établissement d'un diagnostic de l'état du véhicule, et des éventuelles défaillances observées. De nos jours, ce diagnostic est assisté par l'utilisation d'outils informatiques, la prise diagnostic étant présente sur toutes les voitures récentes.

2.1. Contrôles et/ou remplacement des fluides :

2.1.1. Remplacement de l'huile du moteur :

L'huile du moteur doit être vidangée et remplacée par une huile neuve. Et ce au minimum une fois par an si le véhicule ne circule pas. En effet même en absence de fonctionnement l'huile (en circuit semi-ouvert) se charge d'humidité et de poussière.

L'huile du moteur est une huile minérale, semi-synthétique ou synthétique, dérivée du pétrole et enrichie en additifs techniques.

Elle lubrifie, nettoie, inhibe la corrosion, améliore l'étanchéité et contribue à évacuer la chaleur de friction et de combustion (circulation dans les calottes de pistons) de façon à ce que les pièces du moteur restent dans les tolérances de fonctionnement (dimensionnelles et de résistance mécanique).

Les frottements produisent inévitablement des particules de métal. Ces particules agissent comme un abrasif. Les plus grossières sont arrêtées par le filtre à huile, les

autres se déposent dans le carter à huile sous forme de boues. L'huile crée un film lubrifiant entre les surfaces en mouvement, minimisant le contact et donc l'abrasion qui est le principal facteur d'usure. Elle limite aussi la chauffe et évite au dioxygène encore présent dans le mélange gazeux d'oxyder et corroder le métal (les métaux sont plus malléables et moins résistants à l'abrasion à haute température).

2.1.1.1 Caractéristiques :

- Point d'éclair : la plupart des huiles moteur sont presque entièrement dérivées du pétrole, elles sont donc combustibles en présence de dioxygène, comme tous les hydrocarbures. Mais ce sont des huiles lourdes (ce qui reste lors du raffinage après que les hydrocarbures légers tels que l'essence ou le kérozène ont été extrait du pétrole). Le point d'éclair indique la température la plus basse à laquelle elles s'évaporent, et peuvent s'enflammer. Les huiles lourdes à point d'éclair élevé sont préférables ; c'est pourquoi l'huile la plus volatile est extraite lors du raffinage ;
- Réserve d'acidité ;
- Réserve d'alcalinité exprimée en mg de KOH / gramme de lubrifiant Protège de la corrosion ;
- Teneur en zinc, phosphore, soufre ;
- Tendance à mousser ;
- Viscosité : elle diminue avec la température. L'huile doit rester assez visqueuse pour maintenir son rôle de film protecteur, tout en restant assez fluide pour circuler librement dans le moteur ;

La Society of Automotive Engineers (SAE) a établi un codage pour la viscosité, avec les grades suivants : 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50 ou 60. Le suffixe W (comme *Winter*) désigne le grade (rélié à la viscosité) SAE hiver. Pour mesurer le grade, on porte l'huile à une certaine température, puis on mesure le temps qu'elle prend pour passer dans un orifice standardisé. Plus ce temps est long, plus la viscosité (donc le grade) est élevée.

Les notations ne sont pas les mêmes pour les huiles de boîtes de vitesses : une 75W90 n'est pas forcément moins fluide qu'une huile moteur.

Monograde : Ces huiles sont adaptées aux moteurs qui chauffent peu (tondeuses à gazon, voitures anciennes) ou encore aux Diesel marins qui ont une température de fonctionnement globalement constante (pas d'accélération et d'arrêt intempestifs).

Multigrade : Pour limiter les différences de fluidité à froid et à chaud, on ajoute des additifs à base de polymères, ce qui permet d'utiliser l'huile toute l'année.

Grades hiver : la viscosité d'une huile 0W est mesurée à -30 °C, pour une 5W à -25 °C, 10W à -20 °C, 15W à -15 °C, 20W à -10 °C et 25W à -5 °C.

Le second grade SAE (grade été) est mesuré à chaud (à 100 °C).

2.1.1.2. Additifs :

Ces additifs améliorent le fonctionnement et les performances du moteur, dont sa durée de vie, mais ils peuvent être toxiques, non dégradables (ni biodégradables) et contribuer au caractère polluant des gaz d'échappement. Certains d'entre eux peuvent interagir avec les catalyseurs des pots catalytiques.

- Abaisseur du point d'écoulement : augmente la fluidité à froid. ;
- Additif antistatique : augmente la conductivité électrique de l'huile pour décharger l'électricité statique. Ainsi, les étincelles ne se forment plus et il y a moins de risques d'explosion (exemple : graphite) ;
- Additif EP (extrême-pression) : empêche le grippage à pression élevée ;
- Agent anti-usure : forme une pellicule sur les métaux ;
- Antimousse : huile de silicium pour casser les bulles en surface, ou polymère pour diminuer la quantité de petites bulles entraînées ;
- Inhibiteur de corrosion : inhibe les réactions chimiques comme l'oxydation ;
- Dispersant : maintient les particules en suspension colloïdale. Évite les dépôts de vernis sur les pièces du moteur et de boues dans le carter ;
- Détergent : savon métallique alcalin (exemple : lithium).
- Émulsifiant : facilite le mélange huile-eau ;
- Modificateur de viscosité : polymère à masse molaire élevée. Il diminue la différence de viscosité entre l'huile froide et l'huile chaude.

2.1.2. Huiles de synthèse :

Elles restent fluides à des températures inférieures à 0 °C alors que les huiles minérales classiques peuvent se solidifier.

Elles sont devenues populaires dans les années 1950 à 1960, en particulier dans l'aviation où les huiles minérales classiques atteignaient leurs limites.

C'est au milieu des années 1970 qu'elles ont été commercialisées dans le secteur de l'automobile.

Elles contiennent des esters synthétiques, des polyoléfines.

Elles n'ont pas besoin d'autres additifs pour améliorer leur fluidité (ce sont les additifs antérieurement utilisés qui se décomposent en premier), si bien qu'elles vieillissent

moins vite et peuvent être utilisées deux à trois fois plus longtemps que les huiles minérales.

Il est essentiel, de bien choisir la bonne huile pour sa voiture. En effet, les voitures sont de plus en plus exigeantes au niveau de la lubrification du moteur.

Un moteur de dernière génération peut atteindre des températures très importantes au niveau de sa segmentation. De l'ordre de 400°C. La circulation de l'huile dans le moteur permet d'évacuer les calories et de le refroidir. L'huile assure également la propreté du moteur, son étanchéité et le protège de la corrosion. La première étape est de vérifier sur le carnet d'entretien du véhicule, la viscosité de l'huile et les normes et spécifications exigées par le constructeur.

Une huile appropriée permet de diminuer les frottements et de réaliser des économies de carburant et par conséquent de diminuer les émissions de gaz comme le CO2...

2.1.3. Utilisation des huiles (indicatif) :

Véhicule utilisation	Essence et Diesel Injection directe avec FAP*	Essence et Diesel Injection directe sans FAP*	Essence / Diesel turbo Injection indirecte	Essence ancienne génération Diesel atmosphérique
	5W30	5W40	10W40	15W40

*FAP : Filtre A Particules

Le niveau de l'huile de la boîte de vitesses doit être contrôlé toute les deux vidanges. Sur les voitures actuelles il n'est pas prévu de vidange de cette huile (sauf intervention sur la boîte)

Le niveau du liquide de frein doit être contrôlé lors des opérations de vidange. Il doit être remplacé tous les deux ans car à l'usage, il se charge d'humidité et d'impuretés et perd une partie de son efficacité.

Le liquide de refroidissement sert à refroidir le moteur mais aussi à le protéger de la corrosion interne, à lubrifier le circuit (notamment la pompe à eau) et bien sûr à résister aux très basses températures. En vieillissant, le liquide perd ses qualités. Il est à remplacer tous les 2 ou 3 ans.

Sur les voitures modernes, les graisseurs ont pratiquement tous disparu. On en trouve cependant sur certains véhicules très exposés comme les 4x4 tout-terrain ; il est bon, dans ce cas, de consulter la notice du constructeur, car certains véhicules ont encore quelques points de graissage sur les roulements de roue ou sur l'arbre de

transmission. Naturellement, le plan de graissage des voitures anciennes est à respecter scrupuleusement.

2.2. Remplacement des filtres :

Le filtre à huile : sert à retenir les impuretés et à maintenir le niveau de propreté nécessaire pour éviter les dégradations anormales des pièces. Il est à remplacer à chaque vidange. En effet, à quoi sert de mettre de l'huile neuve si elle doit passer par un filtre encrassé ?

Le filtre à carburant : sert à éliminer toutes les impuretés et l'eau contenues dans l'essence ou le gazole. Le filtre à essence et le filtre à gazole sont à changer toutes les deux vidanges.

Le filtre à air : sert à éliminer les impuretés contenues dans l'air que le moteur respire, pour que le mélange air/carburant se fasse correctement. Le filtre à air est à contrôler à chaque vidange et à remplacer toutes les deux vidanges.

Le filtre d'habitacle : sert à empêcher les particules polluantes contenues dans l'air de s'introduire dans le véhicule par les arrivées d'air. Le filtre d'habitacle est à contrôler à chaque vidange et doit être remplacé tous les ans ou tous les 20 000 km.

Contrôler et/ou remplacer les bougies d'allumage :

Spécificité des automobiles à moteur à allumage commandé, les bougies d'allumage doivent être vérifiées tous les 20 000 km et remplacées entre 60 000 et 80 000 km.

A ces opérations s'ajoute une inspection visuelle :

- Des durits : une durit craquelée doit être remplacée sans attendre ;
- De la courroie de ventilateur : elle doit être convenablement tendue et ne doit pas être effilochée ou craquelée ;
- De la batterie : il faut vérifier régulièrement le niveau du liquide électrolytique (sauf batterie sans entretien) et le compléter si nécessaire. Pour éviter des problèmes de démarrage, il est conseillé de contrôler les bornes de la batterie (sulfate) ;
- Des feux : il faut contrôler périodiquement leur fonctionnement et plus particulièrement celui des stops. Il ne faut pas hésiter à remplacer une ampoule défectueuse, comme une ampoule dont la luminosité n'est pas parfaite. Il est conseillé par ailleurs, de changer sans tarder les optiques fêlées car l'eau s'infiltra très rapidement et provoque des oxydations préjudiciables ;

- Du système de freinage : garnitures et disques ;
- Et de toutes les parties cachées habituellement (dessous et compartiments à accès réservé), afin de détecter toute anomalie : fuites, support cassé, pièce déformée ou prête à céder.

