

Technologie fonctionnelle de l'automobile

TOME **1**

Technologie fonctionnelle de l'automobile

7^e édition



TOME **2**

La transmission, le freinage,
la tenue de route et l'équipement électrique

HUBERT MÈMETEAU
BRUNO COLLOMB

Avec des tests
d'auto-évaluation
corrigés

DUNOD

Hubert MÈMETEAU Bruno COLLOMB

LA MAINTENANCE AUTOMOBILE

2^e édition

EN **60** FICHES
PRATIQUES



BAC Pro
3 ans

DUNOD

Technologie fonctionnelle de l'automobile

7^e édition

TOME 1

Le moteur et ses auxiliaires

HUBERT MÈMETEAU
BRUNO COLLOMB

DUNOD

Tout le catalogue sur
www.dunod.com



Couverture : Pierre-André Gualino, graphiste

Photos de couverture (de gauche à droite) :

© dreamnikon – fotolia.com, © iammacintosh – istockphoto.com,

© joel_420 – fotolia.com, © calado – fotolia.com

Réalisation des illustrations : Philippe Mèmeteau

<p>Ce pictogramme mérite une explication. Son objet est d'alerter le lecteur sur la menace que représente pour l'avenir de l'écrit, particulièrement dans le domaine de l'édition technique et universitaire, le développement massif du photocopillage.</p> <p>Le Code de la propriété intellectuelle du 1^{er} juillet 1992 interdit en effet expressément la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit. Or, cette pratique s'est généralisée dans les</p>	<p>établissements d'enseignement supérieur, provoquant une baisse brutale des achats de livres et de revues, au point que la possibilité même pour les auteurs de créer des œuvres nouvelles et de les faire éditer correctement est aujourd'hui menacée.</p> <p>Nous rappelons donc que toute reproduction, partielle ou totale, de la présente publication est interdite sans autorisation du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC, 20 rue des Grands-Augustins, 75006 Paris).</p>
---	--



© Dunod, 1981, 1993, 1996, 2002, 2006, 2009, 2014

5 rue Laromiguière, 75005 Paris
www.dunod.com

ISBN 978-2-10-070824-6

Le Code de la propriété intellectuelle n'autorisant, aux termes de l'article L. 122-5, 2° et 3° a), d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite » (art. L. 122-4).

Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles L. 335-2 et suivants du Code de la propriété intellectuelle.

Avant-propos

La technologie automobile évoluant très vite, il est très difficile actuellement d'acquérir des connaissances sur tous les systèmes existants. C'est pourquoi il était important de faire une mise à jour et donc une 7^e édition de cet ouvrage, créé par Hubert Mèmeteau, qui comporte deux tomes :

- » tome 1 : Le moteur et ses auxiliaires ;
- » tome 2 : La transmission, le freinage, la tenue de route et l'équipement électrique.

Ils restent une référence pour les élèves et les enseignants de la maintenance automobile.

Cet ouvrage, conçu spécialement pour le milieu scolaire est composé de plusieurs séquences qui permettent à l'apprenant d'étudier le fonctionnement de base d'un système jusqu'à son évolution récente.

À la fin de chaque séquence se trouve un résumé fait d'une synthèse concise et une rubrique « testez vos connaissances » permet à l'élève de s'auto-évaluer. Pour effectuer des recherches personnelles, un encadré intitulé « Entraînez-vous » vient compléter tout cela.

S'il utilise la méthode inductive, l'enseignant pourra amener l'élève à utiliser cet ouvrage comme document ressource lorsqu'il devra passer à la partie pratique.

Les photos des systèmes étudiés ne sont données qu'à titre d'exemple car chaque constructeur a sa technique qui lui est propre. Il appartient à l'élève de rechercher le système sur la revue technique de son choix.

Ces manuels qui couvrent la formation en maintenance des véhicules du CAP au BAC PRO (3 ans) sont construits de la même manière pour chaque chapitre et apportent ainsi un confort de lecture et d'étude pour tous les utilisateurs.

Trois grands titres composent chaque chapitre :

- » **Une mise en situation** qui localise le système étudié, donne sa fonction principale et sa nécessité,
- » **Une analyse structurelle** qui liste les éléments constitutifs du système et leur fonction,
- » **Une analyse fonctionnelle** qui développe le fonctionnement des systèmes et les lois physiques qui le régissent.

