

Technologie des véhicules à moteur

Bearbeitet von

Richard Fischer, Rolf Gscheidle, Uwe Heider, Berthold Hohmann, Wolfgang Keil, Jochen Mann, Bernd Schlögl, Alois Wimmer, Günter Wormer

2. Auflage 2010 2010. Taschenbuch. 720 S. Paperback

ISBN 978 3 8085 2222 6

Format (B x L): 17 x 24 cm

Gewicht: 1200 g

schnell und portofrei erhältlich bei


DIE FACHBUCHHANDLUNG

Die Online-Fachbuchhandlung beck-shop.de ist spezialisiert auf Fachbücher, insbesondere Recht, Steuern und Wirtschaft. Im Sortiment finden Sie alle Medien (Bücher, Zeitschriften, CDs, eBooks, etc.) aller Verlage. Ergänzt wird das Programm durch Services wie Neuerscheinungsdienst oder Zusammenstellungen von Büchern zu Sonderpreisen. Der Shop führt mehr als 8 Millionen Produkte.



Série de livres spécialisés
de la maison d'édition EUROPA
pour la technologie
des véhicules à moteur

Technologie des véhicules à moteur

2^{ème} édition française

Auteurs: Professeurs techniques et ingénieurs (voir verso)

Maison d'édition : Verlag Europa-Lehrmittel (matériel pédagogique) GmbH & Co. KG
Düsselderger Strasse 23 · D-42781 Haan-Gruiten (Allemagne)

No. de la maison d'édition : 22216

Titre original: Fachkunde Kraftfahrzeugtechnik (29ème édition 2009)

Auteurs:

Fischer, Richard	Professeur hors classe	Polling – München
Gscheidle, Rolf	Professeur hors classe	Winnenden – Stuttgart
Heider, Uwe	Maître électricien en automobiles, entraîneur Audi SA	Neckarsulm – Oedheim
Hohmann, Berthold	Professeur de lycée supérieur	Eversberg – Meschede
Keil, Wolfgang	Directeur de lycée supérieur	München
Mann, Jochen	Professeur diplômé de lycée professionnel	Schorndorf – Stuttgart
Schlögl, Bernd	Professeur diplômé de lycée professionnel, professeur hors classe	Rastatt – Gaggenau
Wimmer, Alois	Professeur de lycée supérieur	Stuttgart
Wormer, Günter	Ingénieur diplômé	Karlsruhe

Direction du groupe de travail et correction-révision:

Rolf Gscheidle, professeur hors classe, Winnenden – Stuttgart

Iconographie:

Bureau de dessin de la maison d'édition Europa-Lehrmittel, Ostfildern

Traduction française:

Syntext traductions, Michael Werder, Les Bois (Suisse)

Toutes les indications figurant dans le présent ouvrage sont basées sur l'état actuel de la technologie. Tous les travaux de contrôle, de mesure ou de réparation réalisés sur les véhicules doivent être effectués conformément aux indications des fabricants respectifs. Toute exécution des travaux décrits se fait aux risques et périls de la personne qui les réalise. Toute action en responsabilité intentée contre les auteurs ou la maison d'édition est exclue.

2^{ème} édition 2010

Impression 5 4 3 2 1

Tous les tirages de la même édition peuvent être utilisés parallèlement étant donné qu'à part la correction d'éventuelles erreurs d'impression, ils sont tous identiques.

ISBN 978-3-8085-2222-6

Tous droits réservés. L'œuvre est protégée par le droit d'auteur dès sa création. Toute exploitation en dehors des cas réglés par la loi doit être acceptée par écrit par la maison d'édition.

La conception graphique de la couverture et de l'image de titre ont été réalisées à l'aide de photos de l'entreprise Renault S.A., Boulogne-Billancourt, France.

© 2010 by Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 42781 Haan-Gruiten, Allemagne
<http://www.europa-lehrmittel.de>

Composition: Satz+Layout Werkstatt Kluth GmbH, 50374 Erftstadt
Impression: Media-Print Informationstechnologie, 33100 Paderborn

Préface

«**Technologie des véhicules à moteur**» est un ouvrage qui sert de référence aux professionnels de l'automobile en formation, mais aussi aux professionnels accomplis. Il explique le but et le fonctionnement de nombreux dispositifs dont sont pourvues les automobiles d'hier et d'aujourd'hui.

Ce livre se veut volontairement large dans le choix des sujets car il s'adresse à l'ensemble des professions en relation avec la mobilité. Les 22 chapitres offrent une banque de données fort intéressante pour résoudre les problèmes du quotidien et constitue ainsi un outil utile à la formation initiale et permanente du professionnel qualifié.

Cette 2ème édition française est traduite à partir de la 29ème édition allemande. Elle est enrichie d'explications sur de nombreux systèmes techniques de dernière génération, tels que le Common-Rail, la gestion de l'alimentation électrique, les entraînements alternatifs, les transmissions de données (CAN, LIN FlexRay), les systèmes de freinage électriques et bien d'autres...

Un CD avec toutes les illustrations de la 2ème édition est également disponible.

La traduction et les corrections techniques n'auraient pas été possibles sans les efforts communs de plusieurs personnes physiques et morales, notamment :

- l'éditeur qui a fait preuve d'un intérêt marqué pour que le monde francophone puisse jouir de cet ouvrage ;
- le CREME (Commission Romande d'Evaluation des Moyens d'Enseignement) pour son apport logistique et son expérience ;



- l'OFFT pour son important et généreux appui financier au travers de la subvention aux traductions en lien avec l'article 55 de la LFPr.
- la section vaudoise de l'UPSA (Union Vaudoise des Garagistes) qui a généreusement participé au financement de ce projet ;



- les enseignants qui ont accepté de consacrer du temps pour la correction technique de ce magnifique outil, à savoir MM. Daniel Amiguet, Pascal Bondallaz, Roland Bovey, Jacky Cloux, Olivier Cochet, Steve Cornaton, Michel Mercier, Roland Müller, François Pilliod, Philippe Roch ;
- les enseignants des branches de culture générale qui ont eu l'amabilité de relire une dernière fois l'entier de cet ouvrage et plus particulièrement Mme Janick Bovey.

Un grand merci à ces personnes et bonne lecture...

Juin 2010

Conseils pour l'utilisation du manuel "Technologie des véhicules à moteur" dans le cadre de la formation des mécatroniciennes et des mécatroniciens d'automobiles.

Les auteurs ont structuré le contenu du présent manuel selon un ordre logique qui permet de couvrir tous les contenus du plan d'études cadre et de l'ordonnance sur la formation professionnelle initiale de ce nouveau champ d'activité qu'est la profession de mécatronicien-ne d'automobiles.

Pour permettre aux enseignant-e-s et aux formateurs-trices de bénéficier de la plus grande liberté didactique et méthodologique possible, les auteurs ont volontairement renoncé à classer la matière par domaines. Cette façon de procéder permet en outre d'éviter des recoupements et des inutiles répétitions.

La structure de ce manuel permet également aux personnes en formation d'élaborer de manière autonome les différents contenus professionnels des champs d'apprentissage requis.

Le récapitulatif ci-dessous indique l'ordonnement des chapitres du manuel en fonction des axes prioritaires de la matière traitée.

Champs d'apprentissage		Chapitres dans le manuel																					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	Maintenance et entretien des véhicules ou des systèmes	•	•	•	•														•				
2	Démontage, réparation et montage des composants ou des systèmes techniques relatifs aux véhicules						•	•	•	•	•	•			•			•					
3	Contrôle et réparation des systèmes électriques et électroniques																			•			
4	Contrôle et réparation des systèmes de commande et de régulation					•						•											
5	Contrôle et réparation des systèmes d'alimentation en énergie et de démarrage															•				•			
6	Contrôle et réparation de la mécanique du moteur	•					•				•				•								
7	Diagnostic et réparation des systèmes de gestion du moteur	•											•	•						•			
8	Services et travaux de réparation sur les systèmes d'échappement												•	•									
9	Entretien des systèmes de transmission																•						
Axe Technique des véhicules légers																							
10	Entretien du châssis et des systèmes de freinage																		•				
11	Post-montage et mise en service de systèmes complémentaires																			•			
12	Contrôle et réparation des systèmes interconnectés																			•			
13	Diagnostic et réparation de la carrosserie et des systèmes de confort et de sécurité																	•		•	•		
14	Services et travaux de réparation dans le cadre des expertises légales	•	•												•				•	•			
Axe Technique des véhicules utilitaires											•						•						•
Axe Technique de communication des véhicules		•									•						•	•	•	•	•		
Axe Technique des motos											•				•					•	•	•	

Les entreprises mentionnées ci-dessous ont apporté leur soutien sous forme d'informations et d'illustrations. Nous les en remercions très sincèrement.

