Parution : Introduction aux véhicules électriques

La Revue 3E.I
Culture Sciences de l'Ingénieur

école normale supérieure paris-saclay

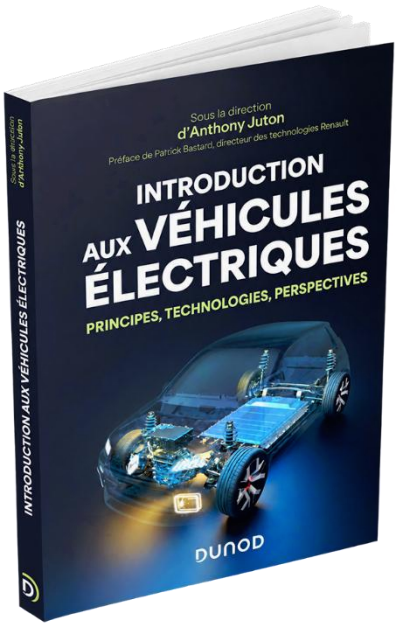
Édité le 13/10/2026

Sous la direction de **Anthony JUTON**

[1] *Professeur agrégé ENS Paris-Saclay, DER Sciences de l'ingénierie électrique et du numérique*

Cette ressource fait partie du N°121 de La Revue 3EI du 4ième trimestre 2026.

Présentation



En juillet 2026, 35 % des véhicules particuliers vendus en France étaient 100 % électriques. La transition est en cours, rapide et nécessaire. Les batteries, les machines électriques et l'électronique de puissance s'invitent désormais dans la culture automobile, aux côtés de la mécanique et de la thermique.

Le journaliste spécialisé ou le vendeur, qui hier encore dissertaient sur l'intérêt de l'injection directe pour réduire la consommation du moteur essence, s'intéressent aujourd'hui à celui du carbure de silicium pour accroître l'autonomie d'un véhicule électrique. L'ingénieur et le technicien chargés de la conception ou de la maintenance des circuits de refroidissement doivent désormais prendre en compte les différentes sources de pertes des machines électriques et des semi-conducteurs afin de mieux les évacuer. Les responsables des achats ajoutent à leur liste de courses les cellules lithium-ion achetées auprès d'acteurs nouveaux pour l'instant très majoritairement asiatiques et dominants sur ce marché.

Se former aux véhicules électriques est donc devenu incontournable pour participer à l'aventure industrielle de l'automobile. Universitaires, chercheurs de l'IFPEN et ingénieurs de Renault, Stellantis et Valeo avons mis en commun nos connaissances et expériences complémentaires pour réunir, dans cet ouvrage, les concepts clés, les technologies actuelles et les perspectives d'évolution des véhicules électriques. Nous avons souhaité proposer une synthèse pédagogique et accessible sans autre prérequis qu'une culture scientifique de niveau lycée.

Pourquoi un livre à l'heure des réseaux sociaux, des vidéos courtes et de l'intelligence artificielle ? Nous participons nous-mêmes à d'autres formats pour la diffusion des connaissances, à l'université comme dans l'industrie. Il nous a pourtant semblé que le livre restait un support particulièrement adapté à un contenu délimité, structuré, cohérent et exigeant. Sa déconnexion des sollicitations permanentes du numérique favorise la concentration et permet une compréhension plus approfondie. Un soin particulier a été apporté aux schémas pour faciliter la compréhension des principes ainsi qu'aux illustrations industrielles, pour présenter les technologies et leurs applications. Des exemples chiffrés viennent compléter ces explications. Nous avons également cherché à élargir notre propos aux quadricycles à moteurs et aux camions, afin de donner une vision aussi large que possible de l'électrification des transports routiers.

La partie 1 commence par quantifier le besoin de transport terrestre. Elle compare ensuite les réponses apportées par les chaînes de traction thermiques, hybrides et électriques avant d'aborder les enjeux environnementaux, géopolitiques et économiques associés à leur développement.Une fois le besoin défini et les principales contraintes posées, la partie 2 est consacrée à l'étude du groupe motopropulseur. Elle présente les principes des trois grandes familles de moteurs utilisées dans les véhicules électriques ainsi que ceux de leur onduleur et de leur commande. Elle décrit ensuite les technologies retenues aujourd'hui et se termine par un chapitre consacré aux évolutions possibles des machines et des onduleurs.

Organe clé du véhicule électrique, la batterie est l'objet de la partie 3. Après une explication du principe de fonctionnement d'une cellule, celle-ci détaille les différentes chimies, leurs performances et leurs limites. Elle présente ensuite les technologies mises en œuvre au sein du pack batterie et se conclut par un aperçu des perspectives, encore très prometteuses dans ce domaine.



Enfin, la partie 4 s'intéresse aux interactions entre le véhicule et le réseau électrique. Elle commence par montrer comment le véhicule peut s'intégrer au réseau de manière acceptable, voire bénéfique, avant de présenter les différents systèmes de recharge : chargeurs embarqués, recharge haute puissance et recharge sans fil. Pour chacun, nous revenons sur les principes de fonctionnement, les technologies retenues et leurs perspectives d'évolution

Cet ouvrage permettra à chacun, qu'il soit étudiant, ingénieur, technicien, enseignant, professionnel de l'automobile ou simplement curieux, de mieux comprendre les technologies qui transforment aujourd'hui le véhicule et, plus largement, notre façon de nous déplacer.

Les auteurs

Sous la direction de **Anthony Juton**, professeur agrégé ENS Paris Saclay. **Xavier Rain**, professeur agrégé IUT Cachan. **Morgan Almanza**, maître de conférences ENS Paris Saclay / SATIE. **François Orsini**, responsable innovation batterie, Renault. **François Costa**, professeur des universités émérite, université Paris Est Créteil / SATIE. **Éric Labouré**, professeur des universités Université Paris Saclay / GeePs. **Seddik Bacha**, professeur des universités Université de Guyane / Espace-DEV. **Hélène Cailleux**, responsable formation électrification, Stellantis. **Éric Gimet**, expert électronique de puissance, Stellantis. **Bertrand Largy**, expert traction électrique, ex-Renault. **Fabrice Le Berr**, responsable de département systèmes électriques, IFPEN. **Yves Lembeye**, professeur des universités Université Grenoble Alpes / G2Elab. **Javier Ojeda**, maître de conférences ENS Paris Saclay / SATIE. **Sophie Personnaz**, directrice matériaux pour l'électromobilité, Valeo. **Francis Roy**, chef de projet advanced ePowertrain, Stellantis. **Damien-Pierre Sainflou**, chef de produit V2G, Renault