Un véhicule bien entretenu aide à maintenir la consommation de carburant à son niveau le plus bas et limite les risques de panne, voire d'accident, car il réagit mieux dans une situation difficile. Par ailleurs, l'entretien régulier, permet de conserver le patrimoine que représente une voiture puisque la valeur de revente sera meilleure.

VERSION PROVISOIRE

3. METTRE EN ROUTE LE MOTEUR :

3.1. Mise en route à froid :

- Ne pas accélérer pour lancer le moteur (ce qui était nécessaire sur les véhicules ancienne génération ne l'est plus sur les véhicules à injection électronique : le calculateur donne les informations nécessaires pour que le moteur démarre dès qu'il est entraîné par le démarreur) ;
- Laisser le moteur tourner au ralenti le temps strictement nécessaire à l'amorce de la montée en température (2 à 3 minutes en fonction de la température extérieure) (*un moteur qui tourne au ralenti consomme environ de 0,5 à 0,8 litre de carburant à l'heure*) ;
- Commencer à rouler le plus tôt possible pour permettre à l'ensemble des éléments mécaniques de monter en température.

3.2. Montée en température :

- Laisser le moteur monter en température pendant les premiers kilomètres sans forcer les régimes. Un moteur qui est poussé lorsqu'il est froid s'use beaucoup plus rapidement car la lubrification est incomplète (l'huile doit atteindre sa température normale : 80/85° pour trouver l'intégralité de son pouvoir lubrificateur) et la consommation de carburant est plus importante : la chambre de combustion n'étant pas à température la combustion est incomplète.

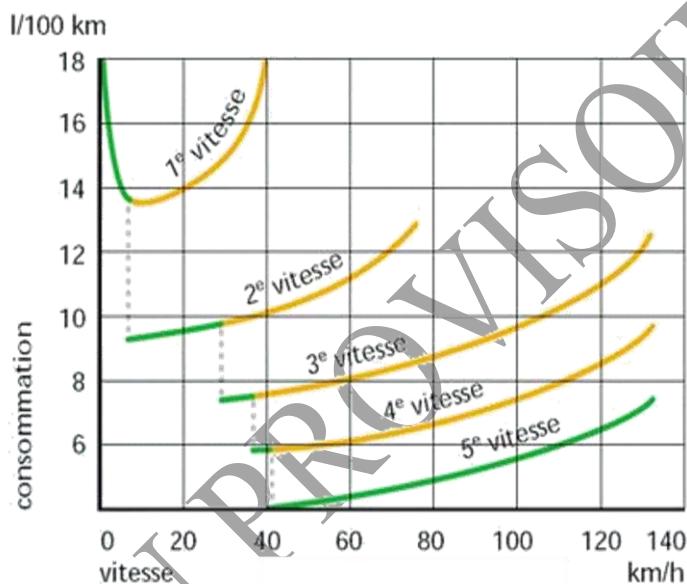
4. UTILISER LE MOTEUR ET LA BOITE DE VITESSES :

4.1. Utilisation du moteur :

- Une bonne gestion du moteur s'effectue essentiellement en l'utilisant autour du régime du couple maximum, c'est pourquoi il est indispensable de connaître les courbes caractéristiques et en particulier la courbe de consommation. Il est difficile de conduire un véhicule de façon rationnelle et prévisionnelle s'il n'est pas équipé d'un compte-tours.
- Le conducteur n'agira pas de la même façon si le couple maximal est à 1 750 tr/min (207 HDI 90 CH) ou à 3 950 tr/min (Clio essence 100 CH)

4.2. Utilisation de la boîte de vitesses :

- Tout en gardant une accélération progressive, monter rapidement les rapports (en respectant les régimes et sans faire patiner l'embrayage qui peut atteindre une température supérieure à 400°) pour atteindre la vitesse de croisière. Dès que la vitesse recherchée est atteinte, relâcher sensiblement la pression sur l'accélérateur.



Nous avons constaté sur le diagramme des courbes caractéristique d'un moteur que la courbe de consommation spécifique a une forme de V et que la consommation est la même à 1 750 tr/min et à 2 250 tr/min. Par contre, à 1 750 tr/min la puissance développée par le moteur est de 60 kW et à 2 250 tr/min de 90 kW, le couple étant égal dans les deux cas. Il est donc plus économique de pousser (sans excès !) les premiers rapports pour atteindre rapidement la vitesse de croisière et maintenir cette dernière aux environs du couple maximum. Pour être simple : est-il plus économique de consommer 10 litres pendant 7 secondes ou 4,9 litres pendant 24 secondes ? Là encore, il y a des habitudes à changer. La réflexion est la même si roulant à 60 km/h en 5^{ème} vitesse le conducteur souhaite augmenter sa vitesse à 90 km/h après la zone de ralentissement : le fait de rétrograder en 4^{ème} vitesse va lui permettre d'atteindre plus rapidement cette nouvelle vitesse et d'avoir une consommation qu'avec une accélération modérée et longue en conservant le 5^{ème} rapport.

4.2.1 Sur le plat :

- Utiliser le rapport de vitesses qui permet au moteur de tourner au régime du couple maximum en fonction de l'allure du véhicule.
- Eviter les variations de pression sur l'accélérateur qui entraînent une modification des paramètres d'injection et donc une augmentation sensible de la consommation.

4.2.2 En montée :

- Utiliser un rapport de vitesses qui permet au moteur de tourner légèrement au-dessus du couple maximum en maintenant l'accélérateur enfoncé à moitié.
- Prendre de l'élan dans la descente outre le risque de dépasser la vitesse autorisée n'apporte pas d'économie substantielle et oblige à changer de rapport en cours de montée ce qui provoque un ralentissement supplémentaire.

4.2.3 Avant d'aborder une descente prononcée :

- Ralentir en utilisant le frein moteur afin de diminuer la consommation ;
- Sélectionner le rapport approprié au profil annoncé de la route ;
- Adapter l'allure du véhicule au profil de la route et à la visibilité.

4.2.4 Pendant la descente :

- Règle générale : ne pas accélérer, utiliser l'énergie cinétique accumulée par le véhicule ;
- Si le rapport de vitesse sélectionné est approprié, les freins ne seront utilisés qu'à l'approche des zones de ralentissement (virage par exemple) ;
- Si l'allure du véhicule augmente lentement freiner franchement par intermittence pour diminuer l'allure (ne pas freiner en permanence ce qui provoquerait un échauffement anormal des freins) ;

- Si l'allure du véhicule augmente fortement, freiner franchement pour diminuer l'allure et enclencher le rapport inférieur ;
- Ne pas rouler au point mort dans une descente car ce sont les freins seuls qui vont ralentir le véhicule et, sous l'effet de la chaleur, ils perdront rapidement toute efficacité (fading). En outre cela n'entraîne aucune économie puisque le moteur qui tourne au ralenti est alimenté alors qu'en frein moteur il ne l'est pas.

Circuler au point mort en croyant économiser du carburant : une fausse bonne idée !

Si, en approchant d'un feu rouge par exemple, vous utilisez le frein moteur, vitesse enclenchée, accélérateur relevé, l'énergie cinétique « pousse » le véhicule et par le biais de la transmission force le moteur à tourner, il n'est donc plus nécessaire de l'alimenter en carburant.

Sur les véhicules actuels un système électronique coupe l'injection et la consommation est nulle.

Si, au contraire, le véhicule circule au point mort, le moteur qui n'est plus « forcé » à tourner doit donc être alimenté pour ne pas caler.

5. GERER LES ARRETS EN CIRCULATION :

- A un feu rouge ;
- A un passage à niveau ;
- En cas d'embouteillages....

Si le temps d'immobilisation prévisible (embouteillage, accident, bouchon au feu rouge, véhicule de livraison bloquant la circulation...) est supérieur à 15 secondes, couper le moteur permettra de réaliser une économie substantielle à condition de ne pas accélérer pour le relancer ou même pour mettre le véhicule en mouvement !

6. UTILISER LES FREINS :

Pour préserver le système de freinage et diminuer la consommation, il est primordial d'anticiper sur les ralentissements prévisibles et de lâcher l'accélérateur suffisamment à l'avance.

Le rôle des freins est de dissiper l'énergie cinétique accumulée par le véhicule en mouvement. L'énergie cinétique d'un corps en mouvement est proportionnelle à sa masse, et au carré de sa vitesse.

6.1 L'énergie cinétique :

L'énergie cinétique se calcule en appliquant la formule suivante :

$$Ec = \frac{1}{2} mv^2$$

Dans cette formule, la masse m est en kg, la vitesse v en m/s, et l'unité d'énergie est le Joule : J

Exemple 1 :

Un objet d'une masse **m** de **1kg** se déplaçant à la vitesse **v** de **1m/s** (soit **3,6 km/h**) possède une énergie cinétique de **$\frac{1}{2} \times 1 \times 1^2 = 0,5J$** .

Exemple 2 :

Un véhicule d'une masse **m** de 1 000 KG se déplaçant à la vitesse **v** de 25 m/s (90 km/h) possède une énergie cinétique de : **$\frac{1}{2} \times 1\ 000 \times 625 = 312\ 500\ J$**

L'énergie cinétique dissipée par les freins se transforme en chaleur affectant l'ensemble du système de freinage et provoquant une usure accélérée et une diminution importante de l'efficacité du système.

En outre, cette énergie cinétique est issue de la vitesse acquise par le véhicule qui, elle-même, résulte du travail du moteur, donc du carburant consommé.