Alfa-Romeo-Automobile Mailand/Italien	HAMEG GmbH , Frankfurt/Main	Peugeot Deutschland GmbH Saarbrücken
Aprilia Motorrad-Vertrieb Düsseldorf	Hella KG, Hueck & Co , Lippstadt	Pierburg GmbH , Neuss
Aral AG , Bochum	Hengst Filterwerke , Nienkamp	Pirelli AG , Höchst im Odenwald
Audatex Deutschland , Minden	Fritz Hintermayr , Bing-Vergaser-Fabrik Nürnberg	Dr. Ing. h.c. F. Porsche AG Stuttgart-Zuffenhausen
Audi AG , Ingolstadt – Neckarsulm	HITACHI Sales Europa GmbH Düsseldorf	PSA Peugeot Citroën S.A. , Poissy
Autokabel , Hausen	HONDA DEUTSCHLAND GMBH Offenbach/Main	Renault Nissan Deutschland AG Brühl
Autoliv , Oberschleißheim	Hunger Maschinenfabrik GmbH München und Kaufering	Samsung Electronics GmbH , Köln
AUTOMOBILES CITROËN S.A. , Paris	IBM Deutschland , Böblingen	SATA Farbspritztechnik GmbH & Co Kornwestheim
G. Auwärter GmbH & Co (Neoplan) Stuttgart	IVECO-Magirus AG , Neu-Ulm	SCANIA Deutschland GmbH Koblenz
BBS Kraftfahrzeugtechnik , Schiltach	ITT Automotive (ATE, VDO, MOTO-METER, SWF, KONI, Kienzle) Frankfurt/Main	SEKURIT SAINT-GOBAIN Deutschland GmbH, Aachen
BEHR GmbH & Co , Stuttgart	IXION Maschinenfabrik Otto Häfner GmbH & Co Hamburg-Wandsbeck	Siemens AG , München
Beissbarth GmbH Automobil Servicegeräte München	Jurid-Werke , Essen	SKF Kugellagerfabriken GmbH Schweinfurt
BERU , Ludwigsburg	Alfred Kärcher GmbH & Co. KG Winnenden	SOLO Kleinmotoren GmbH Maichingen
Aug. Bilstein GmbH & Co KG Ennepetal	Kawasaki-Motoren GmbH , Friedrichsdorf	Stahlwille E. Wille Wuppertal
Boge GmbH , Eitdorf/Sieg	Knecht Filterwerke GmbH , Stuttgart	Steyr-Daimler-Puch AG Graz/Österreich
Robert Bosch GmbH , Stuttgart	Knorr-Bremse GmbH , München	Subaru Deutschland GmbH Friedberg
Bostik GmbH , Oberursel/Taunus	Kolbenschmidt AG , Neckarsulm	SUN Elektrik Deutschland Mettmann
BLACK HAWK , Kehl	KS Gleitlager GmbH , St. Leon-Rot	Suzuki GmbH Oberschleißheim/Heppenheim
BMW Bayerische Motoren-Werke AG München/Berlin	KTM Sportmotorcycles AG Mattighofen/Österreich	Technolit GmbH , Großlüder
CAR-OLINER , Kungsör, Schweden	Kühnle, Kopp und Kausch AG Frankenthal/Pfalz	Telma Retarder Deutschland GmbH Ludwigsburg
CAR BENCH INTERNATIONAL S.P.A. Massa/Italien	Lemmerz-Werke , Königswinter	Temic Elektronik , Nürnberg
Continental Teves AG & Co, OHG , Frankfurt	LuK GmbH , Bühl/Baden	TOYOTA Deutschland GmbH , Köln
Celette GmbH , Kehl	MAHLE GmbH , Stuttgart	VARTA Autobatterien GmbH Hannover
Citroen Deutschland AG , Köln	Mannesmann Sachs AG , Schweinfurt	Vereinigte Motor-Verlage GmbH & Co KG Stuttgart
DaimlerChrysler AG , Stuttgart	Mann und Hummel, Filterwerke Ludwigsburg	ViewSonic Central Europe , Willich
Dataliner Richtsysteme , Ahlerstedt	MAN Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg AG München	Voith GmbH & Co KG , Heidenheim
Deutsche BP AG , Hamburg	Mazda Motors Deutschland GmbH Leverkusen	Volkswagen AG , Wolfsburg
DUNLOP GmbH & Co KG , Hanau/Main	MCC – Mikro Compact Car GmbH Böblingen	Volvo Deutschland GmbH , Brühl
J. Eberspächer , Esslingen	Messer-Griesheim GmbH Frankfurt/Main	Wabco Westinghouse GmbH Hannover
EMM Motoren Service , Lindau	Metzeler Reifen GmbH München	Webasto GmbH , Stockdorf
ESSO AG , Hamburg	Michelin Reifenwerke KGaA Karlsruhe	Yamaha Motor Deutschland GmbH Neuss
FAG Kugelfischer Georg Schäfer KG aA Ebern	Microsoft GmbH , Unterschleißheim	ZF Getriebe GmbH , Saarbrücken
Ford-Werke AG , Köln	Mitsubishi Electric Europe B.V. Ratingen	ZF Sachs AG , Schweinfurt
Carl Freudenberg Weinheim/Bergstraße	Mitsubishi MMC , Trebur	ZF Zahnradfabrik Friedrichshafen AG Friedrichshafen/Schwäbisch Gmünd
GKN Löbro , Offenbach / Main	MOBIL OIL AG , Hamburg	
Getrag Getriebe- und Zahnradfabrik Ludwigsburg	NGK/NTK , Ratingen	
Girling-Bremsen GmbH , Koblenz	Adam Opel AG , Rüsselsheim	
Glasurit GmbH , Münster/Westfalen	OSRAM AG , München	
Globaljig, Deutschland GmbH Cloppenburg	OMV AG , Wien	
Glyco-Metall-Werke B.V. & Co KG Wiesbaden/Schierstein		
Goetze AG , Burscheid		
Grau-Bremse , Heidelberg		
Gutmann Messtechnik GmbH , Ihringen		
Hazet-Werk , Hermann Zerver, Remscheid		

Table des matières

Conseils pour l'utilisation du manuel "Technologie des véhicules à moteur" 4	
Liste des entreprises 5	
1	Véhicule à moteur 11
1.1	Développement du véhicule à moteur .. 11
1.2	Classification des véhicules à moteur ... 12
1.3	Structure d'un véhicule à moteur 12
1.4	Systèmes techniques du véhicule à moteur 13
1.4.1	Systèmes techniques 13
1.4.2	Le système véhicule à moteur 13
1.4.3	Les sous-systèmes dans les véhicules à moteur 15
1.4.4	Classement des systèmes techniques et des sous-systèmes selon le type de traitement 16
1.4.5	Exploitation des systèmes techniques .. 17
1.5	Maintenance et entretien 18
1.6	Filtres: conception et maintenance 20
1.6.1	Filtres à air 20
1.6.2	Filtres à carburant 21
1.6.3	Filtres à huile 22
1.6.4	Les filtres hydrauliques 22
1.6.5	Filtres pour habitacles 22
1.6.6	Maintenance 22
1.7	Entretien du véhicule 23
1.8	Produits d'exploitation, produits auxiliaires 27
1.8.1	Carburants 27
1.8.2	Carburants de moteurs à essence 29
1.8.3	Carburant Diesel 30
1.8.4	Carburants à base végétale 31
1.8.5	Carburants sous forme gazeuse 33
1.8.6	Huiles de lubrification et lubrifiants ... 33
1.8.7	Produits antigel 38
1.8.8	Réfrigérants 39
1.8.9	Liquide de frein 39
2	Protection de l'environnement et du travail dans une exploitation 40
2.1	Protection de l'environnement dans une exploitation automobile 40
2.1.1	Atteintes à l'environnement 40
2.1.2	Elimination 40
2.1.3	Elimination de voitures usagées 43
2.1.4	Recyclage 44
2.2	Sécurité au travail et prévention des accidents 46
2.2.1	Signaux de sécurité 46
2.2.2	Causes d'accidents 47
2.2.3	Mesures de sécurité 47
2.2.4	Sécurité dans le maniement des matières dangereuses 48

3	Organisation de l'entreprise, communication 49
3.1	Bases de l'organisation de l'entreprise .. 49
3.1.1	Organisation d'une exploitation automobile 49
3.1.2	Aspects de l'organisation d'entreprise .. 50
3.2	Communication 52
3.2.1	Bases de la communication 52
3.2.2	Entretien de conseil 53
3.2.3	Entretiens de réclamation 56
3.3	Conduite du personnel 56
3.4	Comportement des collaborateurs 57
3.5	Travail d'équipe 58
3.6	Traitement des commandes 59
3.7	Elaboration des données dans une exploitation automobile 62
3.8	Gestion de la qualité dans une exploitation automobile 65
4	Technologie informatique 69
4.1	Matériel et logiciels 69
4.2	Principe ETS 69
4.3	Représentation interne des données ... 70
4.4	Systèmes arithmétiques 70
4.5	Structure d'un ordinateur 71
4.6	Communication des données 72
4.6.1	Transmission de données 73
4.6.2	Télétransmission de données 74
4.7	Sauvegarde et protection des données . 75
5	Technique de commande et d'asservissement 76
5.1	Principes 76
5.1.1	Commande 76
5.1.2	Asservissement 77
5.2	Structures et unités de fonctions dans les équipements de commande 79
5.2.1	Éléments signalétiques, types de signaux, conversion de signaux 79
5.2.2	Organes de commande 81
5.2.3	Actionneurs et organes de commande . 82
5.3	Types de commandes 83
5.3.1	Commandes mécaniques 83
5.3.2	Commandes pneumatiques et hydrauliques 84
5.3.3	Commandes électriques 89
5.3.4	Commandes logiques 91
5.3.5	Commandes séquentielles 92
6	Techniques de contrôle 93
6.1	Notions de base de métrologie 93
6.2	Appareils de mesure 95
6.3	Calibres 100
6.4	Tolérances et ajustements 101
6.5	Tracer 104
7	Technique de fabrication 105
7.1	Classification des procédés de fabrication 105
7.2	Moulage 107