En conclusion, les deux tomes de cet ouvrage favorisent l'ouverture d'esprit de l'élève tant sur la découverte que sur les connaissances plus pointues en matière de technologie automobile. Ainsi chaque élève pourra se l'approprier selon ses propres besoins.

L'enseignant, quant à lui, y trouvera un support pédagogique et technique directement utilisable en atelier et un outil de travail sur lequel s'appuyer.

Bruno Collomb
Enseignant

Avant-propos de l'inspecteur

L'évolution galopante des techniques et des technologies appliquées à l'automobile rend indispensable la mise à jour permanente des ouvrages à l'usage des élèves et des professeurs.

Cet ouvrage intègre les systèmes de haute technicité, mis au point en compétition et appliqués à la grande série.

Il couvre néanmoins toutes les compétences à développer et tous les savoirs à acquérir par un élève destiné à devenir un technicien de la maintenance automobile.

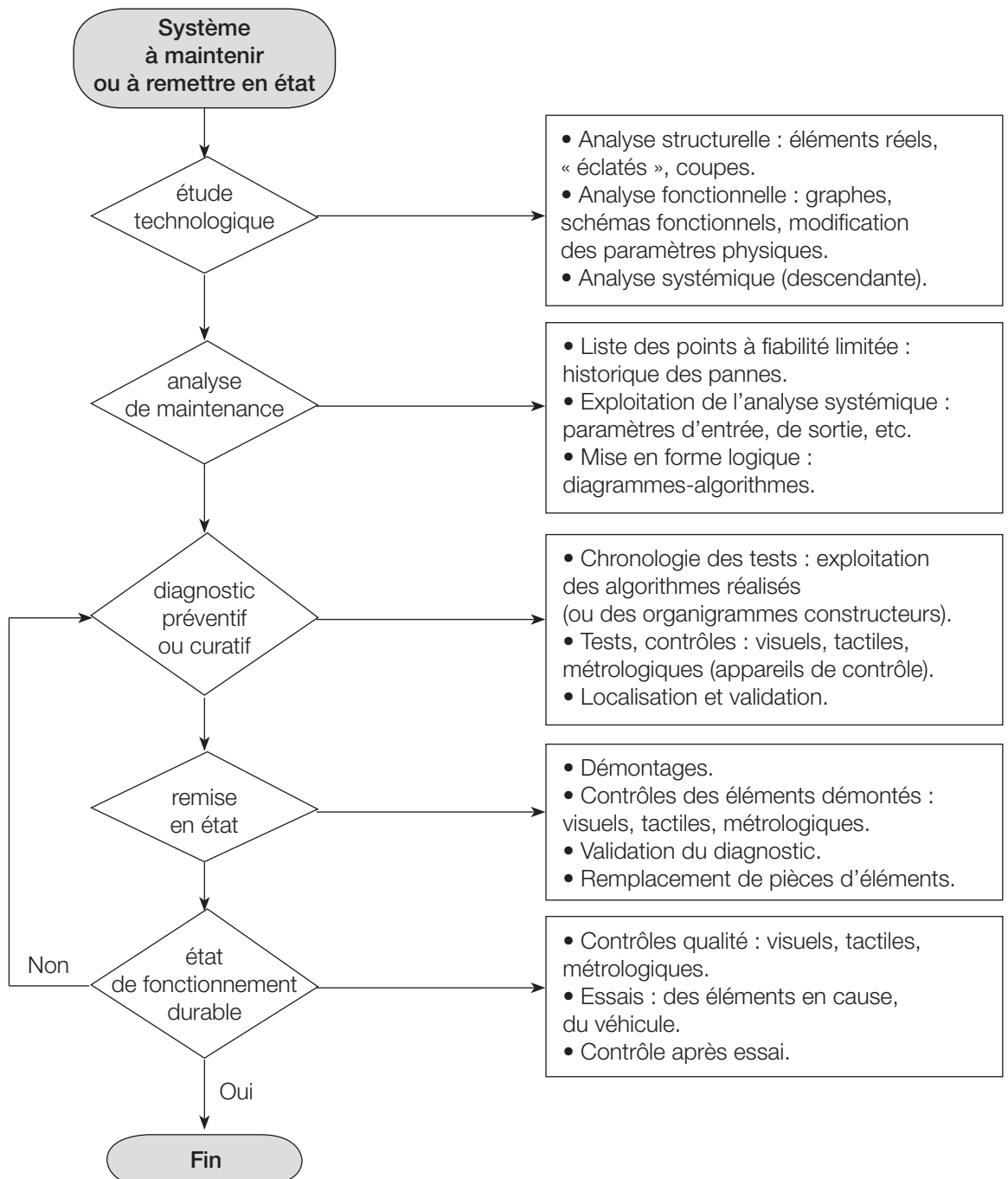
Basé sur une approche concrète de métier, il permet à l'enseignant de mettre en œuvre la démarche pédagogique la mieux adaptée aux apprenants, tout en prenant en compte les impératifs du développement durable.

