Table des matières

Préface 1
Michel FEIDT

Avant-propos 3

Remerciements 7

Chapitre 1. Contexte et enjeux dans le secteur de l'automobile 9

1.1. Historique du transport automobile 9
1.2. Évolution des systèmes énergétiques et nouveaux défis. 10
1.3. Contraintes de conception et d'intégration 11
1.4. Spécificités des conditions de fonctionnement d'un véhicule routier 13
1.4.1. Deux principales conditions de fonctionnement 13
1.4.2. Conditions environnementales 15
1.4.3. Conditions de variabilité de l'usage 15
1.4.4. Amplitudes thermiques. 16
1.4.5. Conséquences sur les puissances installées 17
1.5. Contraintes réglementaires 18
1.6. Principes fondamentaux 25

Chapitre 2. Besoin énergétique d'un véhicule automobile 27

2.1. Flux énergétiques et enjeux 27
2.2. Paramètres liés à la consommation énergétique d'un véhicule 32

2.3. Énergie nécessaire au déplacement du véhicule 37
2.4. Masse du véhicule 39
2.5. Inertie et potentiel gravitationnel 40
2.6. Traînée aérodynamique 43
2.7. Résistance au roulement des pneus 49
2.8. Phase d'accélération 51
2.9. Phase de maintien de la vitesse constante 58
2.10. Récupération de l'énergie en phase de décélération 64
2.11. Transmission 64

Chapitre 3. Groupe motopropulseur à combustion interne dans les véhicules routiers 67

3.1. Principes de fonctionnement 67
3.1.1. Caractéristiques des moteurs à combustion interne 67
3.1.2. Moteur essence à allumage commandé 69
3.1.3. Moteur Diesel à allumage par compression 71
3.2. Combustion 72
3.3. Émissions de polluants et systèmes de dépollution 75
3.3.1. Normes et cycles d'homologation 75
3.3.2. Polluants 75
3.3.3. Leviers technologiques et compromis 77
3.4. Analyse énergétique 81
3.4.1. Expression du travail utile 81
3.4.2. Bilan d'énergie 82
3.4.3. Bilan d'exergie 87
3.5. Analyse thermique 88
3.5.1. Transferts thermiques 88
3.5.2. Gestion thermique globale 91
3.5.3. Montée en température du moteur 92
3.5.4. Circuit de refroidissement et de chauffage et face avant 94
3.5.5. Circuit d'huile 98
3.6. Suralimentation et refroidissement de l'air de suralimentation 100
3.6.1. Objectif de la suralimentation 100
3.6.2. Principe de la suralimentation 100
3.6.3. Principe du refroidisseur de l'air de suralimentation 103
3.7. Recirculation des gaz d'échappement 105
3.7.1. Objectif de la recirculation des gaz d'échappement 105
3.7.2. Principe de la recirculation des gaz d'échappement 106
3.7.3. Architectures de recirculation des gaz d'échappement 107
3.7.4. Refroidisseur EGR 109

3.8. Module en face avant 109
3.8.1. Objectif du module en face avant. 109
3.8.2. Principe de fonctionnement du module en face avant. 110

Chapitre 4. Énergétique et thermique de l'habitacle des véhicules routiers 113

4.1. Prestations concernées 113
4.2. Charge thermique de l'habitacle 114
4.3. Mécanismes de transfert d'énergie dans l'habitacle 116
4.4. Confort thermique de l'individu. 121
4.4.1. Description du confort thermique 121
4.4.2. Hétérogénéité des conditions climatiques et inconfort local 125
4.5. Humidité et visibilité à travers les vitrages 126
4.6. Technologies de vitrages 128
4.6.1. Vitrages absorbants. 129
4.6.2. Vitrages réfléchissants 129
4.6.3. Vitrages électriques. 131
4.7. Systèmes locaux de chauffage ou refroidissement 131
4.7.1. Sièges 132
4.7.2. Volant. 134
4.8. Recyclage de l'air dans l'habitacle 134
4.9. Appareil de climatisation-chauffage 137
4.9.1. Architecture de l'appareil 137
4.9.2. Température et débit d'air soufflé par l'unité HVAC. 140
4.9.3. Différents modes de fonctionnement 141
4.10. Système de climatisation 143
4.10.1. Intégration dans le véhicule 145
4.10.2. Réfrigérant 146
4.10.3. Compresseur 147
4.10.4. Évaporateur. 149
4.10.5. Organe de détente 151
4.10.6. Condenseur. 153
4.10.7. Échangeur interne 155
4.10.8. Accumulateur et réserve de liquide. 156
4.10.9. Compromis entre le compresseur et le ventilateur en face avant. 160
4.11. Système de chauffage 161
4.11.1. Chauffage avec le liquide de refroidissement du moteur 161
4.11.2. Chauffage avec une résistance électrique CTP 161
4.11.3. Chauffage avec un dispositif de pompe à chaleur 162
4.12. Qualité de l'air de l'habitacle 163

Chapitre 5. Véhicules hybrides électriques 165

5.1. Hybridation électrique 165
5.2. Classification en fonction du degré d'hybridation 167
5.3. Architectures du groupe motopropulseur 175

Chapitre 6. Véhicules à batterie électrique et véhicules à hydrogène 179

6.1. Véhicule purement électrique à batterie 180
6.1.1. Introduction sur le marché automobile et défis à relever 180
6.1.2. Description du véhicule électrique à batterie 182
6.1.3. Dimensionnement et gestion de la batterie électrique. 184
6.1.4. Moteur électrique et composants électroniques 216
6.1.5. Recharge de la batterie 223
6.1.6. Recharge photovoltaïque. 224
6.1.7. Autonomie du véhicule électrique à batterie 226
6.2. Véhicule purement électrique à pile à combustible 228
6.2.1. Description du véhicule électrique à pile à combustible 228
6.2.2. Utilisation de l'hydrogène 231
6.2.3. Pile à combustible. 231
6.3. Leviers technologiques pour réduire l'impact du confort thermique 236
6.3.1. Impact du confort thermique sur l'autonomie en mode électrique 236
6.3.2. Leviers technologiques. 238
6.3.3. Réduction de la charge thermique 245
6.3.4. Utilisation de sources thermiques locales 254
6.3.5. Optimisation de l'efficacité énergétique des systèmes thermiques : la pompe à chaleur 255
6.4. Véhicule thermique à hydrogène 267

Conclusion 271

Liste des abréviations 275

Bibliographie 287

Liste des auteurs 297

Index 299

Sommaire de *Efficacité énergétique et environnementale des transports 2* 305