

INGÉNIEURS DE L'AUTO

SEPT-OCT 2026 #902

Interview

Christian Kopp,
OPmobility
« Concilier compétitivité,
vitesse et innovation »

Évènement

L'automobile mondiale
a rendez-vous à Paris

Dossier



Éclairer, informer, connecter : le triptyque de la lumière moderne

Focus

DCAS : l'IA progresse,
l'humain demeure central

Tous ensemble pour le congrès SIA VISION

Tous les deux ans, la SIA donne rendez-vous, au congrès VISION, à l'ensemble des communautés Éclairage automobile et Aide à la conduite (ADAS).

Ce congrès VISION, c'est toute ma carrière. Depuis ma première participation en 2009, j'y ai découvert les dernières innovations en lien avec l'éclairage et les ADAS, noué de nombreux contacts, retrouvé ces mêmes contacts au fur et à mesure des années. Contacts qui sont devenus des amis.

Voilà le secret de la SIA : ouvrir les portes d'une communauté d'experts et d'amis, où les plus jeunes peuvent apprendre de leurs pairs.

Parfois, l'avenir peut inquiéter, car la crise de l'automobile européenne et française est en effet présente dans tous les esprits. Mais à y regarder de plus près, les secteurs de l'éclairage automobile et des ADAS sont porteurs.

Ces secteurs embauchent, innovent. Il y a une vraie transformation de nos métiers avec l'arrivée de l'IA, l'importance prise par le software embarqué et la possibilité de développer de nouvelles fonctionnalités.

Venir à VISION, c'est découvrir, c'est apprendre, c'est baigner dans un écosystème dynamique qui nous redonne l'envie. C'est la vision que j'ai toujours eue de cet événement depuis dix-sept ans. Et c'est peut-être encore plus fort aujourd'hui.

Voir le véhicule présidentiel avec son drapeau bleu blanc rouge dans la calandre, fabriqué en France. Voir Valeo qui investit sur son site d'Angers. Voici les bons messages pour notre communauté !

Les maîtres mots de cette édition de VISION sont : technologies, innovations et convivialité. Un triptyque commun à tous les thèmes abordés : Safety, Design, Perception, Human Factor, HMI, E&E Architecture, Réglementations, V2X, Testing, Validation, etc.

Je souhaite à tous un passionnant congrès VISION. Profitez des débats, des présentations, des discussions et des véhicules présents.

Paul-Henri Matha

CEO Driving Vision News.
Ancien Expert Éclairage Volvo Cars et Renault.
Membre de la Communauté d'Experts ADAS
de la SIA.



Sommaire



8 Évènement

Mondial 2026 :
célébrons l'automobile !

44 Dossier

Les nouvelles dimensions
technologiques de l'éclairage



20 Interview

Christian Kopp, OPmobility

« Vitesse, compétitivité et innovation
sont essentielles pour continuer à se développer
dans ce nouveau paradigme »



6 Baromètre

Chiffres clés

8 Évènement

Mondial 2026 : célébrons l'automobile !

14 Focus

DCAS : quand la conduite automatisée
reste sous la responsabilité du conducteur

16 Écoles

ESTACA Laval, IFP School, ARECE

18 Nouveaux Talents

Iten : la batterie solide de rupture

20 Interview

Christian Kopp, directeur des opérations
d'OPmobility

24 L'actu en brèves

32 Pleins Feux

Onduleur de voiture électrique : un domaine
d'excellence pour l'industrie européenne

34 Congrès SIA

- Le 38^e congrès SIA Powertrain apporte
des réponses concrètes aux nouveaux défis
de l'automobile mondiale
- Powertrain: Renewable Fuels as a Scalable
Complement to Vehicle Electrification in Europe:
Biomass Availability, Transport Demand and
Well-to-Wheel CO₂ Assessment
- NeMMo: Closing the Loop: Creating New
Tailgates through PP-LGF Recycling