7.3	Formage	110
7.3.1	Pliage	111
7.3.2	Déformation par traction et compression	112
7.3.3	Formage sous pression	113
7.3.4	Dressage	115
7.3.5	Procédés de formage des tôles	115
7.4	Usinage par enlèvement de copeaux ..	119
7.4.1	Bases de l'usinage par enlèvement de copeaux	119
7.4.2	Enlèvement de copeaux manuel	119
7.4.3	Bases de l'usinage par enlèvement de copeaux avec des machines-outils ..	126
7.5	Séparation sans enlèvement de copeaux	135
7.5.1	Cisailage	135
7.5.2	Découpage	136
7.6	Assemblage	137
7.6.1	Classification des assemblages	137
7.6.2	Filetages	138
7.6.3	Assemblages vissés	139
7.6.4	Assemblages par goupilles	144
7.6.5	Les assemblages rivetés	145
7.6.6	Clinchage	146
7.6.7	Assemblages arbre-moyeu	147
7.6.8	Assemblages par pression (frettage) ..	148
7.6.9	Assemblages par cliquetage	148
7.6.10	Brasage	149
7.6.11	Soudage	150
7.6.12	Collage	157
7.7	Traitement des surfaces	158

8 Technologie des matières premières 160

8.1	Propriétés des matières premières ...	160
8.2	Classification des matériaux	164
8.3	Structure des matériaux métalliques ..	165
8.4	Métaux ferreux	167
8.4.1	Acier	167
8.4.2	Métaux ferreux de fonderie	167
8.4.3	Influences des éléments d'alliages sur les métaux ferreux	169
8.4.4	Désignation des métaux ferreux	169
8.4.5	Classification et utilisation des aciers ..	171
8.4.6	Commercialisation des aciers	173
8.4.7	Traitement thermique des métaux ferreux	173
8.5	Métaux non ferreux	177
8.6	Matières plastiques	179
8.7	Matériaux composites	182

9 Frottement, lubrification, paliers, joints 183

9.1	Frottement	183
9.2	Lubrification	184
9.3	Paliers	185
9.4	Joints	188

10 Structure et mode de fonctionnement du moteur à quatre temps 189

10.1	Moteur Otto	189
10.2	Moteur Diesel	192
10.3	Caractéristiques des moteurs à 4 temps	194
10.4	Diagramme de travail (diagramme $p-V$)	196
10.5	Diagramme de distribution	198

10.6	Numérotation des cylindres, ordre d'allumage	198
10.7	Courbes caractéristiques du moteur ..	200
10.8	Rapport course/alésage, puissance/cylindrée, masse/puissance	201

11 Mécanique du moteur 202

11.1	Cylindre, culasse	202
11.1.1	Fonctions et sollicitations	202
11.1.2	Genres de cylindres	202
11.1.3	Culasse	204
11.1.4	Joint de culasse	205
11.1.5	Carter de vilebrequin	206
11.1.6	Suspension du moteur	206
11.2	Systèmes de refroidissement	210
11.2.1	Genres de refroidissement	210
11.2.2	Refroidissement par air	211
11.2.3	Refroidissement par liquide	211
11.2.4	Composants du refroidissement liquide à circulation forcée	212
11.2.5	Systèmes de refroidissement à régulation électronique	217
11.2.6	Éléments du système de refroidissement à régulation électronique	217
11.3	Embiellage	219
11.4	Volant d'inertie à deux masses	231
11.5	Systèmes de lubrification du moteur ..	232
11.6	Distribution	238
11.7	Optimisation du remplissage du cylindre	244

12 Formation du mélange 256

12.1	Systèmes d'alimentation en carburant des moteurs Otto	256
12.2	La formation du mélange dans les moteurs Otto	261
12.3	Carburateur	264
12.4	Injection d'essence	265
12.4.1	Principes	265
12.4.2	Structure et fonctions de l'injection électronique d'essence	267
12.4.3	Saisie des données de fonctionnement	268
12.4.4	Injection centralisée	274
12.4.5	LH-Jetronic	278
12.4.6	ME-Motronic	284
12.4.7	MED-Motronic	288
12.4.8	KE-Jetronic	294
12.5	Formation du mélange dans les moteurs Diesel	296
12.5.1	Déroulement de la combustion des moteurs Diesel	296
12.5.2	Problèmes liés au déroulement de la combustion	296
12.5.3	Comparaison des types d'injection ..	297
12.5.4	Commande du canal d'admission	298
12.5.5	Les dispositifs d'aide au démarrage ..	298
12.5.6	Combinaison de porte-injecteur	300
12.5.7	Dispositifs d'injection des moteurs Diesel pour véhicules de tourisme ..	302
12.5.7.1	Pompe d'injection distributrice à piston axial à réglage mécanique	302
12.5.7.2	Le contrôle électronique de l'injection Diesel (EDC)	306

12.5.7.3	Pompe d'injection distributrice à piston axial à régulation électronique (VE-EDC)	307	16.6	Arbres de transmission, arbres de roue, cardans	395
12.5.7.4	Pompe d'injection distributrice à pistons radiaux (VP44)	308	16.7	Essieux moteur	398
12.5.7.5	Système à injecteur-pompe	310	16.8	Différentiel	401
12.5.7.6	Système Common Rail	312	16.9	Blocage du différentiel	402
			16.10	Transmission intégrale	407
13	Réduction de la pollution	321	17	Structure des véhicules	410
13.1	Système d'échappement	321	17.1	Carrosserie	410
13.2	Réduction de la pollution dans les moteurs Otto	324	17.1.1	Construction séparée	410
13.2.1	Composition des gaz d'échappement	324	17.1.2	Construction portante	410
13.2.2	Procédés de réduction des polluants	326	17.1.3	Construction autoportante	410
13.2.3	Diagnostic et entretien	331	17.1.4	Matériaux utilisés en carrosserie	411
13.2.4	Diagnostic européen embarqué (EOBD)	332	17.1.5	Sécurité dans la construction des automobiles	413
13.3	Réduction de la pollution des moteurs Diesel	336	17.1.6	Évaluation des dommages et contrôle par mesure	420
			17.1.7	Réparation de dégâts sur des structures autoportantes	424
14	Moteur Otto à deux temps, moteur à piston rotatif	340	17.2	Protection anticorrosion des véhicules	429
14.1	Moteur à deux temps	340	17.3	Peinture automobile	430
14.2	Moteur à piston rotatif	347			
15	Concepts d'entraînement alternatif	349	18	Châssis	434
15.1	Sources d'énergies alternatives	349	18.1	Dynamique des véhicules	434
15.2	Moteurs au gaz naturel	349	18.2	Les bases de la direction	436
15.3	Moteurs au gaz liquide	351	18.3	Géométrie de roues	437
15.4	Entraînements hybrides	353	18.4	Réglage de la géométrie sur banc informatisé	440
15.5	Véhicules électriques	356	18.5	Boîtier de direction	443
15.6	Moteurs à pile à combustible	357	18.6	Systèmes de direction	443
15.7	Moteurs à combustion à hydrogène	357	18.6.1	Servodirection à crémaillère	443
15.8	Moteurs à combustion à huile végétale	357	18.6.2	Servodirection électrohydraulique	444
				Servotronic	444
			18.6.3	Servodirection électrique	445
			18.6.4	Direction active	445
			18.7	Fixations d'essieu	446
			18.8	Suspension	450
			18.8.1	Fonctions de la suspension	450
			18.8.2	Fonctionnement de la suspension	450
			18.8.3	Types de ressorts	452
			18.8.4	Amortisseurs	456
			18.8.5	Active Body Control (ABC)	462
			18.9	Roues et pneumatiques	465
			18.9.1	Roues	465
			18.9.2	Les pneumatiques	466
			18.9.3	Systèmes de roulage à plat	472
			18.9.4	Systèmes de contrôle de la pression	473
			18.10	Freins	475
			18.10.1	Processus de freinage	477
			18.10.2	Frein hydraulique	477
			18.10.3	Circuits de freinage	478
			18.10.4	Maître-cylindre	478
			18.10.5	Frein à tambour	480
			18.10.6	Frein à disque	482
			18.10.7	Garnitures de frein	485
			18.10.8	Systèmes de frein de stationnement	485
			18.10.9	Diagnostic et maintenance des installations de freinage hydrauliques	486
			18.10.10	Assistance au freinage	488
			18.10.11	Répartition de la force de freinage	489
			18.10.12	Frein actionné mécaniquement	490

18.10.13	Systèmes de régulation électronique de la conduite	491
18.10.14	Systèmes antiblocage (ABS)	492
18.10.15	Assistant au freinage d'urgence (BAS ou AFU)	497
18.10.16	Régulation d'antipatinage à la traction (ASR)	497
18.10.17	Contrôle dynamique de la trajectoire ESP	499
18.10.18	Sensotronic Brake Control (SBC)	500

19 Electrotechnique 502

19.1	Bases de l'électrotechnique	502
19.1.1	Tension électrique	503
19.1.2	Courant électrique	503
19.1.3	Résistance électrique	505
19.1.4	Loi d'Ohm	507
19.1.5	Puissance, travail, rendement	507
19.1.6	Couplage des résistances	508
19.1.7	Mesures dans un circuit électrique	509
19.1.8	Effets du courant électrique	517
19.1.9	Protection contre les dangers du courant électrique	518
19.1.10	Production de la tension électrique	520
19.1.11	Tension et courant alternatif	522
19.1.12	Production de tension et de courant triphasés	523
19.1.13	Le magnétisme	523
19.1.14	Auto-induction ou self-induction	525
19.1.15	Condensateur	526
19.1.16	Electrochimie	526
19.1.17	Composants électroniques	528
19.2	Application de l'électrotechnique	539
19.2.1	Schémas de circuits	539
19.2.2	Avertisseurs	549
19.2.3	Relais	550
19.2.4	Eclairage du véhicule	552
19.2.5	Alimentation électrique et réseau de bord	561
19.2.6	Alternateurs triphasés	568
19.2.7	Moteurs électriques	577
19.2.8	Système d'allumage	584
19.2.9	Capteurs	601
19.2.10	Technique haute fréquence	605
19.2.11	Compatibilité électromagnétique (CEM)	610
19.2.12	Transmission des données dans un véhicule à moteur	612
19.2.13	Mesures, tests, diagnostics	626