7. MODERER SA VITESSE :

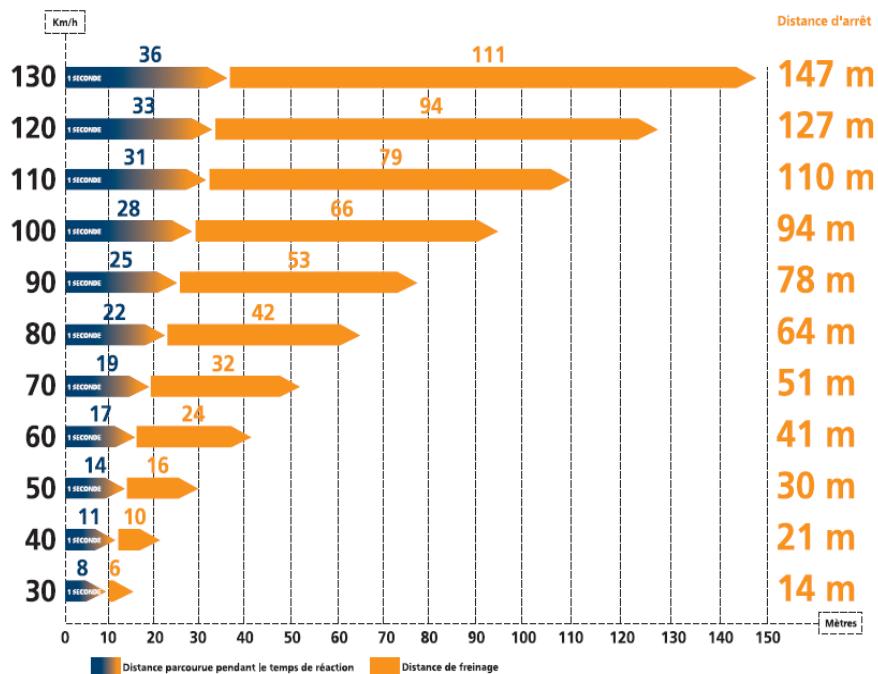
Abaissier sa vitesse de 10 % (rouler à 90 km/h au lieu de 100 km/h permet d'économiser sur un parcours de 200 kilomètres entre 1 et 3 litres (en fonction du type de véhicule), la durée du parcours augmentera de 10 minutes seulement en tenant compte des ralentissements inévitables en circulation.

Autre exemple : deux conducteurs doivent effectuer un parcours de 240 km sur autoroute. Le premier roule rapidement sa moyenne est de 120 km/h et la consommation de son véhicule est de 9 litres/100 km. Le second roule plus calmement, sa moyenne est de 100 km/h et la consommation de son véhicule de 6 litres/100 km :

- Combien de temps va gagner le 1^{er} conducteur ?
- Combien son véhicule consommera de plus ?

Et bien entendu, modérer sa vitesse permettra de diminuer le nombre et la gravité des accidents.

8. CONNAITRE L'INFLUENCE DE LA VITESSE SUR LA DISTANCE D'ARRET :



Valeur minimum requise pour la décélération maximale en m/s^2 : Voiture particulières : $5m/s^2$

Un exemple :

Vous circulez en agglomération à 60 km/h alors que la vitesse est limitée à 50 km/h. Vous arrivez à 25/30 mètres d'un passage pour piétons lorsque l'un d'eux s'engage pour traverser la chaussée, il y a un risque de collision :

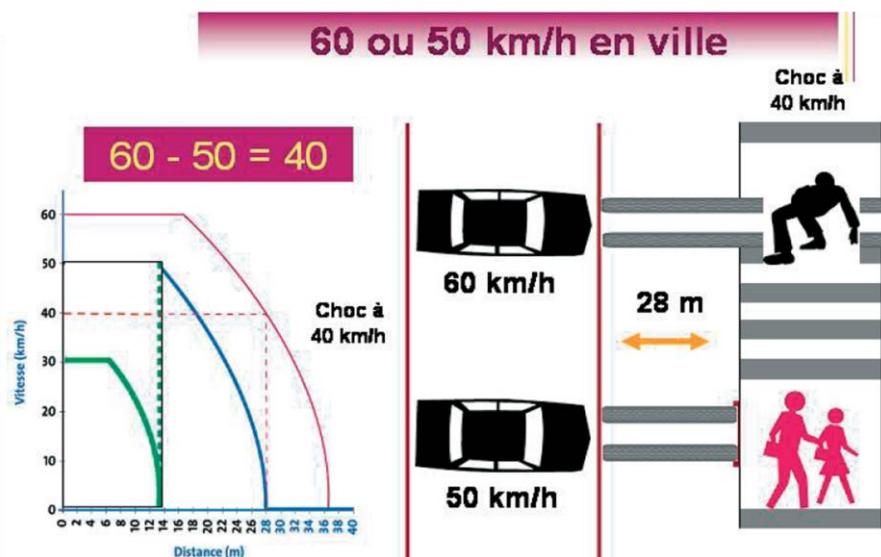
1 – A 60 km/h pourrez-vous vous arrêter avant le passage pour piétons ?

2 – A 50 km/h pourrez-vous vous arrêter avant le passage pour piétons ?

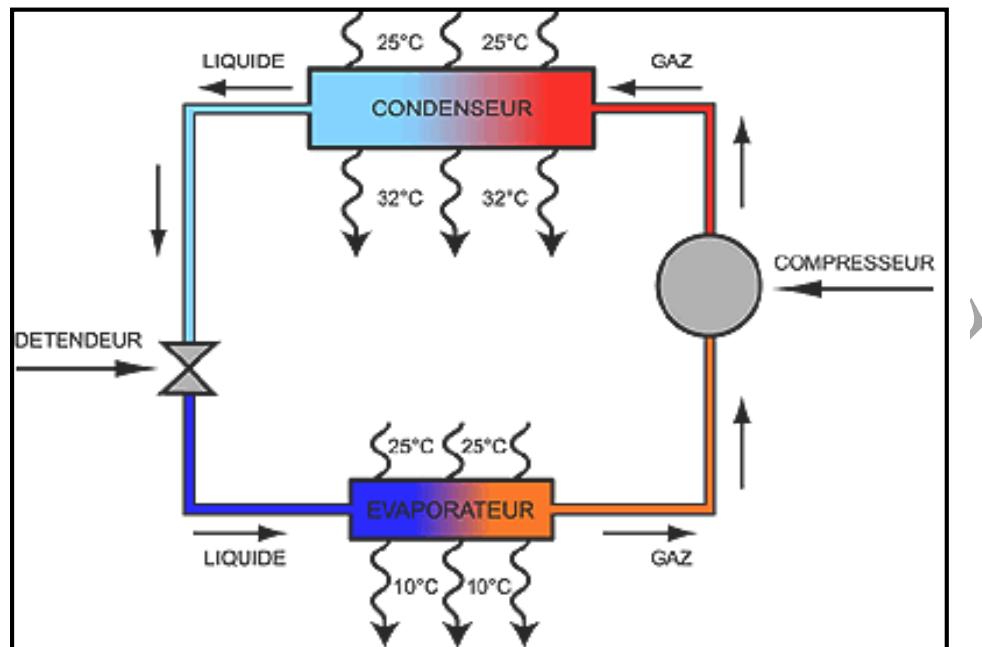
Si vous ne pouvez pas vous arrêter, à quelle vitesse risquerez-vous de heurter le piéton :

3 – A 60 km/h ?

4 – A 50 km/h ?



9. UTILISER LES ACCESSOIRES



La climatisation peut augmenter la consommation de 6 %, c'est pourquoi il faut respecter un certain nombre de préconisations :

- Si la voiture est restée au soleil, ouvrir les fenêtres pendant 4 à 5 minutes avant d'enclencher la climatisation car la chaleur accumulée à l'intérieur d'un véhicule stationné au soleil est plus élevée que la température extérieure (effet de serre) ;
- La température de la clim ne doit pas être réglée à plus de 5° en-dessous de la température extérieure.

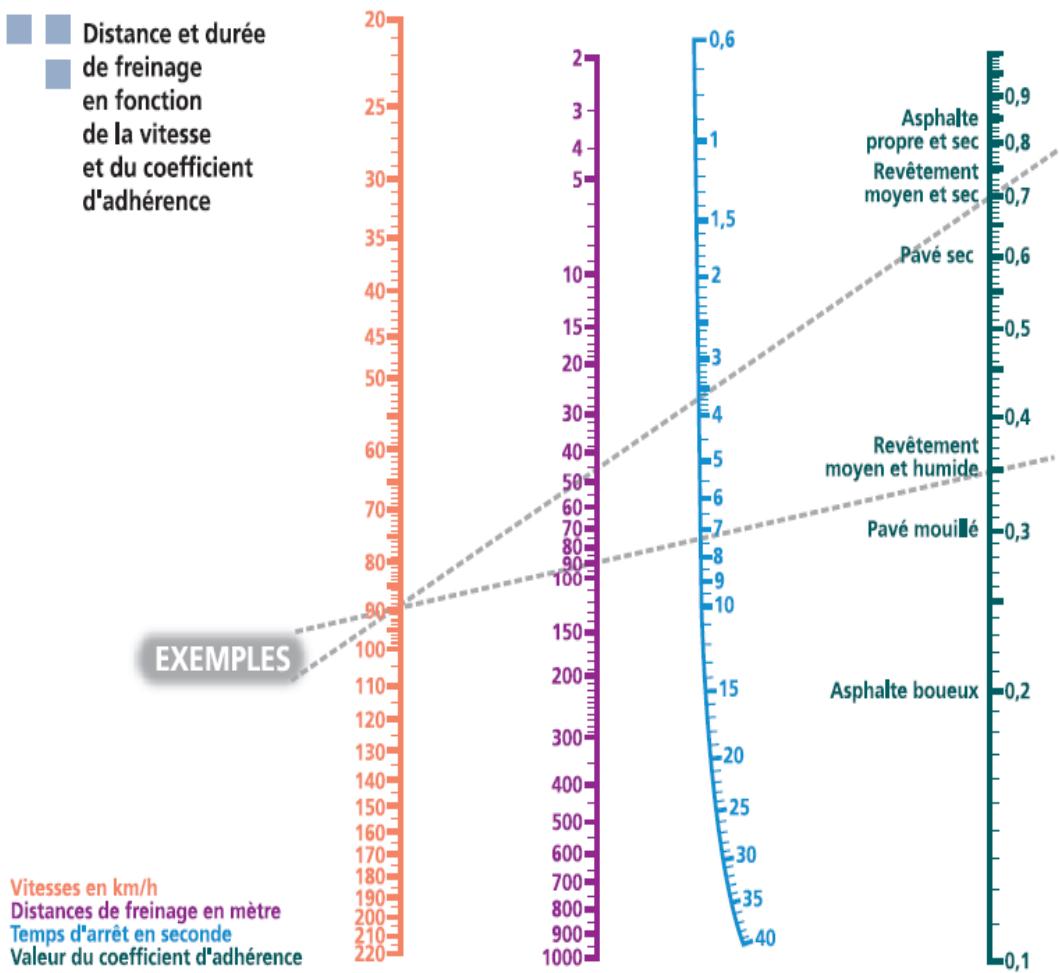
D – PRENDRE EN COMPTE L’ENVIRONNEMENT

1. AUTRES FACTEURS AYANT UNE INFLUENCE SUR LA CONSOMMATION :

- Altitude :
+ 1% par 100 mètres : l'altitude diminue la concentration d'oxygène dans l'air ce qui a une influence directe sur la qualité de la combustion
- Température :
+ 3 % par 10° : l'élévation de température provoque une dilatation de l'air et diminue la concentration d'oxygène ce qui a une influence directe sur la qualité de la combustion.
- Humidité :
+ 1 % à + 10 % (au-delà de 70%) : la présence d'une forte concentration d'humidité dans l'air perturbe la combustion.