44 Dossier

Les nouvelles dimensions technologiques
de l'éclairage

61 Cahier des entreprises

Éditeur : Société des Ingénieurs de l'Automobile, 2, rue de Presbourg, 75008 Paris. Tél. : 01.41.44.93.70 © Ingénieurs de l'Auto. **Directeur de la publication :** Jacques Lestideau. **Directrice de la rédaction et coordinatrice :** Catherine Leroy. **Rédacteur en chef :** Christophe Jaussaud. **Rédacteurs :** Bertrand Gay, Yvonnick Gazeau, Vincent Gonin. **Direction artistique et maquette :** Eve Taberna. **Secrétariat de rédaction :** Lila Mars. **Conférence de rédaction :** Christophe Aufrère, Nathalie Bouad, Thierry Bourdon, Luc Bourgeois, Emmanuel Lescaut, Jacques Lestideau, Luc Marbach. **Crédits photos :** ARECE, Audi, Aumovio, BMW, Bosch, CEE-ONU, Cédric Duhez, ESTACA, FORVIA, Genesis, IFP School, Infineon Technologies, Iten, Kia, Marelli, Mercedes, Mondial de l'Auto/Joris Clerc/Martin Cassard, OPmobility, Osram, David Plas, Pöppelmann, SIA, Software République, Stellantis, Valeo, Volkswagen, Volvo, XPeng, ZF (Adobe Stock : 1642679221). **Éditeur Délégué :** Syner'J Media, 30-32, avenue du Général Leclerc, 92100 Boulogne-Billancourt. **Directeur commercial :** David Chatelon : 06.14.86.83.87. **Directrice de publicité et du développement commercial :** Fazia Maghissene : 06.83.77.54.38. **Directrices et directeur de publicité :** Marie-Laure Millard : 06.07.14.29.85. Suzanne Carvalho : 06.60.02.07.67. Bruno Renout : 06.49.54.26.33. **Contacts :** prénom.nom@journalauto.com ou regie@synerjmedia.com **Responsable administration des ventes :** Sandra Huet : 01.75.60.64.76.

Imprimeur : Imprimerie Champagne Il, 52200 Langres. N°ISSN 0020-1200. Ce numéro comporte 76 pages.
Origine du papier : Italie. Taux de fibres recyclées : 0 %. Certification : PEFC. Eutrophisation : Ptot 0,006 kg/t.

Diffusion service abonnement. Abonnement avec adhésion SIA : 2, rue de Presbourg, 75008 Paris – info@sia.fr – 01.41.44.93.70.
Abonnement seul : abo@synerjmedia.com – 01.78.16.31.29.

Tarif abonnement 1 an non adhérent. France métropolitaine : 140 euros TTC. Europe : 159 euros HT. Hors d'Europe et DROM-COM : 170 euros HT.
https://boutique.journalauto.com • Tarif au numéro : 27 euros TTC.



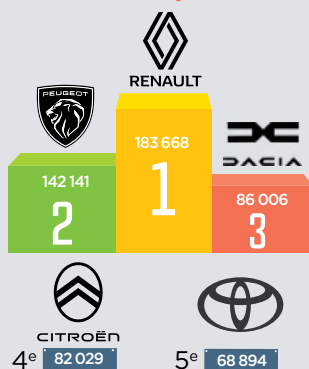
Chiffres clés

AAA DATA
Trusted data. useful innovation

Au terme d'un mois d'août en hausse de 7,4 %, le marché français VP affiche une croissance de 3 %, avec 1 078 325 immatriculations après huit mois d'activité. Dans ce contexte, les modèles électriques bondissent de 74,3 %, à 322 099 unités, et s'offrent une part de 29,9 %.

LES TOPS

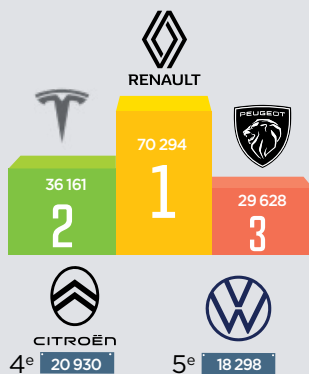
TOP marques VP



TOP marques électriques

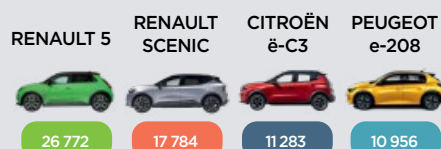
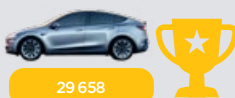
322 099

Après huit mois d'activité en 2026, le marché électrique a totalisé 322 099 immatriculations, en hausse de 74,3 %. La part de marché des VE atteint 29,9 %.



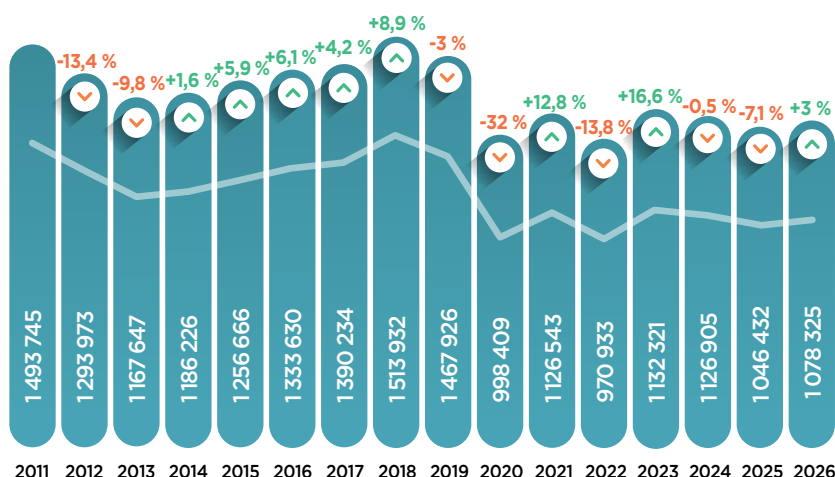
TOP modèles électriques

TESLA MODEL Y



MARCHÉ VP

Immatriculations à fin août 2026



CARROSSERIE

Sur un marché en hausse de 3 %, les SUV grignotent 6,5 % (575 150 unités). Les berlines gagnent 1,8 % depuis le début de l'année. Elles s'adjugent 41,9 % du marché (451 485 unités).