20 Technique de confort 630

20.1	Ventilation, chauffage, climatisation	630
20.2	Systèmes antivol	637
20.2.1	Verrouillage centralisé	637
20.2.2	Antidémarrage	639
20.2.3	Système d'alarme	641
20.3	Systèmes de confort	643
20.3.1	Lève-vitres électriques	643
20.3.2	Mécanisme de toit	645
20.3.3	Sièges à réglage électrique	646
20.3.4	Essuie-glace électroniques	646
20.3.5	Rétroviseurs extérieurs à réglage électrique	647

20.4	Systèmes d'assistance à la conduite	648
20.4.1	Tempomat	648
20.4.2	Régulation adaptative de la vitesse (Adaptive Cruise Control ACC)	648
20.4.3	Système de parage	649
20.4.4	Assistance au parage	649
20.4.5	Assistance au changement de trajectoire	649
20.5	Système d'infotainment	650
20.5.1	Indications de fonctionnement et de parcours	650
20.5.2	Systèmes de navigation	650
20.5.3	Téléphones mobiles	652

21 Technique des véhicules à deux roues 653

21.1	Types de motocycles	653
21.2	Moteurs des motocycles	656
21.3	Système d'échappement	656
21.4	Formation du mélange	657
21.5	Refroidissement du moteur	658
21.6	Lubrification du moteur	658
21.7	Embrayage	659
21.8	Transmission de force	660
21.9	Système électrique	662
21.10	Dynamique des motos	665
21.11	Cadres de motos	666
21.12	Direction, suspension et amortissement	667
21.13	Freins	669
21.14	Roues, pneus	671

22 Technique des véhicules utilitaires 674

22.1	Classement	674
22.2	Moteurs	675
22.3	Système d'injection des moteurs Diesel utilitaires	675
22.3.1	Equipement d'injection avec pompes d'injection en ligne	676
22.3.2	Pompes d'injection en ligne à tiroirs	681
22.3.3	Système pompe unitaire haute pression	681
22.3.4	Systèmes d'aide au démarrage	683
22.3.5	Diminution de la quantité de polluants émis par les moteurs Diesel des véhicules utilitaires	684
22.4	Chaîne cinématique	686
22.5	Châssis	689
22.5.1	Suspension	689
22.5.2	Roues et pneus	692
22.5.3	Système de freinage à air comprimé (système indépendant)	693
22.6	Systèmes de démarrage pour véhicules utilitaires	705

23 Notions anglaises 709

24 Index des mots-clés 711

1 Véhicule à moteur

1.1 Développement du véhicule à moteur

- 1860** Le Français **Lenoir** fabrique le premier moteur à combustion fonctionnant au gaz d'éclairage. Rendement: environ 3 %.
- 1867** **Otto et Langen** présentent à l'Exposition Universelle de Paris un moteur à combustion perfectionné. Rendement: environ 9 %.

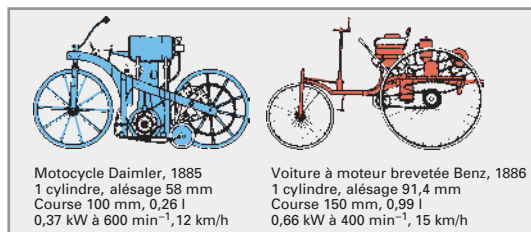


Illustration 1: Motocycle Daimler et voiture à moteur Benz

- 1876** **Otto** fabrique le premier moteur à gaz avec compression et **cycle à quatre temps**. Pratiquement au même moment, l'Anglais **Clerk** fabrique le premier **moteur à deux temps** fonctionnant au gaz.
- 1883** **Daimler et Maybach** développent le premier **moteur à essence à quatre temps** à régime rapide avec **allumage à tube incandescent**.
- 1885** Premier **véhicule à deux roues à moteur** fabriqué par **Daimler**. Premier **véhicule à trois roues** fabriqué par **Benz** (breveté en 1886), (ill. 1).
- 1886** Première **calèche à quatre roues avec moteur à essence** fabriquée par **Daimler** (ill. 2).
- 1887** **Bosch** invente l'**allumage à rupteur**.
- 1889** L'Anglais **Dunlop** fabrique pour la première fois des **pneumatiques pour les roues**.
- 1893** **Maybach** invente le **carburateur**.
- 1893** **Diesel** fait breveter le principe de fonctionnement d'un **moteur à huile lourde à auto-allumage**.
- 1897** **MAN** construit le premier moteur Diesel commercialisé.
- 1897** Premier **véhicule électrique** fabriqué par **Lohner-Porsche** (ill. 2).

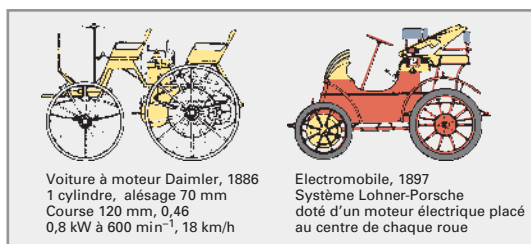


Illustration 2: Véhicule à moteur Daimler et premier véhicule électrique

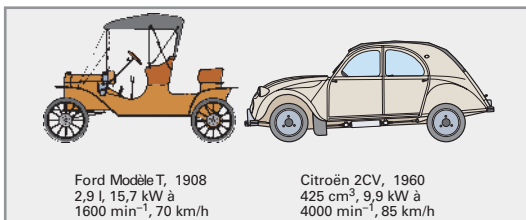


Illustration 3: Modèle Ford T et Citroën 2CV

- 1899** Fondation de l'**usine Fiat** à Turin.
- 1913** Introduction par **Ford** du **travail à la chaîne**. Production de la **Tin-Lizzy** (modèle T, ill. 3). En 1925, 9109 véhicules sortent déjà quotidiennement de la chaîne de montage.
- 1916** Création de l'usine **BMW (Bayerische Motorenwerke)**.
- 1923** Fabrication du premier **camion à moteur Diesel** par **Benz-MAN** (ill. 4).
- 1936** **Daimler-Benz** fabrique des voitures de tourisme avec **moteur Diesel** de série.
- 1938** Création de l'**usine VW** à Wolfsburg.
- 1939** 250 **prototypes TPV** «Toute Petite Voiture» sont fabriqués par Citroën.
- 1948** Début de la fabrication en série de la **Citroën 2CV** (ill. 3).
- 1949** Premier **pneu à taille basse** et premier **pneu à ceinture métallique** produits par **Michelin**.
- 1950** En Angleterre, première utilisation par **Rover** de **turbines à gaz** dans un véhicule.
- 1954** **NSU-Wankel** fabrique le **moteur à pistons rotatifs** (ill. 4).

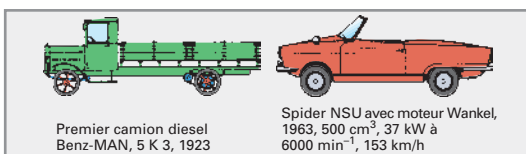


Illustration 4: Camion avec moteur Diesel, voiture de tourisme avec moteur Wankel

- 1966** Système **Bosch d'injection d'essence à commande électronique (D-Jetronic)** pour les véhicules de série.
- 1970** **Ceintures de sécurité** pour le conducteur et le passager.
- 1978** Premier montage du **système antiblocage (ABS)** sur les freins des véhicules de tourisme.
- 1984** Apparition de l'**airbag** et du **prétensionneur de ceinture**.
- 1985** Apparition du **catalyseur régulé (sonde lambda)** pour l'essence sans plomb.
- 1997** **Système électronique de régulation de la suspension**.

1.2 Classification des véhicules à moteur

Les véhicules routiers sont tous les véhicules prévus pour être utilisés sur les routes et qui ne sont pas reliés à une voie. (ill. 1).

Ils sont divisés en deux groupes: les véhicules à moteur et les véhicules tractés. Les véhicules disposent toujours d'un entraînement mécanique.

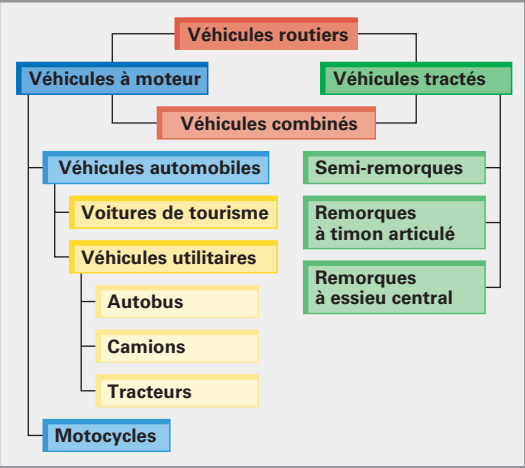


Illustration 1: Aperçu des véhicules à moteur

Véhicules à moteur à plus de deux roues

Les véhicules automobiles ont toujours plus de deux roues. Parmi eux, on compte:

- **Les véhicules de tourisme.** Ils servent principalement au transport de personnes et de leurs bagages ou de marchandises. Ils peuvent également tracter une remorque. Le nombre de places assises est limité à 9, conducteur compris.

- **Les véhicules utilitaires.** Ils sont destinés au transport de personnes, de marchandises et à tracter des remorques. Les véhicules de tourisme ne sont pas des véhicules utilitaires.

Véhicules à moteur à deux roues

Les motocycles sont des véhicules à deux roues. Ils peuvent être associés à un side-car, conservant dans ce cas la qualification de motocycle, tant que leur poids à vide ne dépasse pas 400 kg. Ils peuvent aussi tracter une remorque. Parmi eux, on distingue:

- **Motocyclettes.** Elles sont équipées d'éléments fixes (réservoir, moteur) dans la zone des genoux et de repose-pieds.
- **Scooter.** Ils ne sont équipés d'aucun élément fixe dans la zone des genoux et les pieds du conducteur reposent sur un marchepied horizontal.
- **Bicyclettes à moteur auxiliaire.** Elles ont les caractéristiques d'une bicyclette, comme par exemple le pédalier (vélomoteurs, etc.).