Je remercie tout particulièrement Monsieur Collomb pour son investissement personnel et le cœur qu'il a mis à réaliser la mise à jour du présent ouvrage.

Serge Bechart

Inspecteur de l'Éducation nationale
sciences et techniques industrielles

L'étude technologique dans la démarche de maintenance



Bref historique de l'automobile

1769 : L'ingénieur militaire français Cugnot construit le premier véhicule automobile « Le Fardier ». Véhicule à 3 roues (dont une est directrice), utilisant la vapeur d'eau comme force motrice.

1820 : Apparition des premières diligences à vapeur en Angleterre.

1851 : Découverte de la bobine de Ruhmkorff utilisée pour produire une étincelle électrique.

1859 : Premier accumulateur construit par Plante.

1860 : Premier moteur à explosion (deux temps), mis au point par le Belge Étienne Lenoir, utilisant le gaz de ville sans compression avant l'allumage.

1862 : Brevet du Français Alphonse Beau de Rochas sur le cycle théorique d'un moteur à explosion à quatre temps, fondement de tous les moteurs modernes.

1873 : Amédée et Léon Bollée construisent un véhicule à vapeur qui effectue le trajet Le Mans-Paris. Ils inventent la direction par deux roues pivotant aux extrémités d'un essieu fixe plus perfectionné que l'essieu mobile ou la roue directrice. Ils améliorent la transmission et le freinage.

1876 : Fabrication et commercialisation du moteur à quatre temps (souvent appelé cycle Otto), avec soupapes d'admission commandées par came et leviers, mis au point par l'Allemand Nikolaus August Otto (brevet de 1863 qui sera contesté et annulé en 1888 après quatre ans de procédures, l'antériorité du brevet de Beau de Rochas étant reconnue).

1883-1908 : Les 1^{ers} moteurs à essence sont créés par les Allemands Benz et Daimler. Les nouvelles automobiles sont des produits de luxe très chers et très inconfortables. Seuls les gens les plus riches peuvent se les offrir. Le démarrage des moteurs est difficile.