Ces trois facteurs ont le même résultat, ils provoquent une mauvaise combustion donc une pression plus faible dans la chambre de combustion et une poussée moins forte sur la tête du piston.

2. DISTANCE ET DUREE DU FREINAGE EN FONCTION DE LA QUALITE DU REVETEMENT (COEFFICIENT DE FROTTEMENT) :



Pour une même vitesse, 90 km/h :

Si le véhicule circule sur un revêtement moyen et sec, la distance de freinage sera sensiblement de **50 mètres** (auxquels il faut ajouter la distance parcourue pendant le temps de réaction pour obtenir la distance d'arrêt) ;

Si le véhicule circule sur un revêtement moyen et humide, la distance de freinage sera sensiblement de **100 mètres** soit **2 fois plus longue**.

Pour utiliser le graphique, relier par une droite la vitesse du véhicule au type de revêtement. Par exemple à 40 km/h sur de l'asphalte boueux la distance de freinage sera de 30 mètres

3. CHOIX DE L'ITINERAIRE ET DES HORAIRES

3.1. Choix de l'itinéraire :

- Privilégier les parcours les plus roulants pour minimiser les variations de vitesses, source de surconsommation à condition que les kilomètres supplémentaires ne viennent pas annuler les économies de carburant.
 - Est-il plus économique de parcourir 32 kilomètres à 50 km/h de moyenne ou 7 kilomètres à 15 km/h de moyenne ?

3.2. Choix des horaires :

- Éviter les heures de pointe pour aborder ou quitter les grandes agglomérations ou pour traverser les agglomérations moins importantes. Il faut, bien entendu, ne pas avoir de contraintes horaires liées au travail.
- Les heures de pointes sont généralement :
 - Entrée en agglomération de 07 heures à 09 heures ;
 - Sortie d'agglomération de 17 heures à 19 heures 30 ;

Et dans une proportion moindre de 11 heures 30 à 13 heures.

E - LE CONDUCTEUR

Le conducteur est l'élément primordial du système :

HOMME <-> VEHICULE <-> ENVIRONNEMENT

Il est donc important de connaître ses besoins et les conséquences de la détérioration de ses capacités physiques.

1. PRENDRE LES INFORMATIONS PERIPHERIQUES :

C'est une des premières tâches du conducteur qui doit :

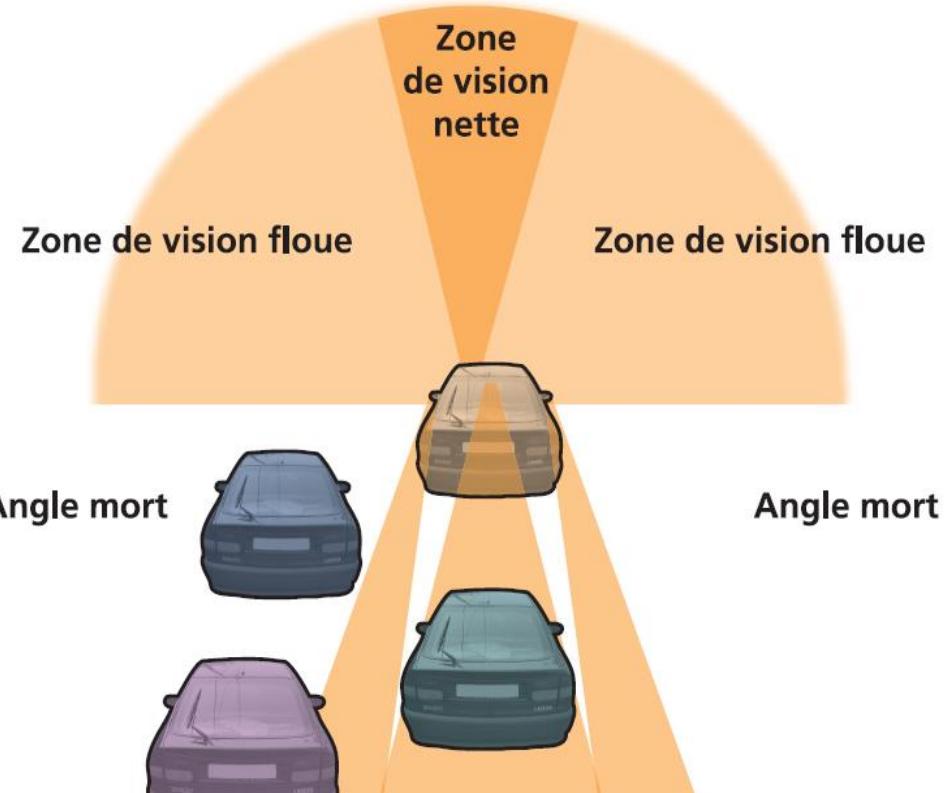
- Regarder loin : anticiper pour se donner le temps de réagir ;
- Regarder large : le regard doit être mobile pour percevoir tous les indices qui pourraient être utiles ;
- Regarder utile : rechercher les indices qui pourraient avoir une incidence sur la conduite.

La prise d'informations périphériques permet au conducteur d'anticiper et d'appliquer les règles de la conduite rationnelle et prévisionnelle pas d'accélérations ou de freinages brutaux, utilisation maximale de l'énergie cinétique accumulée par le véhicule (frein moteur)

1.1. Le champ visuel et les angles morts :

Le conducteur dispose vers l'avant d'un champ de vision panoramique sur 180 ° mais, seule la partie centrale est nette, c'est pourquoi son regard doit balayer ce champ de vision.

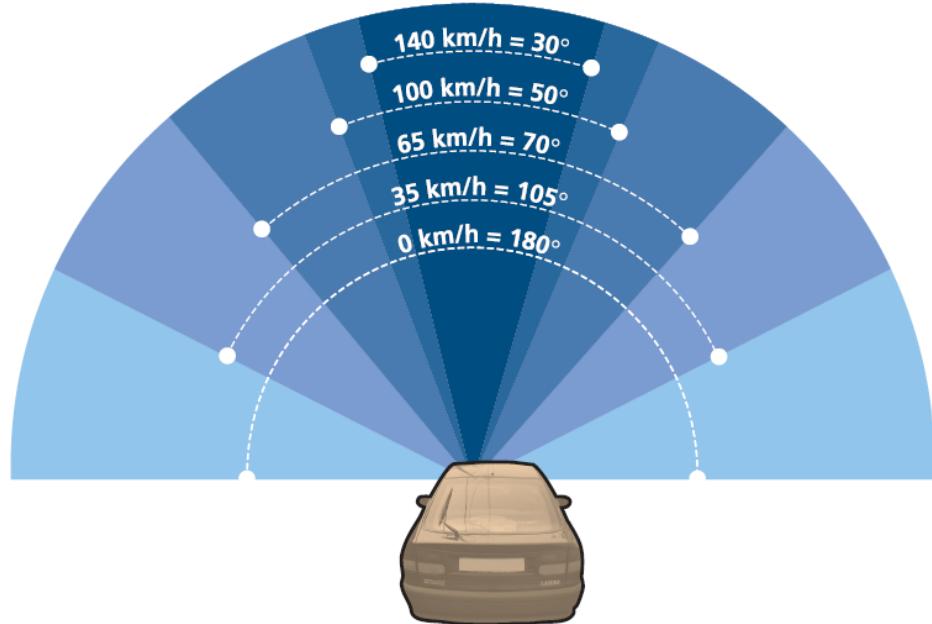
Vers l'arrière, le conducteur dispose de rétroviseurs qui, même s'ils sont correctement réglés, laissent subsister des angles morts importants. Pour explorer ces angles morts, le conducteur doit tourner la tête lorsque la situation l'exige, par exemple pour quitter une place de stationnement le long du trottoir, ou encore pour effectuer un dépassement lorsque la circulation est dense. Ces contrôles en vision directe sont particulièrement utiles pour détecter les deux roues qui sont peu visibles et sont souvent masqués en partie par les autres véhicules.



Cette façon de faire est en relation directe avec la conduite rationnelle et prévisionnelle : le conducteur à la recherche constante d'informations pouvant avoir une influence sur la progression de son véhicule aura la possibilité de mettre en application les principes de la conduite économique : souplesse, allure régulière, utilisation du frein moteur...

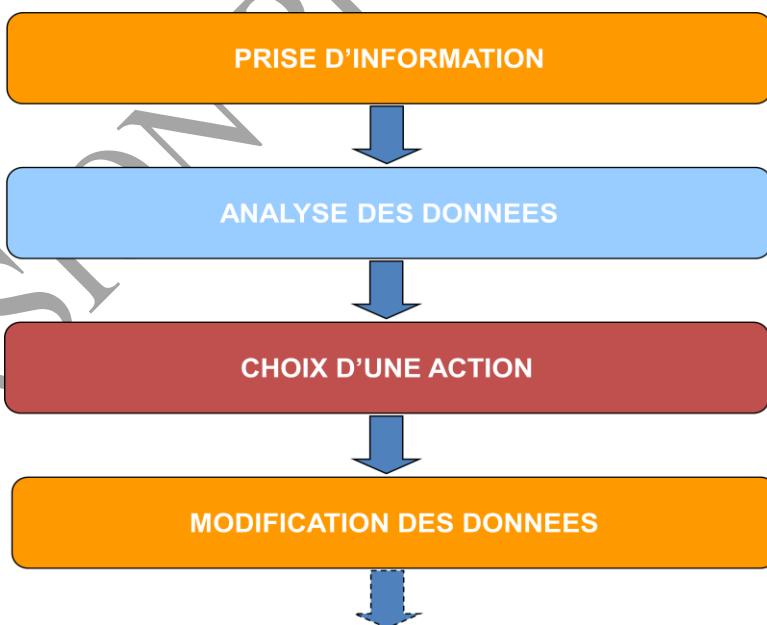
1.2. Rétrécissement du champ visuel en fonction de la vitesse :

Plus la vitesse augmente, plus le conducteur concentre son attention sur ce qui se passe loin devant son véhicule pour avoir le temps de réagir si une situation particulière (ralentissement, obstacle...) se présente. Ce faisant, son regard perd une partie de sa mobilité réduisant d'autant le champ visuel utile. Si ce phénomène n'a pas d'incidence sur autoroute où il n'y a pas de risques latéraux, il n'en est pas de même sur les routes où des dangers latéraux peuvent survenir par exemple aux intersections même protégées. C'est pourquoi il est impératif d'adapter sa vitesse à la catégorie de route utilisée et bien entendu de respecter les limitations de vitesse.



