

# TECHNOLOGIE FONCTIONNELLE de L'AUTOMOBILE

9<sup>e</sup> édition

TOME  
**1**

**Le moteur et  
ses auxiliaires**

Hubert MÈMETEAU  
Bruno COLLOMB

DUNOD

Réalisation des illustrations : Philippe Mèmeteau

**NOUS NOUS ENGAGEONS EN FAVEUR DE L'ENVIRONNEMENT :**



Nos livres sont imprimés sur des papiers certifiés pour réduire notre impact sur l'environnement.



Le format de nos ouvrages est pensé afin d'optimiser l'utilisation du papier.



Depuis plus de 30 ans, nous imprimons 70 % de nos livres en France et 25 % en Europe et nous mettons tout en œuvre pour augmenter cet engagement auprès des imprimeurs français.



Nous limitons l'utilisation du plastique sur nos ouvrages (film sur les couvertures et les livres).

© Dunod, 1981, 1993, 1996, 2002, 2006, 2009, 2014, 2019, 2024

11 rue Paul Bert, 92240 Malakoff  
[www.dunod.com](http://www.dunod.com)

ISBN 978-2-10-086121-7

# Table des matières

<b>Avant-propos</b> .....	VII
<b>L'étude technologique dans la démarche de maintenance</b> .....	VIII
<b>Bref historique de l'automobile</b> .....	IX
<b>Partie 1</b>	
<b>Approche et découverte de l'automobile</b> .....	1
Chapitre 1 : <b>Connaissance de l'automobile</b> .....	3
Chapitre 2 : <b>Les sous-ensembles de l'automobile</b> .....	9
2.1 Le système de motorisation.....	10
2.2 Le système d'alimentation en air et en carburant.....	11
2.3 Le système d'allumage .....	12
2.4 Le système de charge.....	13
2.5 Le système de démarrage.....	14
2.6 Le système de transmission.....	15
2.7 Le système de freinage .....	16
2.8 Le système de suspension.....	17
2.9 Le système de direction.....	18
Chapitre 3 : <b>Le châssis-carrosserie</b> .....	23
3.1 La carrosserie .....	24
3.2 La sécurité des automobiles .....	28
3.3 Les effets d'un choc .....	29



## Partie 2

<b>Le système de motorisation</b> .....	35
Chapitre 4 : <b>Classification des moteurs</b> .....	37
4.1 Mise en situation .....	37
4.2 Le système de motorisation dans son ensemble .....	40
Chapitre 5 : <b>Constitution des moteurs</b> .....	45
5.1 Les éléments fixes .....	46
5.2 Les éléments mobiles .....	48
5.3 Les éléments de la distribution .....	60
Chapitre 6 : <b>Les caractéristiques des moteurs</b> .....	71
Chapitre 7 : <b>Le fonctionnement des moteurs</b> .....	79
7.1 Le cycle à quatre temps.....	79
7.2 Les différences de fonctionnement et de conception entre un moteur essence et un moteur Diesel .....	84
7.3 Particularités du moteur 3 cylindres .....	87
Chapitre 8 : <b>La distribution</b> .....	95
8.1 Le système de distribution .....	97
8.2 La distribution variable.....	98
8.3 La levée variable des soupapes .....	104
Chapitre 9 : <b>La suralimentation des moteurs thermiques</b> .....	109
9.1 Mise en situation .....	109
9.2 Analyse structurelle .....	110
9.3 Analyse fonctionnelle .....	113

## Partie 3

<b>Les circuits complémentaires</b> .....	123
Chapitre 10 : <b>Le circuit de graissage</b> .....	125
10.1 Mise en situation.....	125
10.2 Analyse structurelle .....	128
10.3 Analyse fonctionnelle .....	131

Chapitre 11 : <b>Le circuit de refroidissement</b> .....	141
11.1 Mise en situation.....	141
11.2 Analyse structurelle.....	142
11.3 Analyse fonctionnelle.....	148

## Partie 4

### La combustion et l'alimentation en carburant..... 153

Chapitre 12 : <b>Les combustibles et la combustion</b> .....	155
12.1 Les combustibles.....	155
12.2 Les biocarburants.....	158
12.3 La combustion.....	162

Chapitre 13 : <b>Le mélange combustible</b> .....	169
---	-----

Chapitre 14 : <b>Les systèmes d'injection</b> .....	173
14.1 L'injection indirecte essence.....	173
14.2 L'injection directe essence.....	184
14.3 L'injection Diesel.....	190
14.4 L'injection gaz.....	208