Figure 1 Le Fardier à vapeur de Cugnot, l'ancêtre de l'automobile

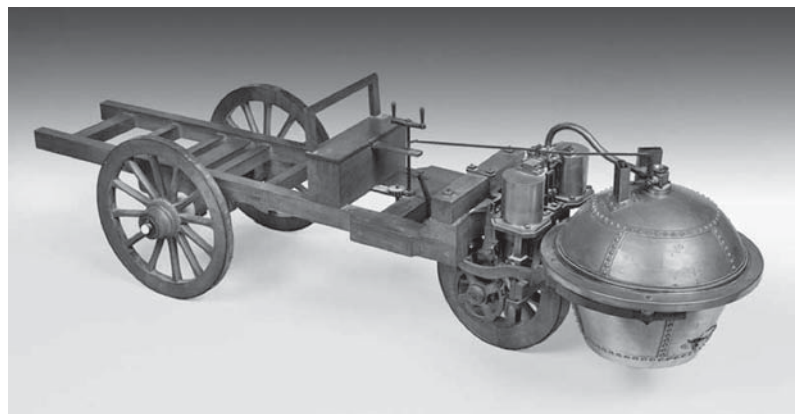
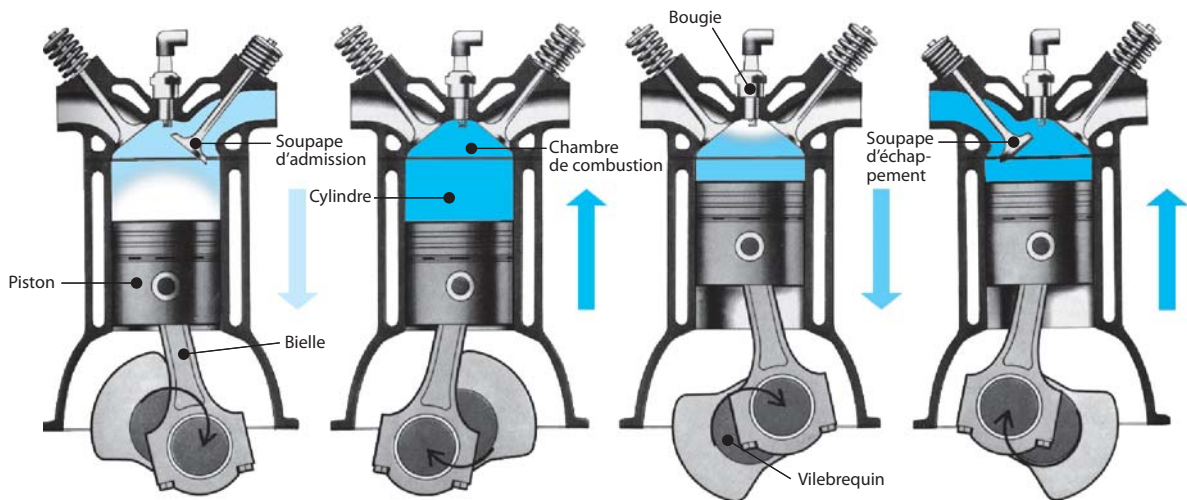


Figure 2 Principe du moteur à quatre temps



1889 : Invention du pneumatique John Boyd Dunlop.

1891 : Forest construit un moteur à quatre cylindres, à soupapes commandées.

1892 : Diesel prend son premier brevet : moteur devant fonctionner au charbon pulvérisé.

1897 : Premières expositions d'automobiles.

1898 : Pellegrin équipe une voiture avec un moteur du type Diesel.

1908-1945 : L'Américain Henry Ford lance la Ford T, la première voiture économique construite à la chaîne. En France, la Traction avant (les deux roues avant entraînent la voiture) de Citroën remporte un vif succès dans la société aisée, mais reste inaccessible aux gens modestes. Les villes et la campagne commencent à s'adapter (routes goudronnées, feux tricolores...).

1922 : Première réglementation de la circulation routière, création du Code de la route.

1945-1973 : La voiture est reine. Les modèles très économiques (Citroën 2 CV, Renault 4 CV, Austin Mini...) permettent à tout le monde de se l'offrir. L'essence est peu chère, les autoroutes commencent à relier les grandes villes. Mais il y a de plus en plus d'accidents et d'embouteillages.

1973-1985 : Une guerre au Moyen-Orient provoque la hausse brutale des prix du pétrole. L'essence devient chère. Les gouvernements prennent des mesures pour améliorer la sécurité (ceinture de sécurité, alcootests...) et réduire la pollution. Les constructeurs réfléchissent à des modèles ne fonctionnant pas au pétrole.

Depuis 1985 : Apparus dans les années 1980, les monospaces (comme l'Espace de Renault, ou la 806 de Peugeot) sont de grosses et hautes voitures pour les familles nombreuses. Leurs formes compactes ont depuis influencé les voitures plus petites (Citroën Xsara Picasso, Renault Mégane Scénic...).

Et demain l'hydrogène ? Les ressources en pétrole ne sont pas éternelles (au rythme où nous les consommons, il n'y en aura plus beaucoup dans 100 ans). Les constructeurs réfléchissent depuis longtemps aux moteurs qui peuvent fonctionner avec un autre carburant. L'électricité n'étant pas très pratique, c'est pour l'instant l'hydrogène qui a leur faveur.

Partie 1

Approche et découverte de l'automobile

Connaissance de l'automobile

chapitre 1



Figure 1.1 Concept car
(Document Citroën).