Source : Conduite Automobile et Vision (Docteurs CAZET-SUPERVIEILLE et DARRIGRAND) - Editions SR

2. COMPRENDRE LE PROCESSUS DE PRISE D'INFORMATIONS



Les organes sensoriels (principalement la vue et l'ouïe) du conducteur communiquent un certain nombre d'informations au cerveau qui les analyse en faisant intervenir les savoirs, l'expérience, la personnalité du conducteur... Cette analyse va entraîner une

réponse qui se traduit par une action sur les commandes du véhicule. Cette action va modifier la situation d'où nouvelle analyse...

Par exemple : un conducteur aborde une intersection non protégée. Un véhicule arrive sur sa droite. Le conducteur sait que la règle impose « de céder le passage aux véhicules débouchant de la ou des routes situées à droite ». Il sait également que le refus de priorité est caractérisé lorsque le véhicule en situation de priorité « doit modifier son allure ou sa direction ». Interviennent les interrogations : à quelle distance se trouve l'autre véhicule ? Quelle est sa vitesse ? Est-ce que je peux passer sans le gêner ou est-ce que je dois ralentir et le laisser passer ? Il en résulte une action musculaire (accélération, freinage, coup de volant) qui modifie les données auxquelles le cerveau va de nouveau réagir...

C'est ce traitement des informations qui explique **temps de réaction du conducteur**.

3. COMPRENDRE L'INFLUENCE DU TEMPS DE REACTION SUR LA DISTANCE D'ARRET :



Le temps de réaction est le temps nécessaire au conducteur pour réagir dans une situation donnée. Il peut varier entre $\frac{1}{2}$ seconde et 1 seconde suivant les individus, leur état physique et la complexité de la situation.

En circulation, il oblige à laisser une **distance de sécurité** (2 secondes) entre son véhicule et celui qui le précède.

Moyen mnémotechnique pour calculer rapidement la distance parcourue en une seconde :

Multiplier par 3 le 1er chiffre de la vitesse (les deux premiers à partir de 100 km/h).

Exemples :

$$A 50 \text{ km/h} : \quad 5 \times 3 = 15 \text{ mètres}$$

$$A 90 \text{ km/h} : \quad 9 \times 3 = 27 \text{ mètres}$$

$$A 110 \text{ km/h} : \quad 11 \times 3 = 33 \text{ mètres}$$

(ces distances sont approximatives par excès)

4. SAVOIR ANTICIPER :

Plus le conducteur regarde loin, plus il se donne de temps pour analyser les situations diminuant ainsi le temps de réaction au moment de l'action. Par exemple : un conducteur détecte à l'avance une intersection. De façon préventive, il met le pied devant le frein ce qui lui permet, s'il doit freiner, de gagner la fraction de seconde nécessaire au déplacement du pied.

Anticiper, c'est par exemple :

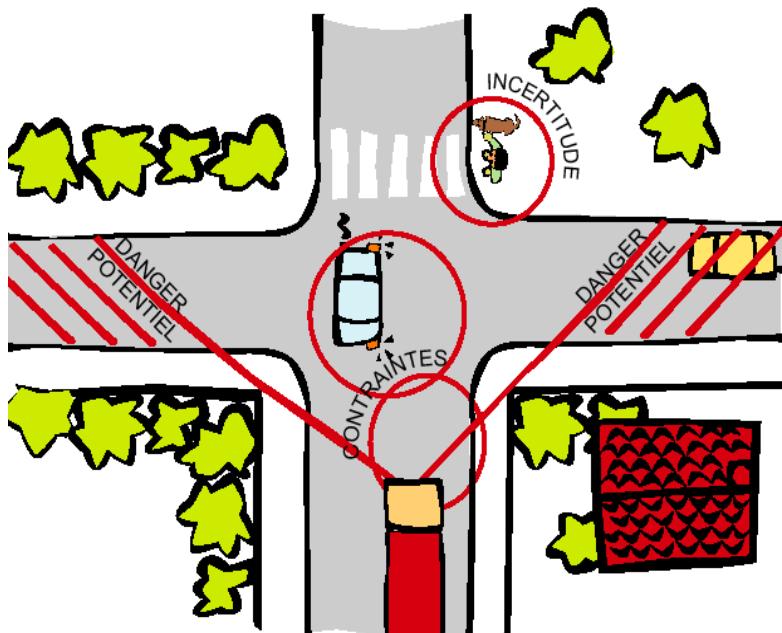
- Regarder au-delà des véhicules qui précèdent pour recevoir les informations le plus tôt possible et se donner le maximum de temps pour réagir;
- Etre attentif à la signalisation : un feu vert depuis longtemps risque de passer au jaune, le conducteur réduit sa vitesse pour ne pas avoir à s'arrêter brutalement ;
- Prendre en compte les véhicules qui suivent surtout s'ils ne respectent pas les distances de sécurité...

Ce qui permet :

- D'adapter sa vitesse ;
- D'éviter les décélérations brutales ;
- D'utiliser au maximum l'énergie cinétique du véhicule ;
- De s'insérer dans le flux de circulation, si possible, sans s'arrêter...

5. INTEGRER LES AUTRES USAGERS :

5.1. Les différentes zones :



Théorie des zones :

Zone d'incertitude : zone qui entoure un usager et dans laquelle il peut se déplacer subitement et instantanément, par exemple : un piéton traverse, une automobile arrive. Le piéton va-t-il continuer de traverser, s'arrêter ou encore reculer pour laisser passer le véhicule ?

Zone de contraintes ou zone de non liberté : zone qui se situe devant un véhicule en mouvement et qui correspond à la distance d'arrêt. Si un obstacle survient brutalement dans cette zone, le conducteur ne pourra pas l'éviter.

Zone de danger potentiel : zone à visibilité masquée et d'où peut survenir un autre usager : sommet de côte, virage, intersection sans visibilité...

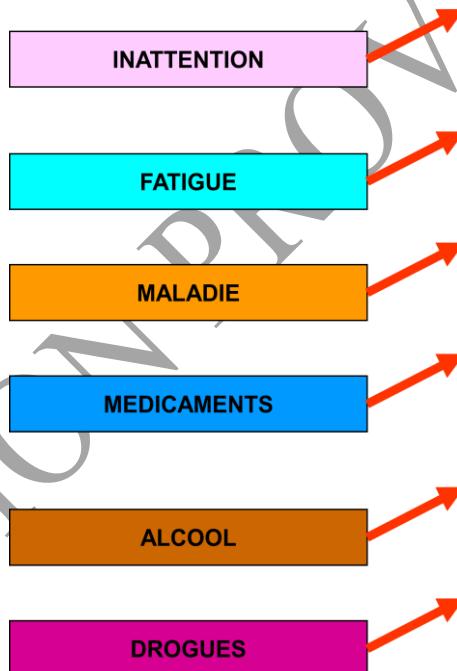
Le conducteur doit prendre en compte ces différentes zones afin d'adapter la vitesse de son véhicule dans le double objectif d'éviter les variations brutales d'allure (consommation de carburant) et les collisions avec les autres usagers.

Le conducteur doit prendre particulièrement en compte :

- Les personnes âgées dont les réactions sont parfois imprévisibles. Par exemple, elles attendent pour traverser la chaussée alors qu'il y a la possibilité de le faire sans danger puis se lancent brutalement alors que la circulation s'est densifiée ;
- Les enfants qui n'ont pas conscience des risques, ou ne localisent pas le danger (les enfants ont de problèmes de latéralisation)

Si le conducteur n'intègre pas ces points particuliers, il risque de réagir tardivement et brutalement comportements incompatibles avec une conduite économique.

6. LES FACTEURS QUI DEGRADENT (AUGMENTENT) LE TEMPS DE REACTION :



6.1. L'inattention et la distraction :

L'inattention est la première cause d'accident corporel au mortel enregistrée en Tunisie. Cette inattention peut avoir des raisons variées :

6.1.1. Le téléphone au volant :



Lorsque que le conducteur téléphone en conduisant, il est accaparé par la conversation, il est moins attentif et surtout son regard devient fixe entraînant une diminution du visuel et créant une sorte de tunnel pour la vision claire. Le fait d'avoir un téléphone mains libres supprime les risques liés à l'impossibilité d'exécuter certains gestes mais il ne supprime pas la baisse importante de l'attention du conducteur. Il faut également remarquer qu'en voiture dès que le téléphone sonne, le conducteur se précipite pour répondre même s'il se trouve dans une situation de conduite délicate. La vraie solution qui va dans le sens de la sécurité est de couper le téléphone lorsque le véhicule roule.

6.1.2. Fumer en conduisant :

Les causes d'inattention qui obligent le conducteur à quitter même brièvement la route des yeux sont nombreuses :

- Chercher le paquet de cigarettes ;
- Sortir la cigarette de paquet ;
- Allumer la cigarette ;
- Récupérer la cendre qui est tombée malencontreusement sur le siège ;
- Ecraser le mégot dans le cendrier.

En conduisant, on ne fume pas (de plus c'est bon pour la santé !)

6.2. La fatigue :

L'être humain fonctionne avec une alternance de veille et de sommeil. Le besoin de sommeil diffère selon les individus. Diminuer la durée du sommeil accroît la fatigue et provoque des périodes de somnolence.