1.3 Structure d'un véhicule à moteur

Un véhicule à moteur est constitué de plusieurs ensembles et de leurs éléments constitutifs.

La définition et la disposition de ces ensembles ne font l'objet d'aucune norme. Ainsi, par exemple, le moteur peut être considéré comme un ensemble à part entière ou comme sous-ensemble du groupe moteur.

La possibilité de classement retenue dans ce livre est celle de la répartition en cinq ensembles principaux: moteur, transmission de puissance, structure, roulement et installation électrique.

La classification des ensembles et des éléments constitutifs est représentée dans l'illustration 2.

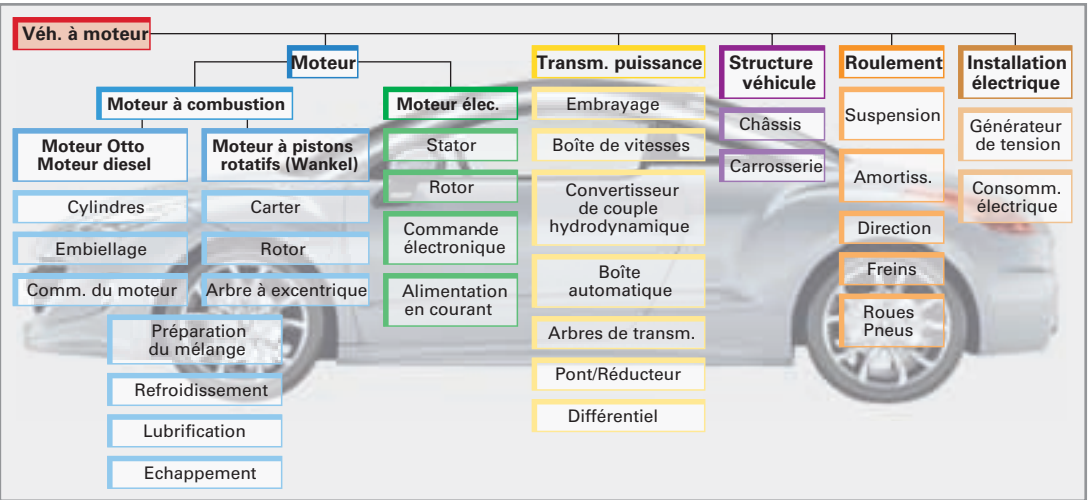


Illustration 2: Structure d'un véhicule à moteur

1.4 Systèmes techniques du véhicule à moteur

1

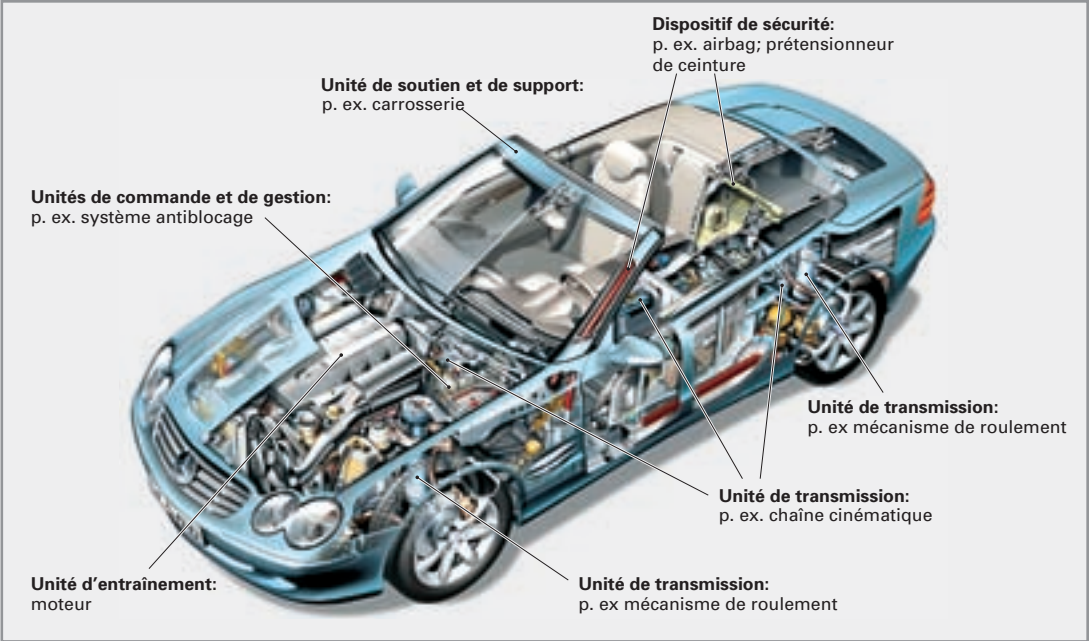


Illustration 1: Le système véhicule à moteur et ses unités de fonction

1.4.1 Systèmes techniques

Chaque machine forme un système technique global.

- Caractéristiques des systèmes techniques:
- Il sont limités vers l'extérieur.
 - Ils possèdent une entrée et une sortie.
 - Seule la tâche globale est significative et non les tâches individuelles se déroulant au sein du système.

Le rectangle détermine les **limites du système** (limites imaginaires), lesquelles séparent un système technique d'un autre et/ou de son environnement.

- Chaque système individuel est identifié par:
- Entrées (valeurs d'immission, input) provenant de l'extérieur des limites du système;
 - Traitement à l'intérieur des limites du système;
 - Sorties (valeurs d'émission, output) franchissant les limites du système en direction de l'environnement ambiant. (**Principe ETS**).

Graphiquement, on représente un système technique au moyen d'un rectangle (**ill. 2**).

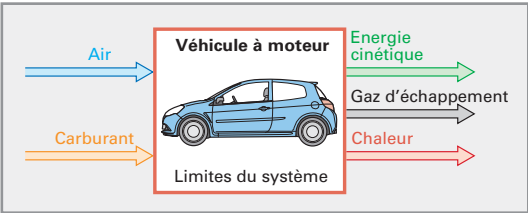


Illustration 2: Représentation systémique générale appliquée à un véhicule à moteur

Les valeurs d'entrée et de sortie sont identifiées par une flèche. Le nombre de flèches dépend des valeurs d'entrée, respectivement de sortie.

1.4.2 Le système véhicule à moteur

Le véhicule à moteur est un système technique complexe au sein duquel divers sous-systèmes agissent de concert afin d'obtenir une fonction globale déterminée.

La fonction globale d'une voiture de tourisme est l'acheminement de personnes, celle d'un camion l'acheminement de marchandises.

Unités de fonction d'un véhicule à moteur

Les systèmes permettant le déroulement de fonctions sont regroupés en unités de fonction (**ill. 1**). La connaissance du déroulement des diverses fonctions, comme par exemple le moteur ou la chaîne ci-

nématique, permet de mieux appréhender l'ensemble du système véhicule à moteur, notamment en ce qui concerne la maintenance, le diagnostic et les réparations.

Ce principe est applicable à chaque système technique. Un véhicule à moteur se compose, entre autres, des **unités de fonction** suivantes:

- unité d'entraînement;
- unité de transmission;
- unité de soutien et de support;
- installations électro-hydrauliques (p. ex. unités de commande et de gestion);
- installations électriques, électroniques (p. ex. dispositifs de sécurité).

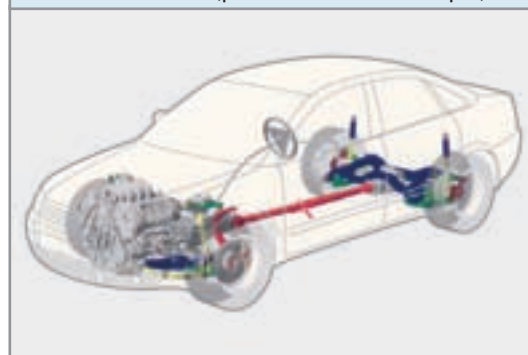
Chaque unité de fonction accomplit une fonction partielle bien définie.

Unité de fonction: unité d'entraînement – moteur



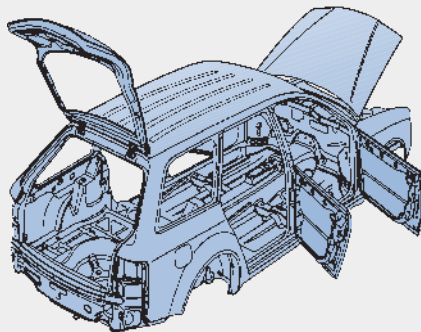
Fonct. part.: fourniture de l'énergie d'entraînement

Unité de fonction: unité de transmission (p. ex. chaîne cinématique)



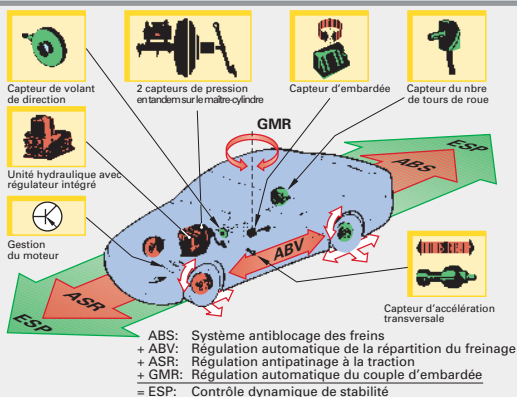
Fonct. part.: transmission de l'énergie de l'unité d'entraînement vers les roues

Unité de fonction: unité de soutien et de support - structure du véhicule (p. ex. carrosserie)



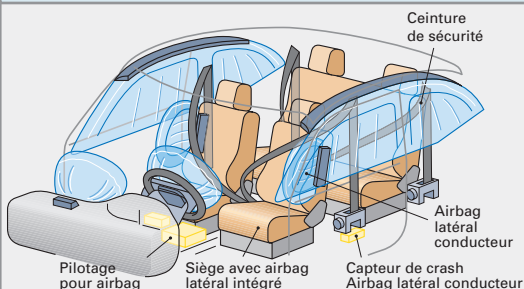
Fonct. part.: soutien et support, accueil de tous les systèmes partiels

Unité de fonction: installations électro-hydrauliques - unités de commande et de gestion (p. ex. ABS, ESP, etc.)