Chapitre 15 : <b>Les systèmes antipollution</b> .....	217
15.1 Mise en situation.....	217
15.2 Analyse structurelle.....	219
15.3 Analyse fonctionnelle.....	230

## Partie 5

### Le système d'allumage..... 237

Chapitre 16 : <b>Principe de l'allumage</b> .....	239
16.1 Mise en situation.....	239
16.2 Analyse structurelle.....	241
16.3 Analyse fonctionnelle.....	246

## Partie 6

<b>Les véhicules électriques et hybrides</b> .....	253
Chapitre 17 : <b>Le véhicule électrique</b> .....	255
17.1 Mise en situation.....	255
17.2 Analyse structurelle .....	257
17.3 La charge du véhicule .....	259
17.4 Analyse fonctionnelle.....	262
17.5 Le véhicule à pile à combustible.....	267
Chapitre 18 : <b>Le véhicule hybride</b> .....	273
18.1 Mise en situation.....	273
18.2 Analyse structurelle .....	279
18.3 Analyse fonctionnelle.....	284

## VI

## Partie 7

<b>Les principaux documents liés à l'entreprise automobile</b> .....	293
Chapitre 19 : <b>L'ordre de réparation</b> .....	295
Chapitre 20 : <b>Le devis</b> .....	299
Chapitre 21 : <b>La facture</b> .....	301
21.1 Le contenu.....	301
21.2 Les obligations du garagiste.....	302
21.3 Les réductions .....	303
21.4 Les majorations .....	303
Chapitre 22 : <b>Unités et schématisation</b> .....	305
Grandeurs et unités du Système international (SI).....	305
Principe de l'analyse descendante dite « systémique » .....	307
<b>Index</b> .....	308

# 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 9<sup>e</sup> 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.

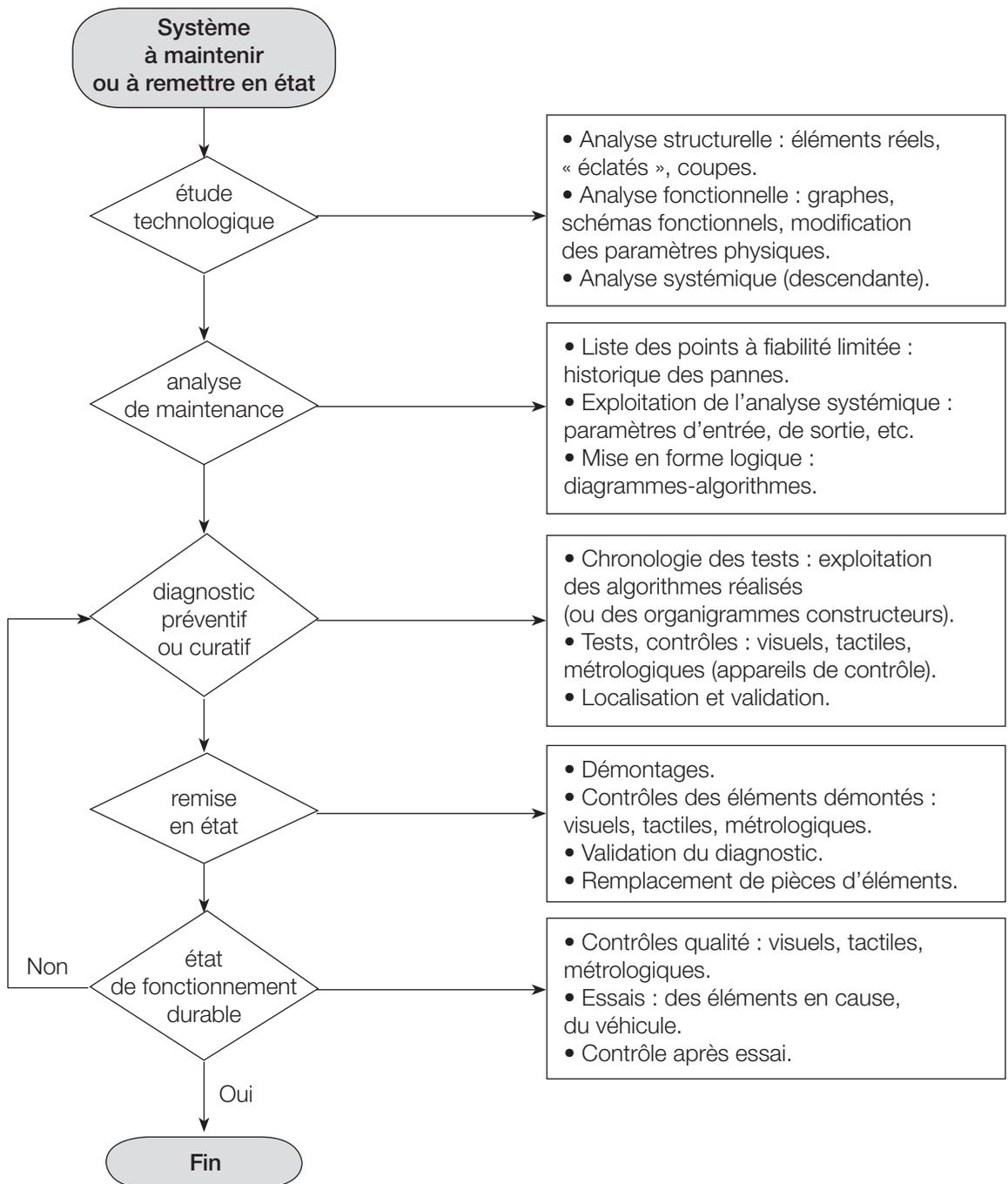
Trois grands titres composent chaque chapitre :

