Préface

Michel FEIDT
LEMTA, Université de Lorraine, Vandœuvre-les-Nancy, France

Le présent ouvrage, *Efficacité énergétique et environnementale des transports*, s'inscrit dans la dernière rubrique du thème « Physique de l'énergie et efficacité énergétique ». Intitulée « Efficacité en pratique » et consacrée à l'efficacité énergétique, cette rubrique constitue l'aboutissement pratique des concepts développés dans les rubriques précédentes (voir avant-propos).

L'efficacité en pratique est une rubrique large qui est au cœur des applications, d'où son importance. Elle comporte trois thèmes :

– l'efficacité dans l'habitat (deux tomes) par Patrick Salagnac et son équipe ;

– l'efficacité dans les transports (deux tomes) par Gérard Olivier ;

– l'efficacité dans l'industrie dont les aspects agroalimentaires (un tome) par Renaud Feidt.

On voit bien ici la richesse et la particularité de chaque thème par rapport au paradigme efficacité, qui toutefois a été centré sur efficacité énergétique. Mais d'autres aspects mériteraient d'être considérés à l'avenir :

– efficacité (contrainte) environnementale ;

– efficacité (contrainte) économique, etc.

En clair, la conclusion provisoire entraîne un saut vers l'optimisation multiobjectif, contrainte ou pas.

Efficacité énergétique et environnementale des transports 1,
par Gérard OLIVIER. © ISTE Editions 2026.

Nous remercions ISTE, les divers coordinateurs et les auteurs pour leurs contributions et actions efficaces dans cet ensemble.

Malgré tous ces efforts, nous sommes conscients de l'imperfection intrinsèque de ces travaux. Nous restons dans l'attente des remarques, suggestions et questions des lecteurs. Bonne lecture à tous.

Avant-propos

L'ouvrage *Efficacité énergétique et environnementale des transports* s'inscrit dans le thème « Physique de l'énergie et efficacité énergétique » du domaine « Énergie ».

La déclinaison retenue pour le développement de ce thème s'articule autour de quatre rubriques successives, corrélées entre elles de façon forte, mais aussi avec d'autres thèmes du domaine :

– *Physique de l'énergie : fondamentaux* ;

– *Thermodynamique des moteurs thermiques* ;

– *Machines thermiques à cycles inverses* ;

– *Efficacité en pratique*.

Le présent ouvrage s'inscrit dans la dernière rubrique « Efficacité en pratique ». Il a pour objectif de fournir aux lecteurs (étudiants, chercheurs, ingénieurs, spécialistes des secteurs des transports et de l'énergie) un état de l'art des systèmes et technologies des véhicules routiers impliqués dans la consommation énergétique et les émissions atmosphériques ainsi qu'un éclairage sur la décarbonation et le mix énergétique du secteur des transports dans le contexte complexe de la transition énergétique. Il tente de fournir une vision objective de l'avenir telle qu'elle peut être tracée à partir des éléments disponibles aujourd'hui.

Chacun des modes de transport a pour fonction d'assurer la mobilité de personnes ou de marchandises d'un point à un autre. Du fait d'une utilisation très large, ils sont rapidement devenus de grands consommateurs d'énergie, majoritairement d'origine fossile. Il est nécessaire d'améliorer leur efficacité énergétique. Mais il en résulte également

Efficacité énergétique et environnementale des transports 1,
par Gérard OLIVIER. © ISTE Editions 2026.

un fort impact sur l'écologie, le dérèglement climatique, l'économie et la santé en fonction du vecteur d'énergie utilisé, qui souvent est un carburant pétrolier d'origine fossile (essence, gazole, gaz naturel, gaz de pétrole liquéfié (GPL), kérosène). La préservation des ressources et la limitation des émissions de gaz à effet de serre et de polluants atmosphériques constituent des enjeux majeurs dans le cadre de la transition énergétique. Ces ressources énergétiques fossiles sont amenées à être remplacées progressivement ou dans un avenir plus ou moins proche par d'autres vecteurs énergétiques comme l'électricité, l'hydrogène, les biocarburants ou éventuellement les carburants de synthèse. La tendance recherchée est la neutralité carbone. Des questions se posent sur leur place dans la transition énergétique opérée dans la mobilité.

En 2019, les émissions de CO_2, dues à la combustion d'énergie, dans le monde, proviennent ainsi du secteur des transports pour 24 % (IEA 2021). En 2021, il représente 31 % de la consommation énergétique finale française (Sénat 2023). La croissance de ce secteur oblige à étudier et développer toutes les solutions susceptibles de faciliter sa décarbonation et réduire son impact sur les ressources énergétiques et matériaux et sur la pollution atmosphérique.