53,3 %

La part des SUV dans les ventes à fin août 2026

A CITADINES : 3,8 %



3,8 %

B POLYVALENTES : 28,5 % SUV : 19 %



47,5 %

C COMPACTES : 10 % SUV : 23,8 % MPV : 0,2 %



34 %

D FAMILIALES : 2,5 % SUV : 10,3 %



12,7 %

E GRANDES ROUTIÈRES : 0,3 % SUV : 0,2 %



0,5 %

F LUXE : 0,03 % SUV : 0,04 %



0,07 %

K MAJORITAIREMENT VP DÉRIVÉS D'UTILITAIRES : 0,6 % MPV : 0,5 %



1,1 %

S SPORT : 0,2 %



0,2 %

LES COMMANDES À FIN AOÛT 2026

VP

+8,8%

Depuis le début de l'année 2026, le nombre de commandes VP a progressé de 8,8 %, selon les chiffres du CCFA. 1118 718 bons de commande ont été signés, contre 1 028 226 un an plus tôt. Sur le seul mois d'août, l'augmentation est de 15,8 %.

VUL

-0,3%

Avec 180 480 signatures au compteur après huit mois d'activité en 2026 (181 004 à fin août 2025), les commandes de VUL ont reculé de 0,3 %. Pour le mois d'août uniquement, elles ont plongé de 18,7 %, à 13 105 unités.

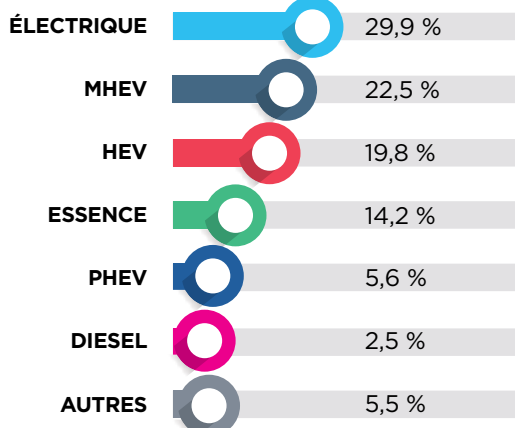
CO₂

76,7 g/km

En août 2026, la moyenne des VP immatriculés a été de 67,1 g/km. Depuis le début de l'année, la moyenne est de 76,7 g/km, soit 14,8 g/km de moins qu'il y a un an.

ÉNERGIE

Durant les huit premiers mois de 2026, les immatriculations de véhicules électriques ont bondi de 74,3 %, à 322 099 unités (29,9 % de PDM). Les hybrides HEV s'adjugent 19,8 % du marché (214 032 unités; -5,5 %). Les MHEV (+7,6 %) totalisent 243 031 unités et 22,5 % du marché, alors que les PHEV, avec 60 902 unités (-3,5 %) se limitent à 5,6 % de PDM.



TOP MODÈLES PARTICULIERS/PROFESSIONNELS

(EN UNITÉS VENDUES)

Particuliers



Dacia Sandero

32 278



Tesla Model Y

21 639



Peugeot 208

20 864



Renault 5

20 414



Renault Clio 6

20 252

Professionnels



Peugeot 208

12 448



Renault Scenic

12 221



Renault Clio 5

10 079



Peugeot 3008

8 988



Tesla Model Y

7 369

VO

TRANSACTIONS TOTALES

À fin août 2026, 3 433 548 véhicules d'occasion (-4,1 %) ont été écoulés en France, dont 194 1074 entre particuliers.

Particuliers

56,5%

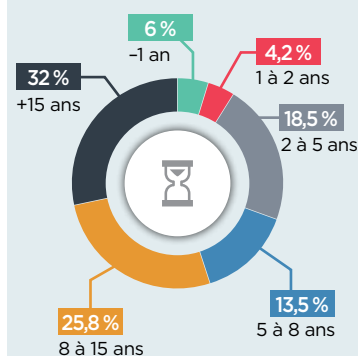
des transactions de VO sur les huit premiers mois de l'année ont été réalisées de particulier à particulier.