- » **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.

# 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<sup>ers</sup> 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

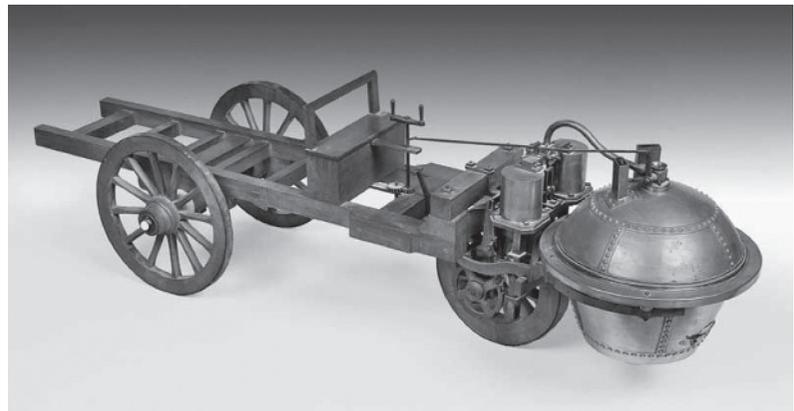
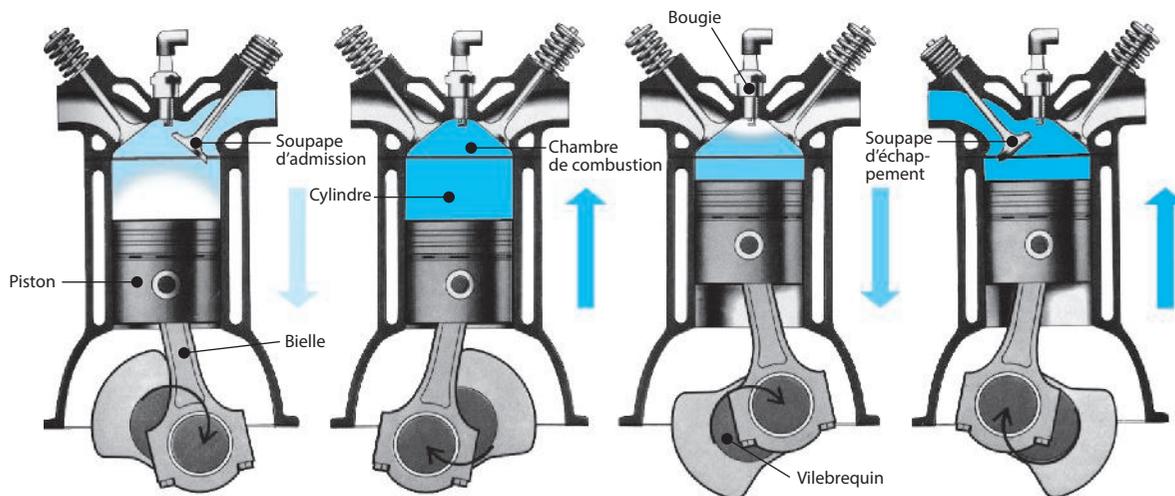


