Table des matières

Préface 1
Michel FEIDT

Avant-propos 3

Remerciements 7

Chapitre 1. Enjeux futurs et leviers dans les transports 9

1.1. Évènements déclencheurs 9
1.1.1. Enjeux environnementaux 10
1.1.2. Enjeux énergétiques 17
1.1.3. Enjeux économiques et sociétaux 17
1.2. Mobilité et leviers pour décarboner le secteur des transports. 18
1.3. Leviers technologiques pour décarboner les véhicules routiers 22
1.3.1. Principaux leviers technologiques 22
1.3.2. Évolutions des chaînes de traction vers l'électrification 24
1.3.3. Mobilité durable abordable 30
1.3.4. Perspectives sur les moteurs à combustion interne 33
1.3.5. Accélération de la montée en température et gestion du circuit de refroidissement du moteur thermique 34
1.3.6. Récupération et valorisation des rejets thermiques 37
1.3.7. Gestion énergétique globale 55
1.3.8. Traînée aérodynamique 61
1.3.9. Pneumatiques 65
1.3.10. Masse et allègement des véhicules 66

Chapitre 2. Nouveaux vecteurs énergétiques pour décarboner les transports 73

2.1. Sources d'énergie fossile 76
2.2. Électricité décarbonée. 78
2.2.1. Éolien 83
2.2.2. Hydrolien. 86
2.2.3. Solaire 86
2.2.4. Hydraulique 87
2.2.5. Biomasse 88
2.2.6. Autres sources renouvelables 88
2.2.7. Nucléaire 88
2.3. Hydrogène décarboné. 89
2.3.1. Hydrogène 89
2.3.2. Production, utilisation et transport de l'hydrogène 91
2.3.3. Stockage de l'hydrogène. 100
2.3.4. Potentiel de l'hydrogène dans les transports 102
2.4. BioGNV et biocarburants liquides 104
2.4.1. BioGNV 107
2.4.2. Biocarburants liquides 109
2.5. E-carburants (carburants de synthèse) 113

Chapitre 3. Différents modes de transport dans la transition énergétique 121

3.1. Marche, vélo, deux roues et microvoitures comme alternatives à l'automobile 121
3.2. Transport routier 123
3.3. Transport ferroviaire 133
3.3.1. Motorisations 133
3.3.2. Décarbonation du transport ferroviaire 135
3.4. Transport aérien 136
3.4.1. Motorisations 136
3.4.2. Émissions de CO_2 et trafic. 144
3.4.3. Carburants aériens durables (CAD) 150
3.4.4. Biocarburants 152
3.4.5. E-carburants 153
3.4.6. Hydrogène 154
3.4.7. Électricité. 155
3.5. Transport maritime et fluvial 157
3.5.1. Motorisations 157
3.5.2. Décarbonation du transport maritime et fluvial 158

Chapitre 4. Interactions de l'automobile et des transports avec leur environnement 163

4.1. Analyse du cycle de vie (ACV) 163
4.2. Conséquences du passage du véhicule thermique au véhicule électrique 165
4.3. Véhicule électrique : acteur central d'un écosystème 169
4.4. Nouvelles mobilités urbaines et durables 169
4.5. Impact sur l'énergie 172
4.5.1. Impact du secteur des transports sur la consommation d'énergie électrique 173
4.5.2. Impact du véhicule électrique sur le développement des énergies renouvelables 177
4.5.3. Synergie et optimisation des énergies thermique et électrique dans la mobilité routière et le bâtiment 183
4.6. Infrastructures de recharge du véhicule électrique dans la mobilité de demain 185
4.6.1. Recharge stationnaire par câble à la borne de charge et ses contraintes pour l'usager 186
4.6.2. Système de route électrique (ERS) 192
4.6.3. Échange modulaire en station 196
4.6.4. Batterie auxiliaire remorquée 197
4.6.5. Scénarios possibles pour l'avenir 199
4.7. Impact sur l'environnement 200
4.7.1. Impact sur les émissions de gaz à effet de serre (GES) et sur le dérèglement climatique 201
4.7.2. Impact sur la pollution et sur la santé 221
4.7.3. Impact sur les ressources 230
4.8. Impact économique et sociétal 239

Chapitre 5. Synthèse et perspectives 243

5.1. Paramètres liés au véhicule routier, au conducteur et à l'utilisation des auxiliaires 247
5.1.1. Paramètres liés au véhicule 247
5.1.2. Paramètres liés au conducteur et au parcours 251
5.1.3. Paramètres liés aux fonctions auxiliaires 251
5.2. Comparaison des vecteurs d'énergie et des solutions technologiques associées 252
5.2.1. Comparaison des efficacités énergétiques 252
5.2.2. Solution électrique 258
5.2.3. Solution hybride 261

5.2.4. Solution hydrogène 262
5.2.5. Solution biocarburants et e-carburants. 265
5.3. Vecteurs d'énergie et solutions technologiques en fonction de la définition des besoins 269
5.3.1. Perspectives selon l'usage dans les différents modes de transport 269
5.3.2. Transport routier 274
5.3.3. Transport ferroviaire 281
5.3.4. Transport aérien 281
5.3.5. Transport maritime et fluvial 282
5.4. Efficacité énergétique et efficacité environnementale 283

Liste des abréviations 293

Bibliographie 305

Liste des auteurs 315

Index 317

Sommaire de *Efficacité énergétique et environnementale des transports 1* 325