Le manque de sommeil réduit l'efficience de la veille

SOMNOLENCE

6.2.1 Les signes annonciateurs de la fatigue :

Après quelques heures de conduite, il est normal d'être fatigué, surtout si on n'est pas entraîné à faire de longs parcours et si on est un conducteur débutant

La fatigue de l'automobiliste se manifeste au niveau musculaire, nerveux et visuel. Les signes annonciateurs de la fatigue sont nombreux et varient selon les individus.

On peut citer :

- Les paupières lourdes ;
- Les crampes dans la nuque ;
- Les crampes dans les jambes ;
- Le besoin fréquent de changer de position sur son siège...



6.2.1 Les effets de la fatigue

La fatigue rend le conducteur nerveux, anxieux, ses gestes sont moins prompts et moins précis, il a souvent tendance à rouler trop vite et à moins bien évaluer sa vitesse et celle des autres. Le conducteur a également du mal à conserver sa trajectoire.

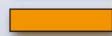
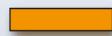
Il arrive en outre que la fatigue bloque des automatismes utiles et libère des automatismes nuisibles parce qu'inadaptés.

La fatigue ne peut pas se masquer, Il faut se méfier des idées reçues. Ouvrir la fenêtre pour un peu d'air frais ou prendre un café n'auront qu'un bref effet. Fumer une cigarette réduira l'apport en oxygène et favorisera l'état de fatigue. Mettre de la musique pourra bercer plus que tenir éveillé.

Le seul moyen de lutter contre la fatigue est, dès l'apparition des signes annonciateurs, le repos et le sommeil !

Après 2 heures de conduite

PAUSE



REPOS

POUR :

- Réduire la monotonie
- Augmenter la disponibilité psychologique et intellectuelle



**Ce n'est pas la monotonie
qui provoque l'endormissement,
mais le manque de sommeil**

W

6.3. L'hypovigilance :

L'hypovigilance est une diminution de la vigilance, pathologique en dehors du sommeil. Elle n'est pas obligatoirement liée à la fatigue. Elle peut entraîner un risque d'endormissement en quelques secondes et parfois les yeux ouverts. Tout ceci s'explique par le rythme chronobiologique. Autrement dit, la vigilance varie pendant la journée et elle est à son minimum entre 2 h et 5 h du matin et en forte baisse entre 13 h et 15 h de l'après-midi. Ce sont deux fortes périodes de somnolence.



C'est une horloge biologique fixe. Si l'on est au volant à ce moment-là, on aura beau essayer de se motiver pour rester éveiller, l'endormissement aura tendance à reprendre le dessus.

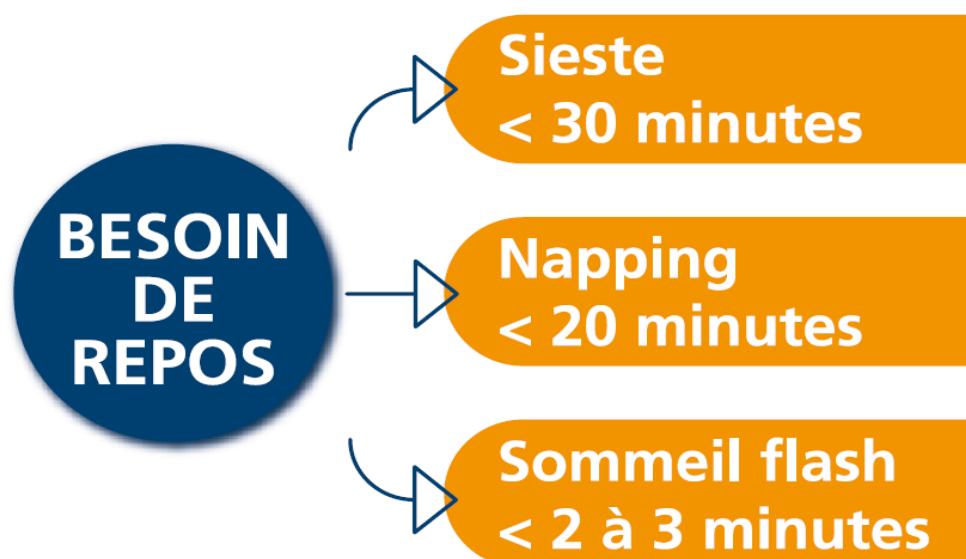
Les signes de l'hypovigilance :

- Une lenteur de réaction face à un obstacle ;
- Des difficultés à maintenir une vitesse constante ;
- Des erreurs de coordination ;
- Une inattention à la signalisation ;
- Une incapacité à pouvoir maintenir la trajectoire du véhicule (écart successifs) ;
- Des changements de voie involontaire ;

- Des périodes d'absence (aucun souvenir des derniers kilomètres parcourus) ;
- Des hallucinations ou illusions (par exemple : percevoir faussement la présence d'un animal sur la route.) ;
- Des périodes de « micro-sommeils » (de 1 à 5 secondes).

Des enregistrements vidéo et électro-encéphalographie de l'activité électrique du cerveau, associés à l'observation des mouvements oculaires, ont permis d'objectiver ces épisodes de somnolence au volant. Lors d'un épisode de micro-sommeil de cinq secondes sur une autoroute, un conducteur peut franchir plus de 100 mètres, soit presque la longueur d'un terrain de football.

Hypovigilance ? => Besoin de repos !

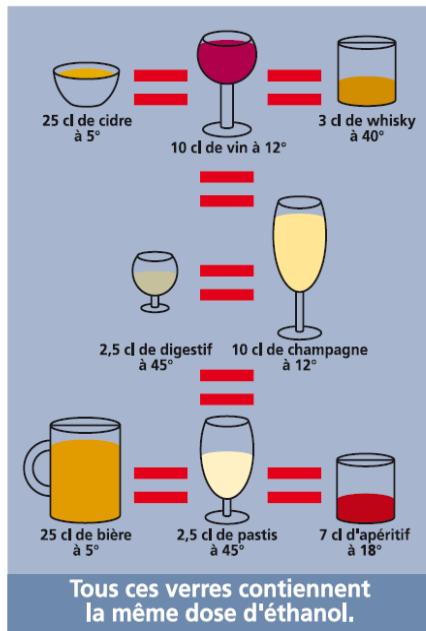


6.4. L'imprégnation alcoolique :

La consommation d'alcool est incompatible avec la conduite d'un véhicule automobile. Même si la réglementation a fixé un seuil (qui correspond à l'absorption de deux verres d'alcool), un conducteur responsable ne doit pas prendre le volant s'il a consommé ne serait-ce qu'un verre d'alcool.

UNE UNITE OU UN VERRE STANDARD = **10 G D'ETHANOL**

L'unité est un point de repère qui permet de savoir quelle quantité d'alcool pur on consomme.



Les données ci-dessus prennent en compte les quantités servies dans les débits de boisson quand l'alcool est commandé et servi au verre. Quelle quantité boivent trois amis qui débouchent une bouteille de vin ?

6.4.1. Ses conséquences :

- Altération de la vision périphérique : focalisation sur la vision centrale ;
- Modification de l'évaluation de distances : les panneaux routiers paraissent plus petits, plus lointains ;
- Modification de la perception des vitesses ;
- Etat d'inattention : maintien d'une vitesse inappropriée, non perception de certaines contraintes de la route ;
- Perturbation de la vigilance, de la mémoire et ralentissement du traitement de l'information ;
- Prise de risques augmentée ;
- Conducteur non conscient de la diminution de ses capacités.

En outre, en cas d'accident, une alcoolémie positive est une circonstance aggravante qui peut se retourner contre le conducteur alcoolisé même s'il n'est pas directement responsable de l'accident.

Enfin un conducteur alcoolisé responsable d'un accident va perdre la protection de son assurance et devra assumer seul le montant des réparations et indemnités qui peuvent être particulièrement élevées en cas d'accident corporel ou mortel.

6.5. La maladie et les médicaments :

6.5.1. La maladie :

Certaines maladies sont incompatibles avec la délivrance ou le maintien du permis de conduire. C'est au médecin qu'il revient la responsabilité d'informer son patient en dehors des visites médicales obligatoires. Cependant, "le conducteur-patient reste responsable des conclusions qu'il tire des recommandations médicales qui lui ont été transmises. Chaque automobiliste a une responsabilité dans l'évaluation de son état de santé et de ses capacités à conduire. C'est à lui seul qu'appartient la décision de prendre le volant.

Certaines affections peuvent amener à déconseiller la conduite :

L'arthrose qui peut rendre certaines manœuvres dangereuses, en empêchant de d'exécuter certains gestes : tourner la tête pour effectuer un contrôle en vision directe ;

Des affections ponctuelles (grippe sévère par exemple) qui provoquent un état fiévreux et/ou des céphalées ;

Des incapacités temporaires suite à des fractures par exemple ;

...

6.5.2. Les médicaments :

Les médicaments peuvent entraîner des restrictions de conduite :



- Signalisation :

- L'administration a mis en place un pictogramme destiné à informer les patients sur le risque lié à la prise de médicaments sédatifs. Cette nouvelle classification, jointe à la mise en œuvre du pictogramme,

permettrait de réaliser une prévention efficace des accidents liés aux médicaments.

- Classification :

- Les instances ont donc proposé l'établissement d'une classification des médicaments en fonction de leurs risques pour les conducteurs.
 - Groupe III : altération significative de la capacité de conduite ;
 - Groupe II : altération modérée de la capacité de conduite. ;
 - Groupe I : médicaments sans effet sur les conducteurs.



6.6. Les drogues :

Qu'elles soient douces ou dures, elles représentent un réel danger pour la conduite :

- Altération de l'activité de poursuite (ou contrôle de trajectoire) ;
- Réduction de l'aptitude à partager l'attention avec une charge mentale accrue ;
- Difficultés de concentration ;
- Temps de réaction allongé ;
- Réponses en situation d'urgence détériorées ;
- Dégradation du processus de contrôle de l'information.



ANNEXES

LES AIDES A LA CONDUITE

Les aides à la conduite se divisent en deux familles :

- Les aides ayant pour objectif la diminution de la consommation et de la pollution atmosphérique ;
- Les aides ayant pour objectif la sécurité et l'assistance au conducteur.

1. AIDES AYANT POUR OBJECTIF LA DIMINUTION DE LA CONSOMMATION ET EN CONSEQUENCE DE LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE.