Figure 2 Principe du moteur à quatre temps



**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. ;

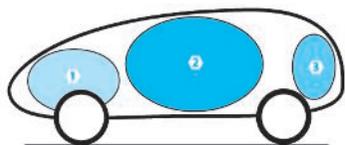


Figure 1.2 *Véhicule de tourisme.*

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

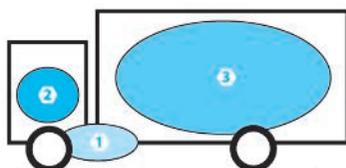


Figure 1.3 *Véhicule utilitaire*  
(camion porteur).

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

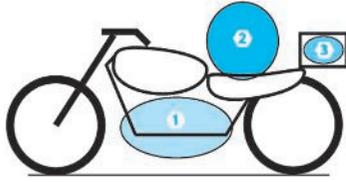


Figure 1.4 Véhicule léger : motorcycle.

- 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.

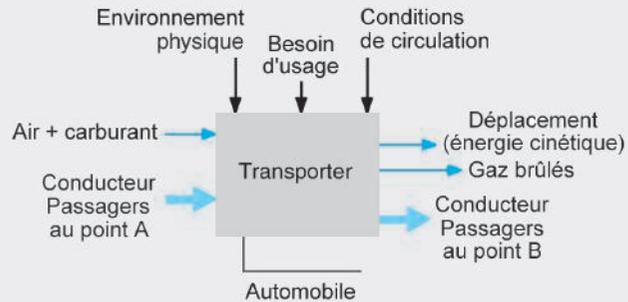
Figure 1.5

(Document Peugeot).



## Fonction globale de l'automobile

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

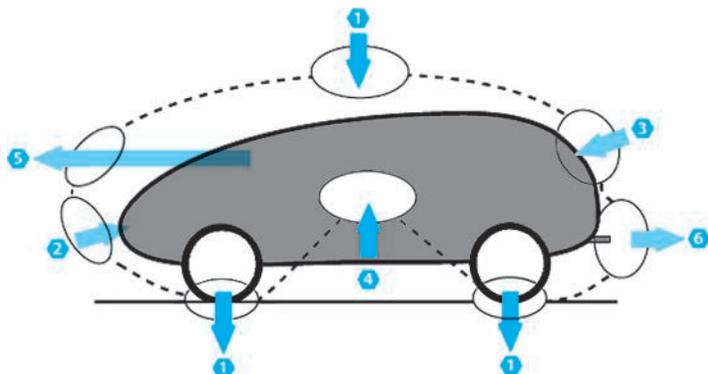


La figure 1.7 décrit les différentes interactions entre le véhicule et l'extérieur.

- » Le véhicule est en appui sur le sol par ses quatre roues sous l'action de la pesanteur ❶ et son poids  $P = M.g$  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.

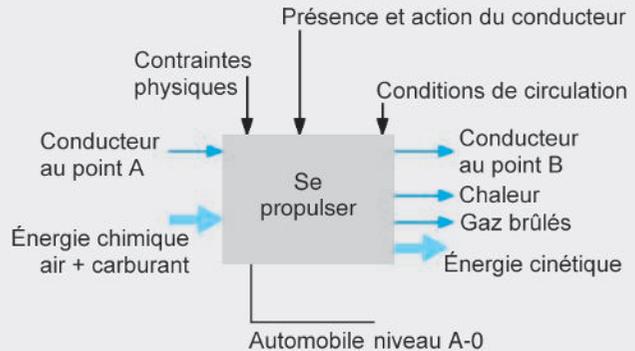
- ❶ Action de la pesanteur.
- ❷ Action de l'air.
- ❸ Stockage de l'énergie potentielle.
- ❹ Action du conducteur sur les commandes.
- ❺ Énergie cinétique.
- ❻ Gaz brûlés (chaleur perdue).



## 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.

## Entraînez-vous

### QCM EN LIGNE

Scannez le QR CODE ci-contre pour accéder à un questionnaire portant sur les thèmes essentiels du chapitre directement accessible via votre téléphone.