Fonct. part.: protection active des occupants, amélioration de la dynamique de conduite

Unité de fonction: install. électr./électroniques (dispositifs de sécurité, p. ex. airbag, prétensionneur ceinture)



Fonct. part.: protection passive des occupants

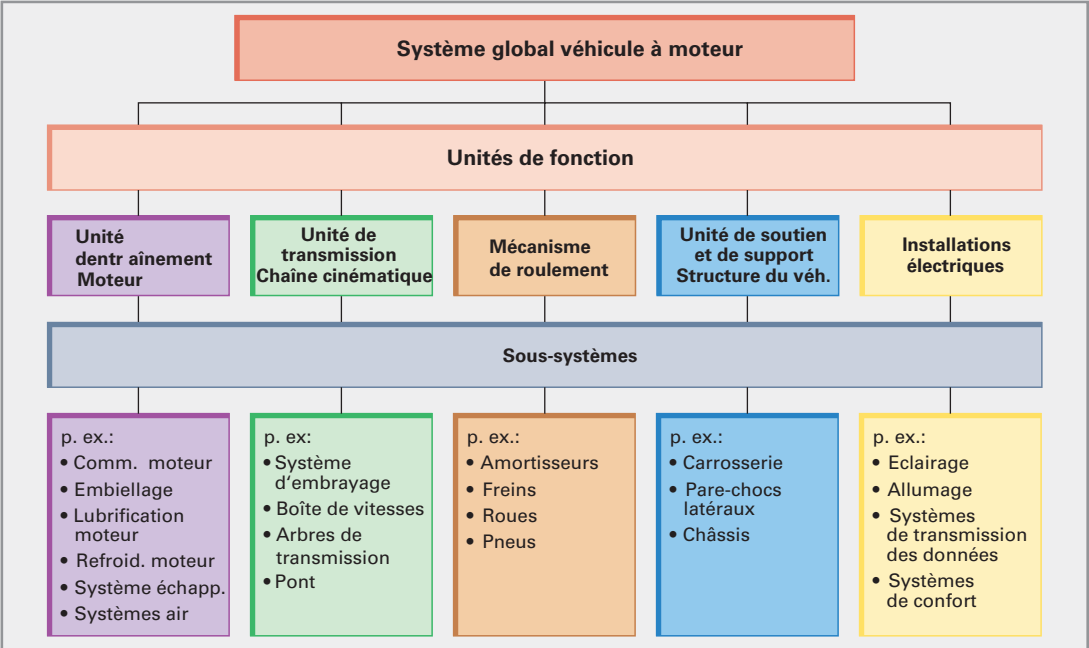


Illustration 1: Interconnexion des systèmes d'un véhicule à moteur

Afin qu'un véhicule à moteur puisse remplir ses fonctions principales, il doit y avoir interconnexion entre les différents sous-systèmes (ill. 1). Plus on réduit les limites du système, plus les sous-systèmes deviennent petits, jusqu'au moment où l'on arrive à chaque élément constitutif considéré individuellement.

Le système global véhicule à moteur

Si l'on définit les limites du système autour du véhicule, on peut considérer que celui-ci est séparé de l'environnement, comme p. ex. de l'air ou de la route. Côté entrée, seuls l'air et le carburant franchissent les limites du système et, côté sortie, seuls les gaz d'échappement et l'énergie cinétique et thermique en font autant (ill. 2, ill. 3).

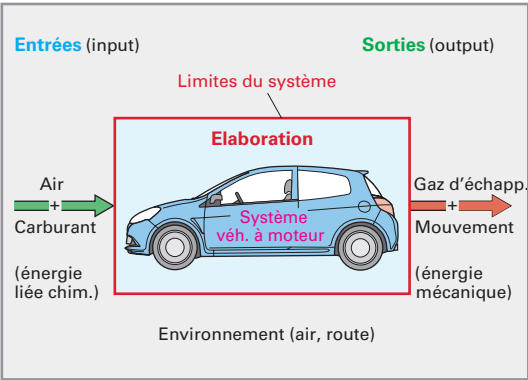


Illustration 2: Le système véhicule à moteur

1.4.3 Les sous-systèmes dans les véhicules à moteur

Le principe ETS est applicable à chaque sous-système (ill. 3).

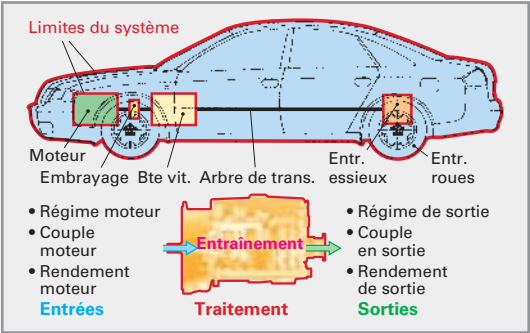


Illustration 3: Sous-système: entraînement

Entrées. Au niveau des paramètres d'entrée, on distingue le régime du moteur, son couple et son rendement.

Traitement. Au niveau de l'entraînement, les tours/minutes et le couple sont convertis.

Sorties. Au niveau des paramètres de sortie, on obtient le régime de sortie, le couple en sortie, le rendement de sortie, ainsi que de la chaleur.

Rendement. Des pertes au niveau de l'entraînement génèrent une réduction du rendement.

Le sous-système entraînement est relié aux roues motrices par le biais d'autres sous-systèmes comme, p. ex. l'arbre de transmission, le pont ou l'arbre moteur.

1.4.4 Classement des systèmes techniques et des sous-systèmes selon le type de traitement

En fonction du type de traitement, les systèmes techniques (ill. 1) sont différenciés à l'intérieur du système:

- systèmes de traitement des matières, p. ex. installations d'amenée du carburant;
- systèmes convertisseurs d'énergie, p. ex. moteur à explosion;
- systèmes convertisseurs d'informations, p. ex. ordinateur de bord, direction.

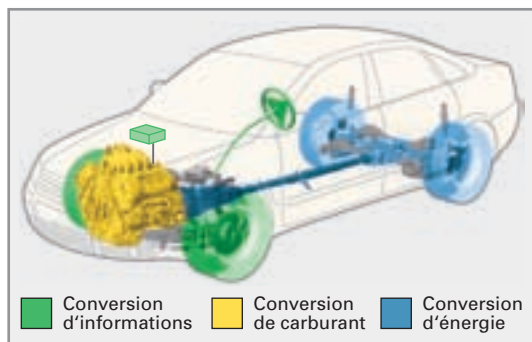


Illustration 1: Les divers systèmes subdivisés selon le type de traitement

Systèmes de traitement des matières

Les systèmes de traitement des matières permettent de mettre celles-ci en forme (modification de forme) ou de les transporter d'un endroit à l'autre (modification d'emplacement).

Les installations de transport ou les machines simples nécessitent un transport de matière. Des machines-outils se chargent de la modification de celle-ci. Pour ce qui concerne le transport des matières, un liquide stocké (essence dans le réservoir) sera par exemple mis en mouvement par une pompe et amené au système d'injection. Pour être à même d'effectuer ce traitement, les machines dont c'est la fonction, p. ex. la pompe à essence, doivent être alimentées en énergie électrique.

Aperçu des systèmes de traitement des matières:

Les machines destinées à modifier la forme sont p. ex. les machines-outils, telles que les perceuses, les fraiseuses et les tours ou les machines telles que les presses, utilisées dans les fonderies ou les fabriques de pressage.

Les machines destinées à modifier l'emplacement comprennent tous les convoyeurs et les machines destinées au transport de matières solides (rubans convoyeurs, élévateurs, camions, voitures), liquides (pompes) ou gazeuses (ventilateurs, turbines).

Exemples de systèmes de conversion des matières dans un véhicule à moteur:

- système de lubrification au sein duquel la pompe à huile transporte la matière;
- système de refroidissement dans lequel la pompe à eau transporte la matière et assure ainsi le transport de la chaleur.

Systèmes convertisseurs d'énergie

Dans les systèmes convertisseurs d'énergie, l'énergie apportée au système est convertie en une autre forme d'énergie.

Parmi ces systèmes, on compte toutes les machines motrices telles que moteurs à combustion ou électriques, machines à vapeur ou à gaz, ainsi que les installations de production d'énergie, comme p. ex. les installations de chauffage, les installations photovoltaïques ou toute autre pile à combustible.

Selon le type de conversion énergétique, on distingue:

- les machines motrices thermiques, comme les moteurs Otto ou Diesel ou les turbines à gaz;
- les machines motrices hydrauliques, comme les turbines à eau;
- les machines motrices mues par le vent, comme les éoliennes;
- les installations solaires, comme les installations photovoltaïques;
- les piles à combustible.

Dans un moteur à explosion, l'énergie chimique du carburant est convertie d'abord en énergie thermique puis en énergie cinétique mécanique (ill. 2).