Le terme « automobile » qualifie tout engin capable de se déplacer par ses propres moyens, et qui transporte l'énergie nécessaire à son fonctionnement (figure 1.1).

Dans un ensemble appelé « châssis-carrosserie », on trouve les trois parties principales d'une automobile (figure 1.2) :

- » un compartiment renfermant le système de motorisation, lié mécaniquement aux roues motrices ;
- » une cellule recevant le conducteur et les passagers, appelée « habitacle » ;
- » un compartiment à bagages.

Il existe trois principaux types de véhicules routiers

1. Les **véhicules de tourisme** (figure 1.2) : voitures destinées au transport des passagers, qui seules ont conservé le nom usuel d'automobiles ;

2. Les **véhicules utilitaires** (figure 1.3) :

- » transports en commun (autobus, autocars) ;
- » transports de marchandises (camionnettes, camions porteurs, tracteurs et semi-remorques) ;
- » véhicules spéciaux : engins de travaux, véhicules de pompiers, etc. ;

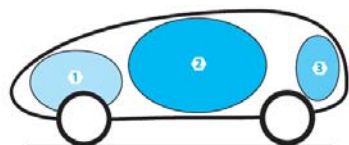


Figure 1.2 Véhicule de tourisme.

- ❶ Compartiment motorisation.
- ❷ Cellule passagers (habitacle).
- ❸ Compartiment à bagages.

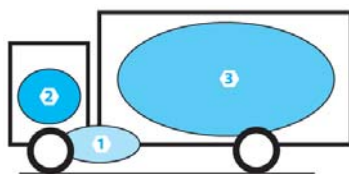


Figure 1.3 Véhicule utilitaire
(camion porteur).

- ❶ Motorisation.
- ❷ Châssis-cabine.
- ❸ Cellule spécifique au besoin d'usage : benne, bétailière, frigorifique, citerne, etc.

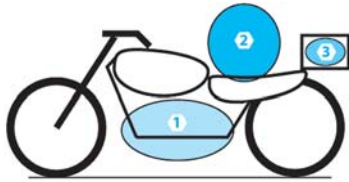


Figure 1.4 Véhicule léger : motorcycle.

- 1 Motorisation.
- 2 Pilote et passager.
- 3 Bagages.

3. Les véhicules légers (figure 1.4) :

- » deux-roues : cyclomoteurs, motocycles,
- » trois-roues : triporteurs, ATC,
- » quatre-roues : voiturettes, quads.

Nous constatons que ces trois catégories de véhicules sont constituées des trois mêmes sous-ensembles.

Seule change leur disposition en fonction de l'usage auquel ils sont destinés.

Remarque

Cet ouvrage traite uniquement de la catégorie des véhicules de tourisme.

Conditions à remplir par une automobile

Parmi les conditions à remplir, on peut citer :

- » transporter les passagers et les marchandises avec un confort suffisant afin de limiter leur fatigue ;
- » protéger au mieux les occupants en cas de choc ;
- » atteindre des vitesses et accélérations suffisantes dans les limites du Code de la route ;
- » s'arrêter si besoin dans la distance la plus courte possible ;
- » conserver la trajectoire désirée par le conducteur quelles que soient les conditions atmosphériques (pluie, vent, etc.), de roulage (revêtement, profil de route) et de circulation (dangers à éviter) ;
- » rester fiable dans le temps ;
- » consommer peu d'énergie ;
- » polluer l'atmosphère le moins possible ;
- » posséder une ligne qui prenne en compte l'esthétique contemporaine et les critères de consommation et de rapport masse/puissance.

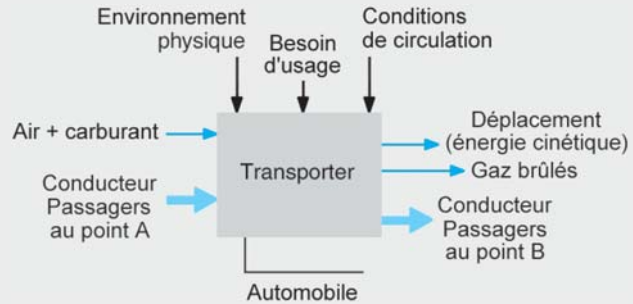
Figure 1.5

(Document Peugeot).