<http://dunod.link/techauto-t1c01>

## EXERCICES

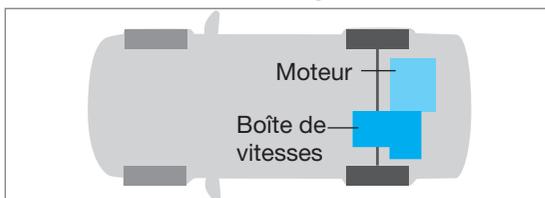
1. Recherchez trois véhicules dont la disposition des éléments principaux (moteur, boîte de vitesses et roues motrices) est différente.
2. Pour chacun d'eux, citez la marque et le type, puis effectuez un schéma représentant la disposition des éléments.
3. Selon vous, quel a été l'impact des nouvelles technologies dans l'évolution de l'automobile ?

7

## SOLUTIONS COMMENTÉES

1. et 2. Vous trouverez ci-dessous trois exemples annotés.

**Renault Twingo 3**



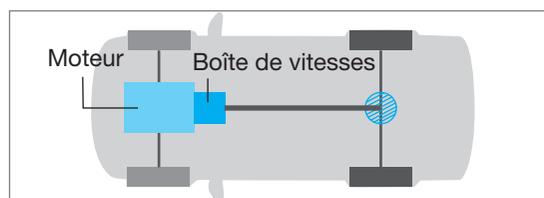
Moteur en position arrière

**Peugeot 308**



Moteur en position transversale

**Mazda MX5**



Moteur en position longitudinale

3. L'évolution de l'automobile a connu un véritable tournant à partir des années 1990. Elle se caractérise notamment par l'avènement du premier système de navigation embarqué par GPS, mais aussi par l'intégration de l'idée d'une voiture respectueuse de l'environnement. Entre 1997 et 2000 sont fabriqués les premiers véhicules hybrides électriques.

À partir de 2010, l'émergence du digital marque profondément l'histoire de l'automobile. Il s'en suivra une fulgurante évolution de l'industrie. La démocratisation des Smartphones et des applications conduira à la mise au point de véhicules connectés.

Le futur de l'automobile est aujourd'hui encore plus prometteur. Les constructeurs prennent en considération l'environnement et fabriquent des voitures 100 % électriques. Des véhicules de plus en plus intelligents sont mis sur le marché et on peut imaginer, dans quelques années, voir la démocratisation de la voiture autonome, capable de conduire sans l'intervention de l'humain.

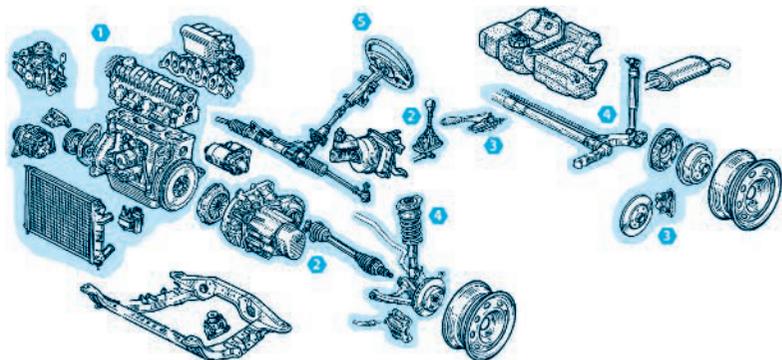
# Les sous-ensembles de l'automobile

## chapitre 2

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

- ❶ 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).
- ❷ la transmission.
- ❸ le freinage.
- ❹ la suspension.
- ❺ la direction.
- l'équipement électrique.

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



## 2.1 Le système de motorisation

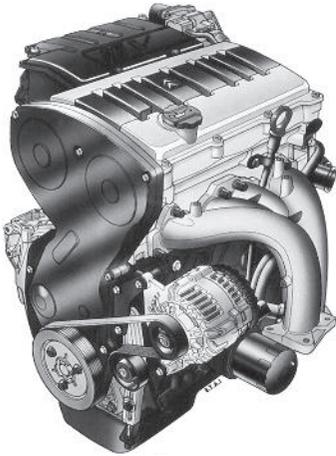


Figure 2.2 Moteur thermique  
(Document Citroën/ETA).

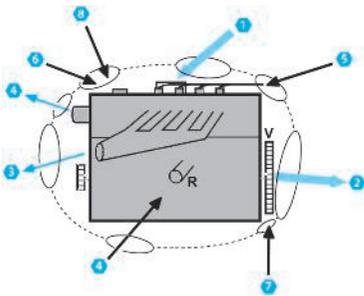


Figure 2.3 Frontière d'étude  
du moteur.