L'ouvrage intitulé *Efficacité énergétique et environnementale des transports* de la rubrique « Efficacité en pratique », inclus dans le thème « Physique de l'énergie et efficacité énergétique », s'intéresse en premier lieu aux enjeux énergétiques et environnementaux dans le secteur de l'automobile et de façon plus large dans le secteur des transports. Celui-ci comprend essentiellement le transport routier, le transport ferroviaire, le transport aérien et le transport maritime et fluvial.

L'ouvrage est décomposé en deux parties. Le volume 1 *Physique et technologies des véhicules routiers et tendances* (Olivier 2026a) fournit une description des paramètres liés à la consommation énergétique et des technologies de propulsion et de traitement de la thermique de l'habitacle des véhicules routiers. Le volume 2 *Enjeux et perspectives dans la transition énergétique* (Olivier 2026b) explore les différents vecteurs énergétiques d'avenir et les différents modes de transport avec leurs spécificités. Il présente les leviers potentiels pour les décarboner ainsi que les interactions avec l'environnement extérieur.

Dans le volume 1, le chapitre 1 décrit le contexte, les spécificités, les contraintes et les enjeux rencontrés dans le secteur automobile, dans un monde qui évolue très rapidement.

Le chapitre 2 traite des différents paramètres liés à la consommation énergétique d'un véhicule, et particulièrement des forces qui s'opposent à son déplacement.

Le chapitre 3 décrit le fonctionnement, les émissions de polluants, et le bilan énergétique et thermique autour du moteur à combustion interne des véhicules routiers, ainsi

que les principales technologies déployées pour limiter son impact sur la consommation et l'environnement.

Le chapitre 4 décrit le fonctionnement et l'impact énergétique important des prestations thermiques dans un habitacle automobile intégrant également la visibilité à travers les vitrages et la qualité de l'air intérieur.

Le chapitre 5 explore les différentes voies d'électrification des groupes motopropulseurs avec les véhicules hybrides jusqu'à l'électrification complète ainsi que les architectures associées.

Le chapitre 6 décrit les solutions purement électriques et les technologies et contraintes nouvelles associées, avec d'une part le véhicule électrique à batterie (section 6.1), sa batterie électrique, la motorisation électrique et les problématiques de quantité d'énergie embarquée et de recharge, et d'autre part le véhicule électrique à pile à combustible (section 6.2). Il traite également des leviers technologiques permettant d'atténuer l'impact énergétique fort lié à la prestation de confort thermique et de visibilité dans l'habitacle de ces véhicules (section 6.3). Enfin, il montre l'intérêt d'utiliser l'hydrogène bas-carbone comme carburant d'un moteur à combustion interne (section 6.4).

Dans le volume 2, le chapitre 1 aborde les enjeux environnementaux, énergétiques et économiques et sociétaux, et les relations fortes qui existent entre environnement, énergie et économie. Il traite également des évolutions futures qui apparaissent progressivement dans le secteur des transports depuis la dernière décennie et touchant à la mobilité et à des leviers technologiques potentiels pour tendre vers sa décarbonation.

Le chapitre 2 décrit les nouveaux vecteurs énergétiques potentiellement adaptés à la décarbonation du secteur des transports ainsi que les différents processus de production, de transport et de stockage.

Le chapitre 3 évoque les particularités des différents modes de transport que sont les transports routier, ferroviaire, aérien et maritime/fluvial. Il aborde les perspectives technologiques qui concernent les motorisations et les sources d'énergie adaptées à leur usage.

Le chapitre 4 détaille les interactions de l'automobile et du secteur des transports avec leur environnement sur l'ensemble du cycle de vie. Sont abordés les conséquences du passage à la mobilité électrique, l'impact sur la production d'énergie et sur le développement des énergies renouvelables, sur les infrastructures de recharge électrique, sur les émissions de gaz à effet de serre et le dérèglement climatique, sur la pollution atmosphérique locale et la santé, et sur les ressources en matériaux critiques, en électricité décarbonée et en biomasse, ainsi que l'impact économique et sociétal.

La synthèse permet de comparer les vecteurs d'énergie et les technologies associées en fonction des besoins et des applications dans les différents modes de transport. Elle rappelle l'importance des notions d'efficacité environnementale, d'efficacité énergétique et de limitation des ressources.

Les rubriques « Liste des abréviations » et « Bibliographie » sont communes au volume 1 et au volume 2.

Certains chapitres du volume 1 et du volume 2 s'inspirent en partie de l'ouvrage *Thermal Energy Management in Vehicles* (Lemort *et al.* 2023), principalement pour compléter la documentation sur le moteur à combustion interne, l'énergétique de la thermique dans un habitacle automobile et les technologies d'électrification des véhicules.