Fonction globale de l'automobile

Figure 1.6 Fonction globale : point de vue de l'utilisateur.

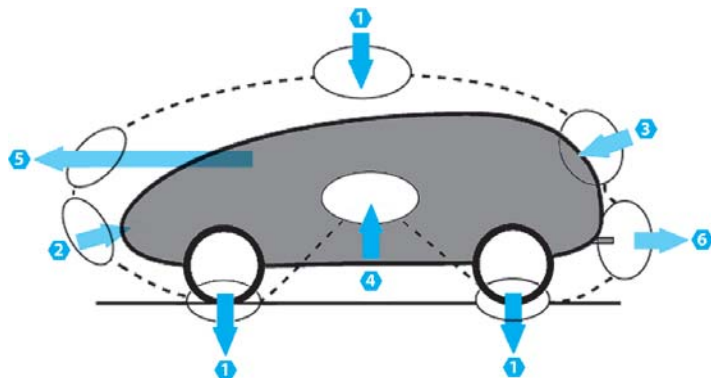


La figure 1.7 décrit les différentes interactions entre le véhicule et l'extérieur.

- » Le véhicule est en appui sur le sol par ses quatre roues sous l'action de la pesanteur ❶ et son poids $\vec{P} = M \cdot \vec{g}$ exerce une force pressante au sol.
- » Le poids réel ou apparent de chaque roue sur le sol ❶, donc son adhérence, est fonction de nombreux paramètres.
- » Les roues motrices transmettent leur énergie au sol grâce à leur adhérence avec celui-ci. Elles reçoivent leur énergie du moteur.
- » Le moteur a besoin pour fonctionner de recevoir :
 - une énergie potentielle ❸ (carburant stocké dans le véhicule),
 - de l'air ❷, disponible dans son environnement.
- » Si le véhicule est équipé d'un moteur thermique, il rejette des gaz brûlés ❹.
- » Le conducteur communique ses intentions en agissant sur les commandes à sa disposition ❹ : volant, levier, pédales, interrupteurs, etc.
- » Dès que le véhicule se déplace, il acquiert une énergie cinétique ❺.

Figure 1.7 Frontière d'étude du système.

- ❶ Action de la pesanteur.
- ❷ Action de l'air.
- ❸ Stockage de l'énergie potentielle.
- ❹ Action du conducteur sur les commandes.
- ❺ Énergie cinétique.
- ❻ Gaz brûlés (chaleur perdue).

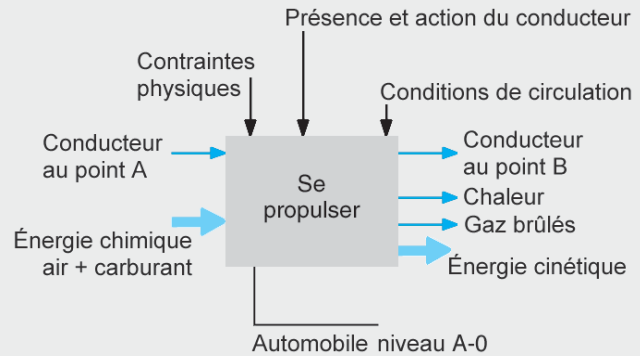


Fonction globale du point de vue de la maintenance

Figure 1.8 Fonction globale.

Point de vue de la maintenance.

ASD : Analyse systémique descendante.



Résumé

Définition

Une automobile est un véhicule qui progresse grâce à un moteur.

Parties principales

Les véhicules comportent trois parties :

- » l'habitacle qui protège les passagers,
- » le compartiment moteur qui reçoit le système de motorisation lié mécaniquement aux roues motrices,
- » le compartiment à bagages ou à marchandises.

Différents types de véhicules

- » véhicules de tourisme,
- » véhicules utilitaires,
- » véhicules légers.

Fonction d'usage

Transporter le conducteur et ses passagers d'un point à un autre.

Fonction globale

Transformer l'énergie potentielle du carburant en énergie cinétique, grâce au moteur et aux roues motrices.

Conditions à remplir

- » offrir un confort suffisant pour limiter la fatigue,
- » protéger les occupants en cas de choc,
- » avoir une puissance adaptée à toutes les conditions de circulation,
- » s'arrêter dans la distance la plus courte possible,
- » conserver la trajectoire désirée.