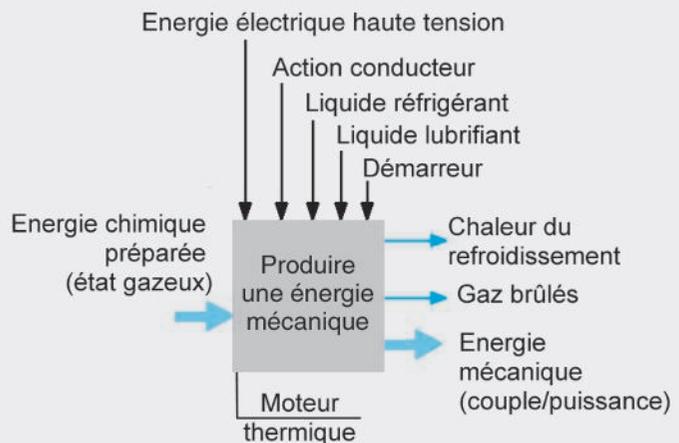
R. Canalisations internes de refroidissement.  
V. Volant moteur.

- ❶ 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.
- ❷ Il produit une énergie mécanique disponible au volant moteur.
- ❸ Il rejette des gaz brûlés (perte d'énergie et pollution).
- ❹ Il évacue les calories en excédent par son système de refroidissement (présence de liquide).
- ❺ Il reçoit le courant électrique haute tension nécessaire à l'allumage.
- ❻ Le conducteur a une action sur l'accélérateur.
- ❼ Le moteur reçoit du démarreur l'énergie mécanique nécessaire à son lancement.
- ❽ Il reçoit aussi le lubrifiant nécessaire au fonctionnement de son système de graissage.

10

### Fonction

Figure 2.4 Fonction globale  
du moteur thermique

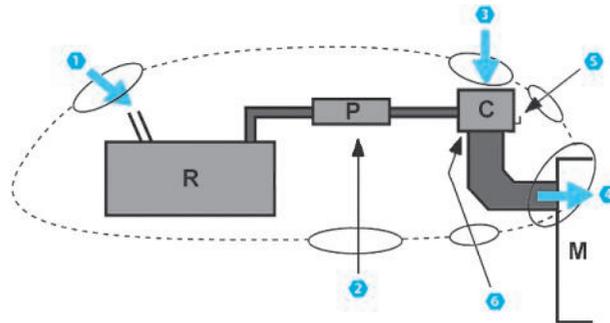


## 2.2 Le système d'alimentation en air et en carburant

- ❶ Le carburant est stocké dans le réservoir (R), aspiré et mis sous pression par la pompe d'alimentation (P).
- ❷ La pompe commandée électriquement refoule le carburant sous pression vers le système d'injection.
- ❸ L'air ambiant pénètre également dans le système d'injection : un mélange précis d'air et d'essence est réalisé.
- ❹ Le moteur (M) admet le mélange carburé.
- ❺ Le conducteur a une action sur l'accélérateur (volume de gaz admis).
- ❻ Les données moteur (fréquence de rotation, charge, etc.) ont une action sur les dosages.

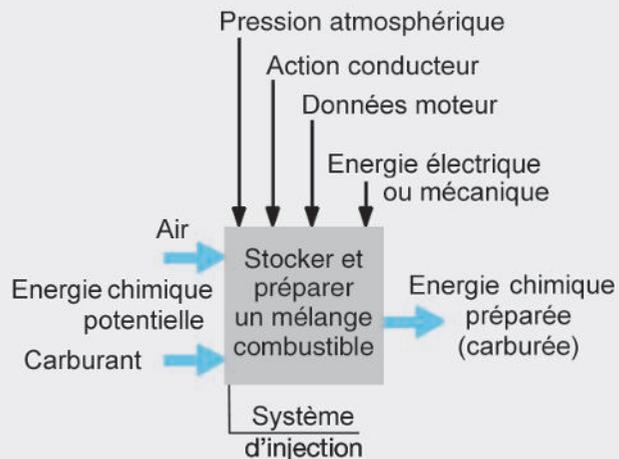
Figure 2.5 *Frontière d'étude du système d'alimentation – injection.*

- ❶ Carburant
- ❷ Energie mécanique ou électrique
- ❸ Air
- ❹ Mélange carburé
- ❺ Accélérateur
- ❻ Paramètres moteur
- R Réservoir à carburant
- P Pompe d'alimentation
- C Système d'injection
- M Moteur : chapelle d'admission dans la culasse



### Fonction

Figure 2.6 *Fonction globale du système d'alimentation – injection.*



## 2.3 Le système d'allumage

Le système d'allumage reçoit un courant électrique basse tension (12 à 14 V) en ①.