1.1. Le système Stop/Start :

Le système, qui a fait son apparition dans le milieu des années 1990, se compose de quatre éléments :

- Un alternateur réversible (qui remplace l'alternateur habituel en utilisant les mêmes points de fixation) qui a un rôle d'alterno-démarreur (alternateur et démarreur à la fois), le démarrage s'avère alors rapide et silencieux ;
- Un boîtier électronique qui gère l'interconnexion entre l'alternateur, le calculateur moteur et le boîtier de servitudes intelligent ;
- Une batterie étanche avec recombinaison de gaz ;
- Une courroie et un tendeur de courroie spécifiques.

Principes de fonctionnement :

Dès que la vitesse du véhicule est inférieure à 6 km/h, le moteur se coupe et l'embrayage se met en position débrayée. Le moteur reste alors coupé tant que la pédale de frein est enfoncée.

Dès que la pédale de frein est relâchée, le moteur redémarre automatiquement, en silence et presque sans aucune vibration. Lorsque l'accélérateur est à nouveau sollicité, l'embrayage passe en position embrayée.

Ce système permet de faire des économies d'énergie, car au delà de trois secondes, l'arrêt du moteur est bénéficiaire.

L'arrêt du moteur reste cependant soumis à certaines autres conditions : température extérieure, fonctionnement de la climatisation...

Enfin le système peut généralement être désactivé par une commande spécifique.

Avantages :

- Réduction de la consommation pouvant atteindre 10 à 15 % en cycle urbain ;
- Réduction des émissions de CO₂ pouvant atteindre 15 % en cycle urbain ;
- Les bruits et vibrations du moteur sont éliminés lors de l'arrêt.

Inconvénients :

- Lors de l'arrêt du moteur, sa température à tendance à chuter, d'une part, d'autre part, Il n'y a plus de gaz dans le pot catalytique qui lui aussi perd de sa chaleur alors qu'il n'est réellement efficace qu' à partir d'une certaine température.

1.2. Le freinage à récupération d'énergie :

Lorsque le conducteur utilise les freins du véhicule, l'énergie cinétique emmagasinée par le véhicule est dissipée au niveau des freins où elle se transforme en chaleur. Longtemps, les constructeurs ont cherché un moyen pour récupérer cette énergie.

Le freinage à récupération a été mis au point en priorité pour les moteurs électriques car fondamentalement, il n'y a aucune différence entre un moteur et une génératrice de courant électrique : c'est le même appareil. Ce qui veut dire, qu'un "moteur électrique" peut indifféremment utiliser de l'énergie électrique pour produire une force mécanique, ou à l'inverse utiliser une force mécanique pour produire de l'électricité.

Ainsi, avec une voiture électrique, on peut se servir du moteur pendant le freinage pour produire de l'électricité et recharger les batteries. Lorsque que l'on arrête d'accélérer la voiture conserve de l'élan (énergie cinétique), ce sont alors les roues qui entraînent le moteur électrique qui va produire de l'électricité. Ce procédé crée un effet de résistance magnétique au sein du moteur qui freine progressivement le véhicule. C'est ce que l'on appelle un frein "dynamique", par opposition aux freins classiques dits "à frottements".

Le premier avantage de ce système pour un véhicule électrique est tout à fait évident. Au lieu de perdre de l'énergie au freinage, la voiture en produit ce qui

permet de diminuer la consommation électrique de la voiture et d'accroître l'autonomie du véhicule (de l'ordre de 10%), donc de réduire les coûts d'utilisation.

L'augmentation de l'efficacité énergétique résultant du freinage par récupération peut atteindre 30 %.

Dans les agglomérations urbaines où l'accélération / décélération sont fréquentes la récupération d'énergie est plus importante par conséquent, à vitesse faible le freinage à récupération est utilisé en priorité.

Une autre source d'économie vient du fait que ce type de freinage réduit l'usure des éléments de freinage de la voiture puisqu'il n'y a pas de frottements mécaniques. Sur une voiture classique, il faut changer régulièrement les plaquettes et disques de freins ce qui représente un risque (perte de freinage), et un coût non négligeable.

Concrètement, quand on lève le pied de l'accélérateur et même que l'on commence seulement à presser la pédale de frein, le frein dynamique "s'enclenche", la voiture produit de l'électricité et commence à ralentir. Si l'on presse la pédale plus fort, le frein classique vient s'ajouter et le freinage est plus fort. On peut ainsi améliorer l'efficacité du frein dynamique en anticipant ses freinages.

Ce système commence à être utilisé sur les voitures à moteur thermique pour charger une ou des batteries annexes ce qui permet de déconnecter l'alternateur qui n'est utilisé qu'exceptionnellement pour recharger les batteries.

Il est possible de l'optimiser encore, par la récupération de l'énergie perdue au freinage par un système directement intégré au disque de frein pour convertir l'énergie dégagée à chaque freinage en courant électrique. Le recours à l'alternateur est alors exceptionnel, et l'économie de carburant est d'environ 4 %.

2. LES AIDES A LA CONDUITE AYANT POUR OBJECTIFS LA SECURITE ET L'ASSISTANCE AU CONDUCTEUR :

Une aide à la conduite est un système de sécurité active d'assistance ou d'information du conducteur pour éviter l'apparition d'une situation dangereuse risquant de créer un accident. Tout système allégeant et facilitant la tâche du conducteur peut être considéré comme une aide à la conduite.

On distingue :

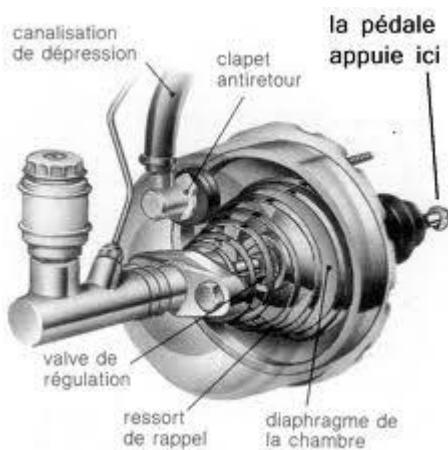
- Les aides au freinage ;
- Les aides au contrôle de la stabilité ou de la trajectoire du véhicule ;

- Les assistances visant à faciliter la conduite et/ou à augmenter la sécurité.

2.1. Les aides au freinage :

2.1.1. Le freinage assisté :

Utilisé depuis de nombreuses années, il permet pour un faible effort sur la pédale de frein, d'obtenir dans le circuit une forte pression hydraulique : la pression du conducteur sur la pédale de frein est amplifiée par une dépression venue de la tubulure d'admission pour les moteurs à essence ou par une pompe à vide pour les moteurs Diesels.

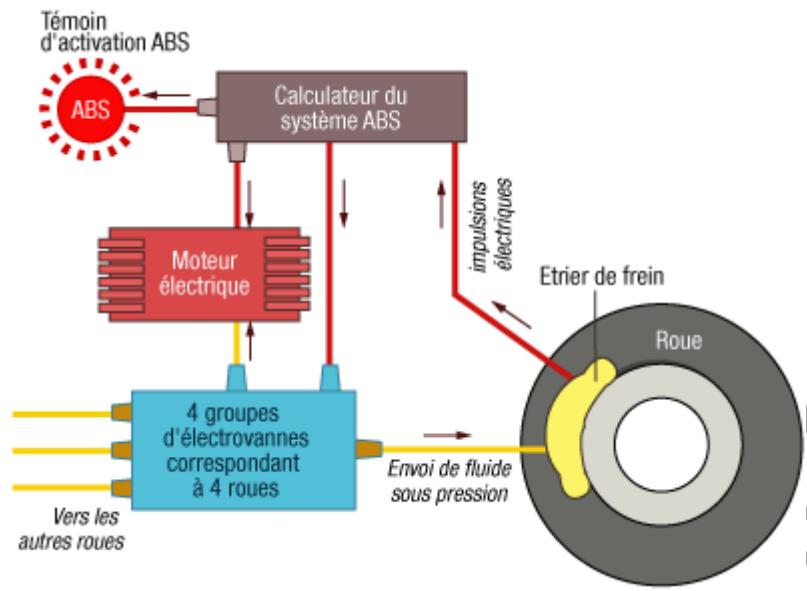


2.1.2. Le correcteur de freinage :

A fonctionnement entièrement mécanique, il permet, en enregistrant la variation d'assiette d'un véhicule lors d'un freinage, de limiter la pression hydraulique admise dans les récepteurs des roues délestées (généralement les roues arrière).

2.1.3. L'antiblocage de roues ABS :

Le système antiblocage de roues a pour fonction de détecter le blocage d'une ou plusieurs roues lors du freinage à l'aide de capteurs situés au niveau de moyeux et reliés via un calculateur sur un modérateur intégré au circuit hydraulique qui va diminuer la pression de freinage sur la ou les roues concernées.



L'anti blocage de roues permet de conserver la direction de son véhicule et d'éviter ainsi un obstacle éventuel et de maintenir la distance de freinage à son niveau idéal.

2.1.4. L'aide au freinage d'urgence AFU :

L'Aide au Freinage d'Urgence est un dispositif complémentaire de l'ABS. En fonction de la pression du conducteur sur la pédale de frein, il permet d'amplifier le freinage jusqu'à la limite du blocage de roue afin d'obtenir une distance de freinage la plus courte possible. L'amplification peut varier 6 pour les freinages lents à 23 pour les freinages d'urgence.

2.2. LES AIDES AU CONTROLE DE LA STABILITE OU DE LA TRAJECTOIRE DU VEHICULE

2.2.1. L'anti patinage ASR :

Tout comme une roue bloquée, une roue qui patine à l'accélération entraîne une perte de stabilité. La régulation du patinage vient compléter l'ABS et utilise les mêmes circuits. Si une roue tend à patiner, le calculateur impose un freinage de celle-ci, jusqu'à ce que la motricité redevienne compatible avec le niveau d'adhérence.