Testez vos connaissances



1. Dans une automobile, l'habitacle est :

- a le compartiment moteur
- b l'espace des passagers
- c le compartiment des bagages

2. Après enquête, vous constatez que la majorité des véhicules de tourisme sont :

- a à traction avant
- b à propulsion arrière
- c à quatre roues motrices

3. La fonction globale de l'automobile du point de vue de la maintenance est de :

- a transporter
- b se propulser
- c être esthétique

4. Si l'on charge le coffre arrière d'un véhicule, son centre de gravité :

- a se déplace vers l'avant
- b se déplace vers l'arrière
- c reste inchangé

5. Quel est le phénomène qui maintient les roues en contact avec le sol (à l'arrêt) ?

- a le sol sec ou mouillé
- b la température
- c la pesanteur

Entraînez-vous

1. Recherchez trois véhicules dont la disposition des éléments principaux (moteur, boîte de vitesses et roues motrices) est différente.
2. Pour chacun d'eux, citez la marque et le type et effectuez un schéma représentant la disposition des éléments.

Les sous-ensembles de l'automobile

chapitre 2

Les sous-ensembles d'une automobile, que l'on nomme également « systèmes », sont (figure 2.1) :

- 1 la motorisation, qui comprend :
 - » le moteur thermique proprement dit ;
 - » l'injection (moteurs essence) ;
 - » l'allumage (moteurs essence) ;
 - » l'injection Diesel (moteurs Diesel) ;
 - » la charge (électrique) ;
 - » le démarrage (électrique).
- 2 la transmission.
- 3 le freinage.
- 4 la suspension.
- 5 la direction.
- 6 l'équipement électrique.

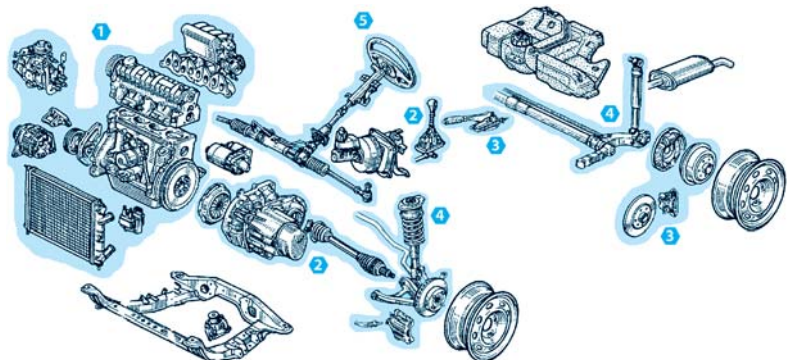


Figure 2.1 Les sous-ensembles
de l'automobile
(Document Renault).

2.1 Le système de motorisation



Figure 2.2 Moteur thermique
(Document Citroën/ETA).

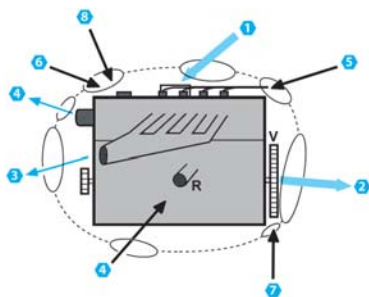


Figure 2.3 Frontière d'étude
du moteur.

R. Canalisations internes de refroidissement.
V. Volant moteur.

- 1 Le moteur thermique reçoit un mélange préparé, combustible du système d'alimentation. Il réalise une combustion grâce à une compression. Cette combustion est déclenchée par le système d'allumage pour le moteur essence.
- 2 Il produit une énergie mécanique disponible au volant moteur.
- 3 Il rejette des gaz brûlés (perte d'énergie et pollution).
- 4 Il évacue les calories en excédent par son système de refroidissement (présence de liquide).
- 5 Il reçoit le courant électrique haute tension nécessaire à l'allumage.
- 6 Le conducteur a une action sur l'accélérateur.
- 7 Le moteur reçoit du démarreur l'énergie mécanique nécessaire à son lancement.
- 8 Il reçoit aussi le lubrifiant nécessaire au fonctionnement de son système de graissage.

10

Fonction

Figure 2.4 Fonction globale
du moteur thermique