Il produit des étincelles dont la chaleur permet le déclenchement de la combustion en ④.

Le système de commande de la bobine d'allumage ⑤ reçoit des informations :

- » sur la position du piston ② (par la position du volant moteur),
- » sur la fréquence de rotation du moteur ③,
- » sur la pression dans la tubulure d'admission.

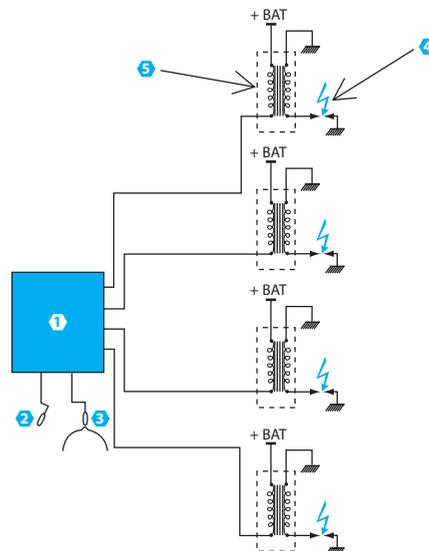
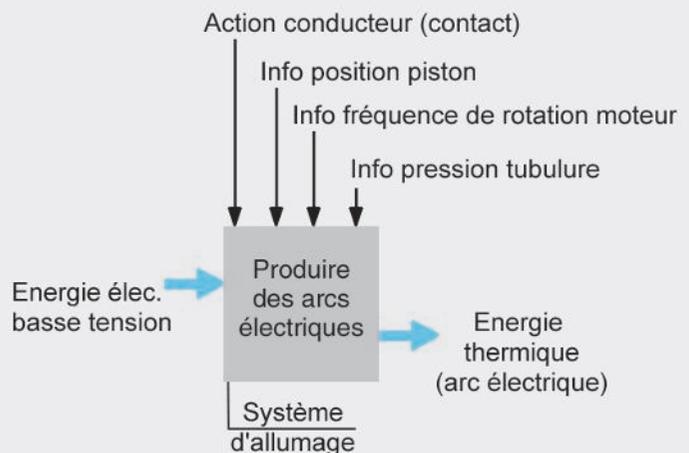


Figure 2.7 Système d'étude du système d'allumage.

### Fonction

Figure 2.8 Fonction globale du système d'allumage.

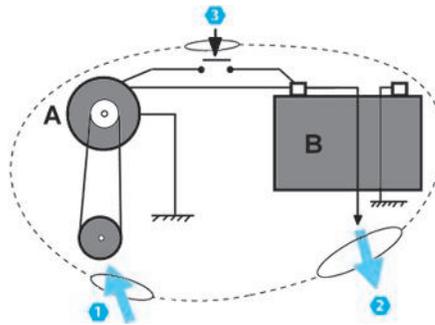


## 2.4 Le système de charge

- ❶ L'alternateur (A) reçoit l'énergie mécanique d'une des poulies du moteur.
- ❷ Il restitue un courant continu de tension sensiblement constante permettant le fonctionnement :
  - » des circuits électriques moteur (allumage),
  - » de l'équipement électrique du moteur tournant.
- ❸ Contact (combiné de démarrage/allumage).

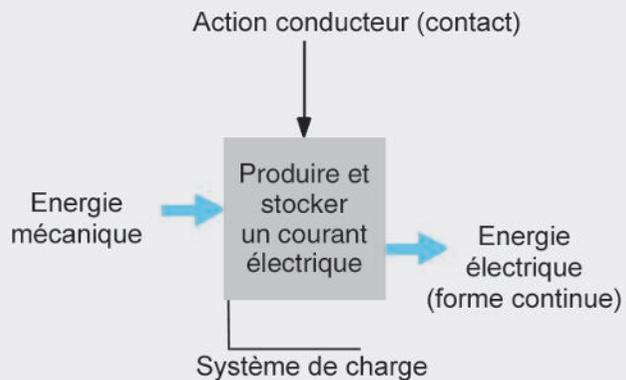
Figure 2.9 Frontières d'étude du système de charge.