2.2.2. Le contrôle dynamique de trajectoire ESP ou ESC

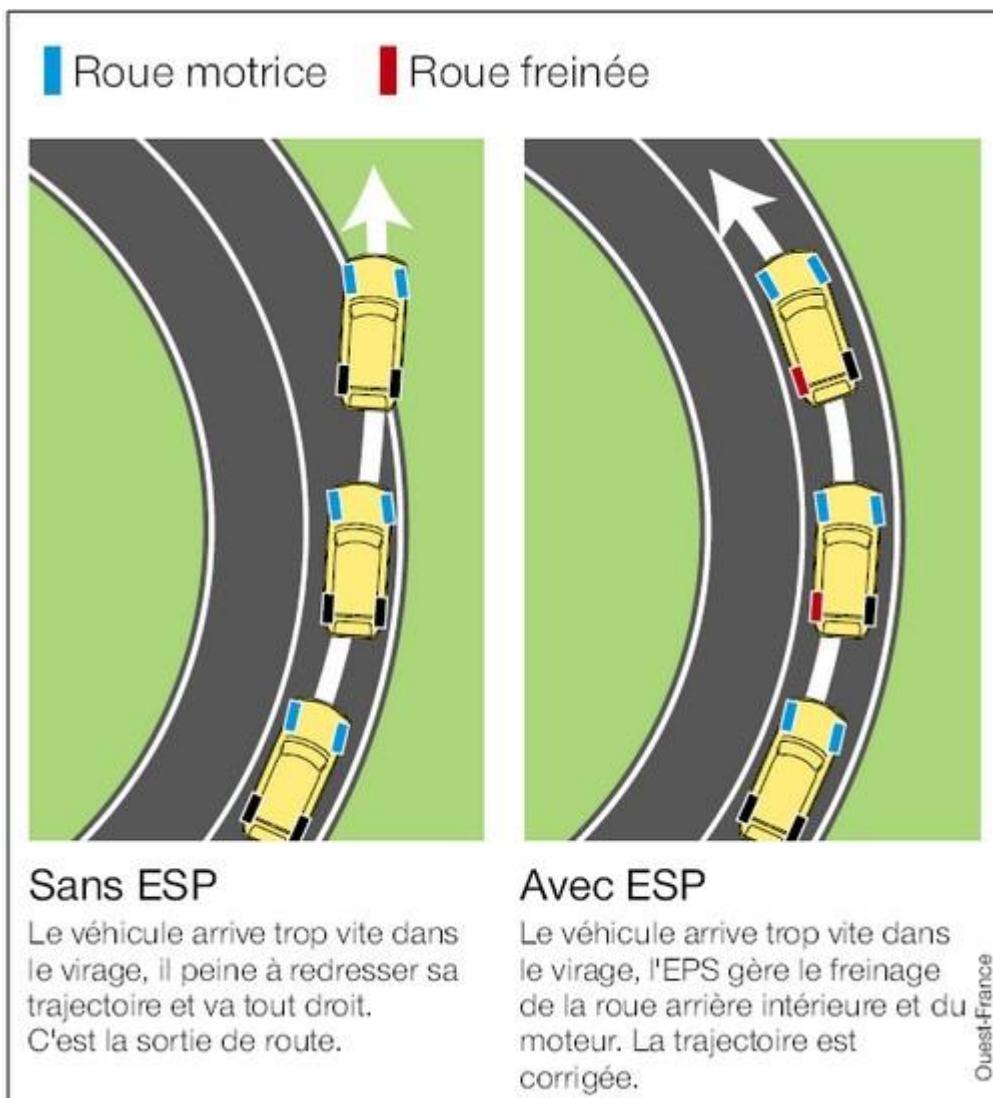
L'**ESP** (*Electronic Stability Program* ou *Électro-Stabilisateur Programmé*) est aussi appelé **ESC** (*Electronic Stability Control*) c'est un équipement de sécurité active destiné à améliorer le contrôle de trajectoire d'un véhicule automobile

L'ESP permet de corriger la trajectoire en agissant sur le système de freinage ainsi que sur le couple moteur. Son fonctionnement est simple ; le véhicule lors d'un virage pris à trop grande vitesse ou lors d'un changement brutal de trajectoire (évitement d'obstacle) peut perdre sa stabilité et échapper au contrôle de son conducteur :

- Soit sous-virer : le train avant dérive davantage que le train arrière et l'automobile a tendance à aller tout droit au lieu de suivre la courbe. L'ESP rétablira le véhicule en donnant l'ordre de freiner la roue arrière intérieure. En cas de fort sous virage, l'ESP freine aussi les roues avant.
- Soit survirer : le train arrière dérive davantage que le train avant et si la trajectoire n'est pas rétablie, la voiture part en tête-à-queue. L'ESP rétablira le véhicule en donnant l'ordre de freiner la roue avant extérieure.

Au besoin, si le conducteur recherche encore à accélérer, l'ESP réduit le couple moteur délivré.

Ces phénomènes sont décelés par des capteurs : vitesses de rotation des roues au niveau des trains roulants, angle du volant au niveau de la direction, vitesse de lacet (rotation du véhicule par rapport à l'axe vertical) et accélération transversale. Les calculateurs vérifient (25 fois par seconde) et analysent si la trajectoire réelle suivie par le véhicule est bien celle souhaitée par le conducteur. Donc, si une situation anormale se produit, la trajectoire est corrigée par un freinage ciblé sur la roue concernée.



L'ESP agit dans les situations suivantes :

Perte de trajectoire : dans un virage, la voiture dérape. Des graviers ou des feuilles mouillées ont réduit l'adhérence de la chaussée. Le système, toujours en veille, se déclenche et opère en quelques millisecondes les corrections dynamiques pour maintenir l'équilibre du véhicule. Le conducteur aura ressenti, juste un début de glissade et l'électronique auraagi.

Mauvaise estimation : L'ESP n'intervient pas qu'avec la pluie, la neige ou sur une chaussée peu adhérente. Il peut aussi pallier les erreurs d'appréciation du conducteur, ou ses gestes trop nerveux en situation d'urgence. Un virage plus serré que prévu ou une manœuvre d'évitement soudaine qui déséquilibre la voiture : le système fait tout pour aider au maintien de la trajectoire désirée.

L'électronique se charge de tout. Le but est de maximiser les chances de rester sur la route lorsqu'une perte d'adhérence survient et que le conducteur risque la perte de contrôle : glissade ou tête-à-queue. Une centrale électronique recueille en permanence les données de roulage de la voiture et analyse la moindre anomalie. Sont analysés vingt-cinq fois par seconde : la vitesse comparée de rotation des roues, la différence entre l'angle de braquage du volant et le virage réel que prend le véhicule, la force centrifuge. Tout cela est décrypté par une unité centrale qui va opérer un dosage du freinage roue par roue, voire accélérer une roue.



Cette aide au maintien de la trajectoire permet à la voiture de réagir au mieux dans une situation limite. Mais sans aller au-delà de ce que permet l'adhérence au sol. Impossible de rattraper un dérapage trop avancé, ni de contrer une vitesse très largement excessive dans un virage ultra serré. L'électronique optimise les réactions de la voiture. Mais elle ne peut « fabriquer » une adhérence qui n'existe pas.

2.3. Les assistances visant à faciliter la conduite et/ou à augmenter la sécurité

On peut citer :

2.3.1. La vision de nuit :



Grâce à la présence d'une caméra thermique à l'avant, le conducteur est capable de voir jusqu'à 300 m en pleine nuit : piéton, cycliste, animal et tout engin à moteur thermique ne peuvent échapper à sa vigilance.

2.3.2. L'affichage "tête haute" :



Le système consiste à projeter une image holographique des informations les plus importantes (vitesse, informations du système de navigation...) sur le pare-brise, à hauteur des yeux du conducteur.

2.3.3. Le GPS 3D :



Tous les conducteurs peuvent aujourd'hui bénéficier du guidage par satellite. Néanmoins, les constructeurs continuent d'innover. Par exemple un nouveau système permet de visualiser sur l'écran, en temps réel, l'intégralité de son parcours en 3D.

2.3.4 Le stationnement automatique :



Les radars se sont démocratisés. Certes, mais il faut encore manœuvrer... Les constructeurs réfléchissent donc à des voitures capables de... se garer toutes seules.

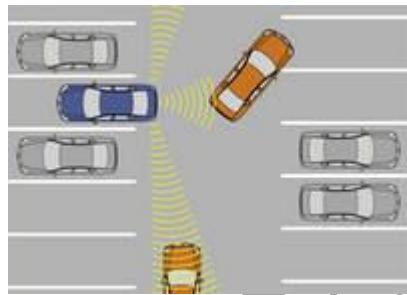
2.3.5 Les rétroviseurs caméras :



Pour éviter le piège de l'éternel "angle mort", les constructeurs développent des systèmes de caméras pour remplacer les rétroviseurs. L'image est diffusée sur deux écrans à droite et à gauche du poste de pilotage.

2.3.6. Les systèmes anticollision :

Ils permettent grâce à des caméras de détecter les obstacles potentiellement dangereux et d'influer sur la vitesse du véhicule, voire de déclencher le freinage sans aucune action du conducteur.



Les systèmes anticollision font peu à peu leur apparition sur les modèles haut de gamme et vont très probablement arriver sur le marché grand public dans les prochaines années. Ces systèmes anticollision permettent d'éviter les collisions latérales, en marche-arrière, aide à maintenir une distance de sécurité et propose un dispositif de prévention de changement de voie.

Anticollision en marche-arrière : manœuvre la plus sujette aux accidents, des capteurs à l'arrière et sur les côtés du véhicule détectent les objets qui se trouvent à proximité de la voiture. Si un objet se trouve sur la trajectoire directe du véhicule en marche-arrière, une alarme se déclenche et les freins sont activés.

Prévention des collisions latérales : le système déclenche une alarme lorsqu'une voiture change de voie ou qu'un autre véhicule est détecté sur la voie sur laquelle vous voulez vous insérer. Un mécanisme s'enclenche via les commandes de frein de chaque roue sur le côté opposé du véhicule pour éviter une éventuelle collision et rediriger la voiture vers le centre de la voie d'origine.

L'aide à maintenir la distance de sécurité : le système évalue la distance entre une voiture et les objets sur sa trajectoire. Lorsque la voiture s'approche d'un objet, le système émet un signal d'alarme et relève la pédale d'accélérateur jusqu'à créer une résistance avec le pied du conducteur. Si le système ne détecte pas de réaction de la part du conducteur, il freinera lentement pour favoriser la décélération.

2.3.7 Alerte de franchissement involontaire de ligne (AFIL)

Le système analyse les marquages au sol et calcule la position de la voiture sur sa voie, permettant au conducteur de maintenir sa voiture au centre de la voie de circulation. Si le véhicule s'approche trop près de ces marquages, le système redirige la voiture vers le centre de la voie.

VERSION PROVISOIRE