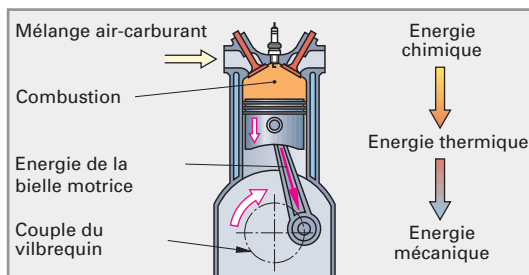


Illustration 2: Conversion énergétique d'un moteur Otto

Dans ce contexte, d'autres flux de matières ou d'informations peuvent exister. Étant donné que ceux-ci exercent une fonction accessoire dans les machines, ils ne sont la plupart du temps pas représentés.

Le flux des matières (entrée du carburant et sortie des gaz d'échappement), ainsi que le flux des informations (mélange air-carburant, régulation du régime, direction, etc.) ne représentent que des fonctions accessoires.

Système convertisseur d'énergie. La conversion de l'énergie chimique du carburant en énergie cinétique nécessaire à l'entraînement du véhicule à moteur est

prioritaire, c'est pourquoi le **moteur à explosion** est un système convertisseur d'énergie.

Systèmes convertisseurs d'informations

Ils servent à la transmission d'informations, à l'élaboration et au transfert des données et de la communication.

Les systèmes de conversion d'informations et les systèmes de transfert, p. ex. les commandes, les contrôleurs CAN-Bus, les appareils de diagnostic ("Tester") sont indispensables au fonctionnement et à la maintenance des véhicules modernes.

Informations. Il s'agit de connaissances sur les faits et les processus. Ainsi par exemple, dans un véhicule à moteur, la température de celui-ci, la vitesse, la charge sont des informations nécessaires au fonctionnement du véhicule. Les informations sont transmises, p. ex. d'un système de commande à un autre, sous forme de données. Elles sont captées sous forme de signaux.

Signaux. Ce sont les représentations physiques des données.

Dans les véhicules à moteur, les signaux sont perçus par des capteurs enregistrant p. ex. le nombre de tours/min, la température, la position des soupapes.

Exemples de systèmes convertisseurs d'informations dans un véhicule à moteur:

- **Appareil de commande du moteur.** Il saisit et élabore toutes les données importantes permettant d'optimiser les conditions de fonctionnement.
- **Ordinateur de bord.** Il informe p. ex. le conducteur sur la consommation moyenne ou ponctuelle de carburant, l'autonomie, la vitesse moyenne et la température extérieure.

1.4.5 Exploitation des systèmes techniques

Il est indispensable de bien connaître les systèmes destinés à l'exploitation et à l'entretien de véhicules à moteur. Pour assurer un fonctionnement du véhicule qui soit écologique et sûr, le fabricant fournit des instructions de service.

Les instructions de service contiennent, entre autres:

- des descriptifs du système;
- des explications concernant les diverses fonctions;
- des représentations du système;
- des schémas de fonctionnement;
- des instructions pour l'exploitation spécifique et la mise en œuvre;
- des plans de maintenance et d'inspection;

- des conseils en cas de pannes de fonctionnement;
- des indications concernant les produits à utiliser, p. ex. les huiles pour moteurs;
- des données techniques;
- des adresses de contact en cas de problèmes.

Exploitation. Les véhicules à moteur et les machines ne devraient être exploités que par des personnes qualifiées et autorisées.

Il est p. ex. prescrit que...

- ... le conducteur d'une voiture de tourisme ne peut s'engager dans la circulation que s'il est en possession du permis de conduire de la catégorie B;
- ... le lift de l'atelier mécanique pour poids lourds ne doit être employé que par des personnes âgées de plus de 18 ans, correctement instruites et dûment autorisées;
- ... le conducteur d'un véhicule équipé d'une grue de chargement doit être en possession du permis correspondant.

Cela permet de garantir p. ex. que le conducteur d'un véhicule muni d'une grue de chargement étalera correctement son véhicule (ill. 1), qu'il respectera les prescriptions en matière de prévention des accidents, qu'il est formé au transport de charges et qu'il est capable d'utiliser une grue de chargement.

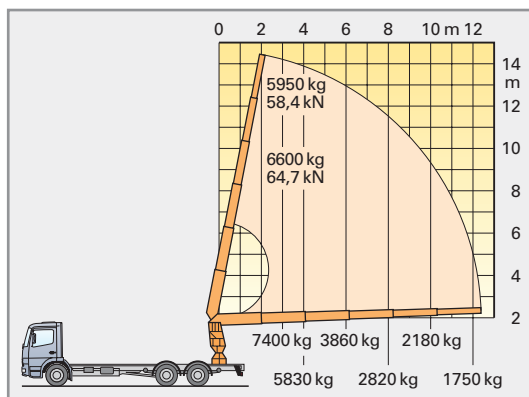


Illustration 1: Chargement correct d'une grue de camion

QUESTIONS DE RÉVISION

- 1 Quelles valeurs permettent d'identifier un système technique?
- 2 Qu'entend-on par principe ETS?
- 3 Quelles unités de fonction peut-on distinguer dans un véhicule à moteur ?
- 4 Nommez trois sous-systèmes d'un véhicule à moteur, ainsi que les valeurs d'entrée et de sortie correspondantes.
- 5 Quelle est la fonction principale d'un système convertisseur d'énergie?
- 6 Quelles données peut-on trouver dans les instructions de service?

1.5 Maintenance et entretien

Une maintenance et un entretien respectant les prescriptions du constructeur (p. ex. en matière de service après-vente) s'avèrent indispensables pour assurer la sécurité de fonctionnement d'une automobile, ainsi que pour préserver les droits de garantie.

Ces travaux sont définis par le constructeur dans des **plans d'entretien** et des catalogues de pièces de rechange. Des **instructions de réparation** sont également publiées. Elles sont disponibles sous forme de manuels, de microfiches ou de programmes pour ordinateurs (PC).

Entretien. Les travaux d'entretien comprennent :

- inspection, p. ex. contrôles;
- entretien, p.ex. vidange d'huile, graissage, nettoyage;
- réparation, p.ex. remise en état, échange;

Service après-vente. Les fabricants d'automobiles et les garages offrent un service après-vente compétent. Par exemple, ils préparent la première mise en service d'un véhicule avant sa prise en charge par le client. En outre, ils sont à même d'effectuer, grâce à du personnel qualifié, les travaux d'entretien que le propriétaire ne peut réaliser lui-même. Les mesures nécessaires au fonctionnement et au maintien de la valeur du véhicule sont définies par le constructeur dans des prescriptions d'entretien. Elles sont énumérées dans les plans de maintenance et d'entretien.

On distingue les intervalles d'entretien suivants :

- intervalles d'entretien fixes (plan d'entretien);
- intervalles d'entretien variables;
- nouvelles stratégies de service.

Les travaux d'entretien et d'inspection doivent être exécutés selon les plans fournis. La réalisation des travaux est définie dans le plan d'inspection et doit être attestée par la signature du mécanicien exécutant.

Plan d'entretien

Il fournit des renseignements sur la périodicité des entretiens, resp. des inspections: p. ex. si une inspection générale doit être effectuée après 20 000 km ou 12 mois de fonctionnement.

Plan d'inspection. Il indique l'importance prescrite de l'inspection à réaliser (ill. 1, page 19).

Intervalles d'entretien variables

Grâce aux systèmes modernes de gestion du moteur, il est désormais possible d'adapter la périodicité des entretiens en fonction des conditions d'utilisation du

véhicule. En plus des kilomètres parcourus, divers paramètres sont pris en compte pour calculer la distance restant à parcourir jusqu'au prochain contrôle. Lorsque le délai pour l'inspection est atteint, le conducteur en est informé à temps grâce à un témoin lumineux (ill. 1). Les travaux pourront alors être réalisés en atelier suivant le plan d'inspection (ill. 1, page 19).

Intervalle de vidange d'huile. Il peut être déterminé de deux façons :

- sur une base virtuelle, c'est-à-dire en calculant les kilomètres parcourus, donc le carburant consommé et le profil moyen de la température de l'huile qui en résulte, pour déterminer l'indice d'usure de l'huile moteur;
- sur l'état effectif de l'huile, c'est-à-dire en se basant sur un capteur qui indique le niveau de remplissage et la qualité de l'huile, fournissant ainsi des données qui sont comparées avec les kilomètres parcourus et les sollicitations requises du moteur.

Etat d'usure des garnitures de freins. L'usure des garnitures de freins est déterminée électriquement. Si celles-ci ont atteint la limite d'usure, un contact est interrompu au niveau de la garniture. La fréquence de freinage, la durée d'actionnement des freins, ainsi que les kilomètres parcourus, permettent de dégager théoriquement la distance restant à parcourir. L'intervalle de changement est ainsi déterminé et indiqué au chauffeur.

Etat d'usure du filtre d'habitacle. Le calcul de la durée de vie du filtre à poussière et à pollen se base sur les données récoltées par des capteurs de température de l'air extérieur, de l'utilisation du chauffage, du réglage de la circulation de l'air, de la vitesse du véhicule, de la vitesse du ventilateur, des kilomètres parcourus et de la date.

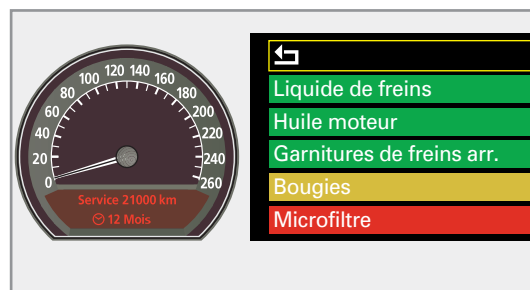


Illustration 1: Indicateurs d'usure

Les bougies d'allumage sont changées en fonction des kilomètres parcourus, p. ex. tous les 100 000 km.