- A. Alternateur.
- B. Batterie d'accumulateurs.
- ❶ Énergie mécanique du moteur.
- ❷ Énergie électrique utile.
- ❸ Contact.



### Fonction

Figure 2.10 Fonction globale du système de charge ASD niveau A-O



## 2.5 Le système de démarrage

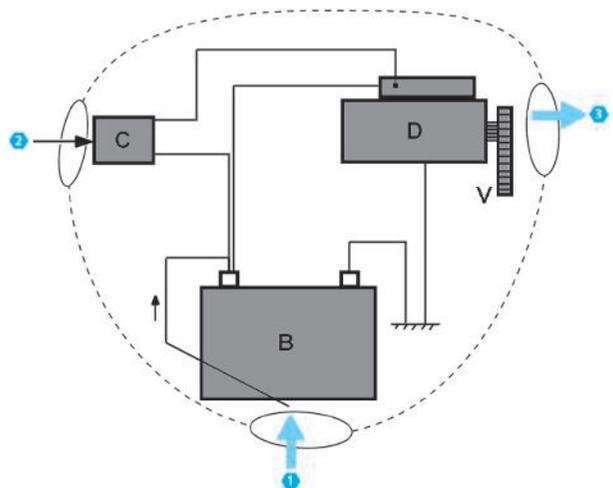
- ❶ L'énergie électrique qui provient du circuit de charge est stockée dans la batterie (B).
- ❷ Au moment du démarrage, le conducteur tourne la clé du combiné (C) et commande :
  - » les circuits électriques du moteur,
  - » le démarreur (D).
- ❸ Le moteur électrique du démarreur tourne, son pignon entraîne en rotation la couronne du volant moteur (V).

Lorsque le conducteur relâche la clé, le pignon est désengrené et le moteur électrique s'arrête.

14

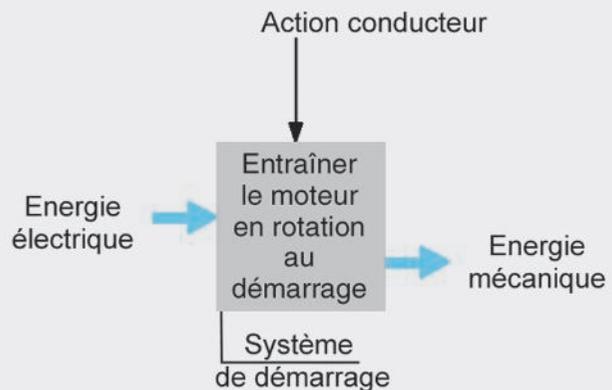
Figure 2.11 *Frontière d'étude du système de démarrage.*

- ❶ Énergie électrique venant de l'alternateur.
- ❷ Action du conducteur.
- ❸ Énergie mécanique (lancement du moteur).
- B. Batterie d'accumulateurs.
- C. Combiné de démarrage.
- D. Démarreur.
- V. Volant moteur.



### Fonction

Figure 2.12 *Fonction globale simplifiée du système de démarrage.*

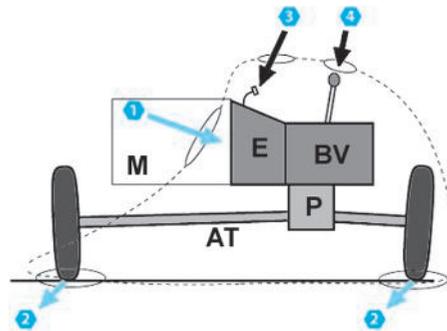


## 2.6 Le système de transmission

- 1 Le système de transmission reçoit l'énergie mécanique du moteur (M) par le volant moteur.
- 2 Il la transmet aux roues motrices.
- 3 Le conducteur peut agir sur la pédale d'embrayage pour accoupler ou désaccoupler (E) la transmission.
- 4 Le conducteur agit également sur le levier de vitesses qui commande les changements de rapports de démultiplication (BV).

Figure 2.13 Frontière d'étude du système de transmission.

**M.** Moteur.  
**E.** Embrayage.  
**BV.** Boîte de vitesses.  
**P.** Pont.  
**AT.** Arbres de transmission.



### Fonction

Figure 2.14 Fonction globale du système de transmission.