Les liquides tels que liquide de refroidissement ou le liquide de frein sont changés selon la durée de fonctionnement (p. ex. tous les 2 ou 4 ans).

Nouvelles stratégies de service

Les intervalles des services sont calculés sur la base des données recueillies sur l'état des pièces d'usure et des liquides, ainsi que sur le mode de conduite. Selon cette stratégie de maintenance orientée sur les besoins, seuls les composants usés ou les liquides nécessaires sont changés.

L'ordinateur de bord - c'est nouveau - peut transmettre en ligne à l'atelier les données stockées concernant le client et les services à effectuer. Le conseiller à la clientèle a ainsi le temps nécessaire

pour commander les éventuelles pièces de rechange, p. ex. les garnitures de freins, et de convenir ensuite d'un rendez-vous avec le client.

Les réparations dues aux pannes devraient pouvoir être évitées grâce à une détection précoce des problèmes. D'autres avantages sont générés par:

- des délais planifiés avec exactitude;
- l'absence de temps d'attente;
- l'absence de perte d'informations;
- des prestations flexibles.

1

Plan d'inspection			
Contrat no.: 900109	Type vhc.: Passat	Prop. vhc.: Hörmann	
Kilomètres: 53.400	Age vhc.: 3	Travaux compl.:	
Maintenance à effectuer			e.o. pas e.o. réparé
Electricité			
Eclairage antérieur. Contrôler: feux de position, feux de croisement, feux de route, antibrouillard, clignoteurs et feux de détresse			
Eclairage arrière. Contrôler: feux stop, feux arrière feux marche arr., feux arr. antibrouillard, plaque, éclairage coffre, feux position, clignoteurs et feux de détresse			
Eclairage habitacle et boîte à gants, allume-cigare, klaxon et lampes de témoins lumineux: contrôler			
Autodiagnostic: activer l'enregistreur de défauts de tous les systèmes. (Impression: brancher derrière le compartiment du livre de bord)			
Extérieur du véhicule			
Graisser: gonds de portières et boulons de fixation			
Système de lavage du pare-brise et des phares, contrôler le fonctionnement et le réglage des buses			
Balais d'essuie-glaces: contrôler l'état, contrôler le positionnement au repos; si les balais tressautent: contrôler l'angle de positionnement			
Pneus			
Pneus: état, indicateurs d'usure, contrôler la pression, inscrire le profil			
AG _____ mm	AD _____ mm		
PG _____ mm	PD _____ mm		
Dessous du véhicule			
Huile moteur: vidanger ou aspirer, remplacer le filtre			
Moteur et éléments dans le compartiment moteur: effectuer un contrôle visuel (fuites et dégâts éventuels)			
Courroies trapézoïdales, courroies trapézoïdales à nervures: contrôler l'état et la tension			
Transmission, axes d'entraînement et manchons de protection de la direction: contrôle visuel (fuites et dégâts éventuels)			
Boîte de vitesses / entraînement: contrôler niv. huile			
Freins: effectuer un contrôle visuel (fuites et dégâts éventuels)			
Garn. de freins av. et arr.: contrôler l'épaisseur			
Protection du dessous de caisse: effectuer un contrôle visuel (dégâts éventuels)			
Echappement: effectuer un contrôle visuel (fuites et dégâts éventuels)			
Têtes de rotules de direction: contrôler le jeu et la fixation des gaines d'étanchéité; axes de cardan: effectuer un contrôle visuel (fuites et dégâts éventuels)			
Compartiment moteur			
Huile moteur: contrôler l'état (lors du service d'inspection avec ch. de filtre, changer l'huile)			
Moteur et éléments dans le compartiment moteur (depuis dessus): effectuer un contrôle visuel (fuites et dégâts éventuels)			
Lave-glaces: faire le plein de liquide			
Système de refroidissement: contrôler l'état et l'antigel; valeur de consigne: -25 °C			
Valeur (valeur mesurée): _____ °C			
Filtre à poussière et pollen: remplacer (tous les 12 mois ou tous les 15000 km)			
Courroie dentée d'arbre à cames: contrôler l'état et la tension			
Filtre à air: nettoyer le boîtier et remplacer le filtre			
Filtre à essence: remplacer			
Direction assistée: contrôler l'état de l'huile			
Etat du liquide de freins (dépend de l'usure des garnitures): contrôler			
Batterie: contrôler			
Régime au ralenti: contrôler			
Réglage des phares / documentation / Contrôle final			
Réglage des phares: contrôler			
Autocollant service: indiquer le délai du prochain service (y compris ch. liquide de freins) sur l'autocollant et appliquer celui-ci sur le longeron (colonne B) de portière			
Course d'essai effectuée			
Date / Signature (monteur)			
Date / Signature (contrôle final)			

Illustration 1: Plan d'inspection

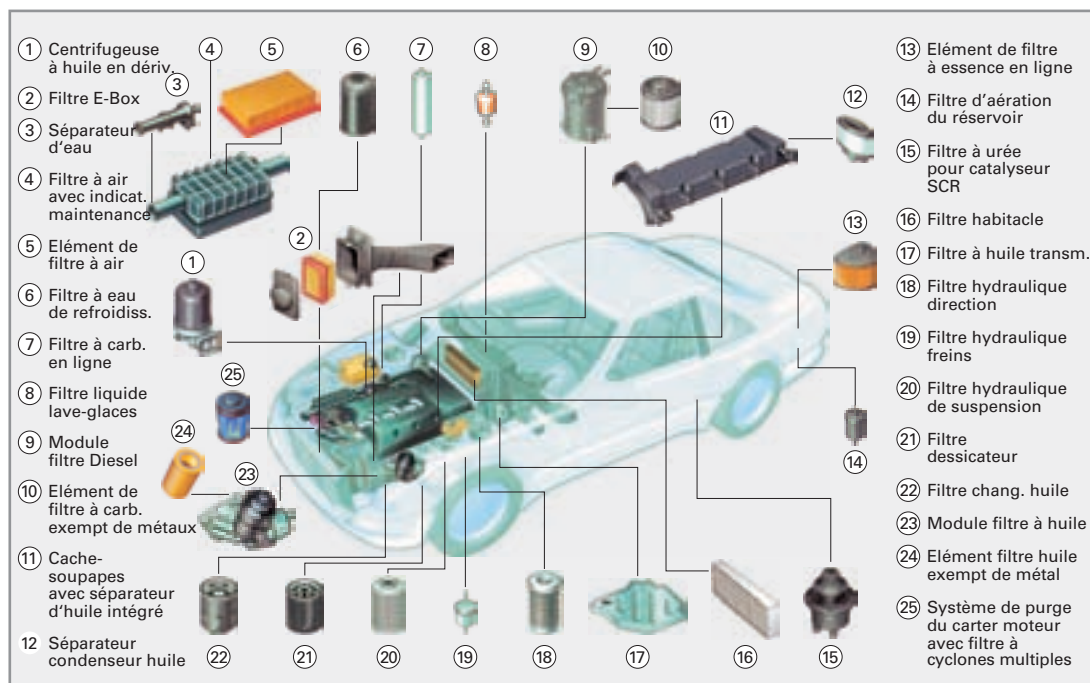


Illustration 1: Les filtres dans un véhicule moderne

1.6 Filtres: conception et maintenance

Dans un véhicule, les filtres ont pour fonction de préserver des impuretés le moteur, les composants et l'air respiré par les occupants.

Dans une voiture (ill. 1), les filtres peuvent être subdivisés selon deux critères: le **principe de fonctionnement** et le **milieu** à filtrer.

Principe de fonctionnement. Les impuretés solides sont extraites des fluides, comme p. ex. l'air, l'huile, le carburant et l'eau par:

- un effet de tamis, p. ex. filtre-tamis et filtre à fibres;
- un effet d'adhérence, p. ex. filtre humide;
- un effet magnétique, p. ex. séparateur magnétique;
- un effet de force centrifuge, p. ex. filtre à centrifugation.

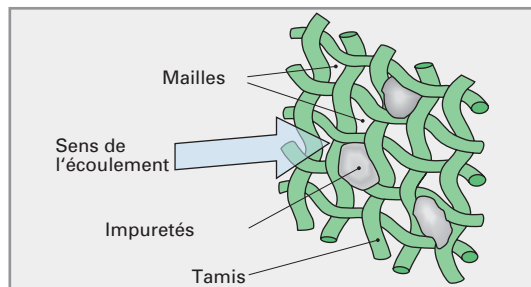


Illustration 2: Fonctionnement d'un filtre-tamis

Filtres-tamis. L'effet de filtrage est obtenu par un dimensionnement des mailles du filtre plus petit que les impuretés. (ill. 2).

Filtre à adhérence. Ce sont surtout des filtres à air humides. Les impuretés, comme la poussière, sont attirées par les surfaces huilées et y restent collées.

Filtres magnétiques. Les impuretés ferromagnétiques, p. ex. celles provenant de la vis de vidange d'huile sont extraites du milieu à filtrer.

Filtres à centrifugation. Le milieu à filtrer, p. ex. de l'air, est soumis à rotation. Les impuretés sont projetées sur les parois du filtre où elles restent collées.

On distingue les filtres suivants:

- filtres à air et à gaz d'échappement;
- filtres à carburant;
- filtres à huile de lubrification;
- filtres d'habitacle, p. ex. filtre à pollen, smog et ozone;
- filtres hydraulique, p. ex. pour huiles ATF.

1.6.1 Filtres à air

Les filtres à air ont pour fonction de purifier l'air d'aspiration et d'atténuer les bruits d'aspiration du moteur.

La poussière contenue dans l'air est composée de très petites particules (de 0,005 à 0,05 mm). Parfois, elles contiennent aussi du quartz. Selon le lieu d'utilisation du véhicule (autoroute, chantier), la quantité