Professionnels

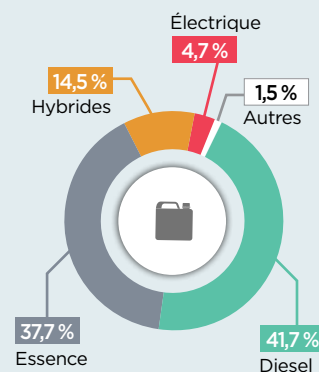
1 492 474

transactions ont été effectuées par des professionnels, soit 43,5 % du volume total.

Par tranche d'âge des véhicules



Par énergie





AGENDA DES FORMATIONS 2026

SUR LES TECHNOLOGIES

La technologie du véhicule électrique
Composants et fonctionnement

10 nov Paris

8 et 9 déc Dist

Fonctions de conduite du véhicule
Des ADAS à la mobilité autonome

17-18 nov Dist

Cybersécurité du véhicule connecté

8 oct Paris

L' électronique de Puissance
Comprendre pour piloter

4 nov Paris

SUR LES NORMES

L'essentiel de la norme ISO 26262

6-7 oct Paris

L'essentiel de la norme ISO/SAE 21434
Cybersécurité automobile

19-20 nov Paris

SUR LA QUALITÉ / LA FIABILITÉ

Les outils de la sûreté de fonctionnement
Principes et enchaînements

5-6 nov Paris

Fiabilité des produits
De l'évaluation au plan de validation

2 au 4 déc Paris

Pour toute information
ou réserver votre place





Nouvelle formation

Electronique de puissance Comprendre pour piloter

Cette formation s'adresse à des ingénieurs en exercice souhaitant acquérir une vision structurée et opérationnelle de l'électronique de puissance appliquée au véhicule électrique et hybride. En s'appuyant sur un fil conducteur industriel concret — le système iBSG 48V —, elle couvre l'ensemble de la chaîne de valeur technique : des topologies de convertisseurs (en lien avec le fil conducteur) aux contraintes de réalisation industrielle, en passant par le choix des composants et les problématiques de sécurité fonctionnelle. Structurée en cinq modules progressifs et balisés par niveaux de profondeur (Essentiel / Approfondissement / Expert), cette formation propose une immersion pédagogique rigoureuse dans les grands défis de l'électronique de puissance moderne. Cette formation se termine par un jeu de rôle permettant une mise en lumière des arbitrages inter-fonction. L'ensemble repose sur des références académiques et industrielles sourcées (thèses, cours d'ingénierie, publications Techniques de l'Ingénieur), garantissant une base solide et vérifiable. À l'issue de cette journée, le participant sera en mesure de comprendre, pour challenger les experts en électronique de puissance dans le contexte d'un véhicule électrique ou hybride léger.

Le + de cette formation :

2 mois après la formation, il est proposé aux participants qui le souhaitent un **webinaire de suivi de 2 h00**. Il permet d'expérimenter les acquis, les consolider, d'avoir un temps d'échange sur la mise en application terrain.

Pour découvrir les enjeux et le contenu de cette formation, participez au **webinaire de présentation le 10 octobre 2026, de 13h30 à 14h15**.

Inscription au webinaire à larissa.riffaud@sia.fr.



1ère session le 04 novembre 2026 en présentiel à Paris

Les évènements SIA 2027

Estelle FORA-PORTHAULT
estelle.fora@sia.fr - +33 6 76 62 24 87

 **Intelligent Mobility Congress**
International Congress
February 3rd-4th 2026, Port Marly, France



 **Powertrain**
International Congress
March 24th-25th, Port Marly, France



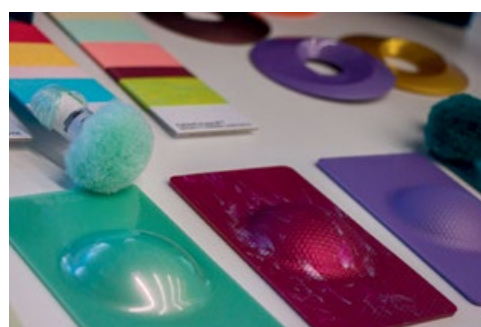
 **Simulation & IA**
Congrès
26-27 mai 2026, Senlis, France



 **NeMMo - SIA x SFIP**
International Congress
July 7th-8th, Bretagne, France



 **Colors Materials & Finishes**
International Congress
October 13th-14th 2026, Troyes, France



Onduleur de voiture électrique : un domaine d'excellence pour l'industrie européenne

Si la batterie et le moteur électrique captent la majorité de l'attention, l'onduleur joue lui aussi un rôle clé dans le rendement global de la chaîne de traction. Depuis dix ans, il a bénéficié d'évolutions et de progrès majeurs, qui devraient se poursuivre en matière de rendement, de densité de puissance et d'intégration au groupe motopropulseur.

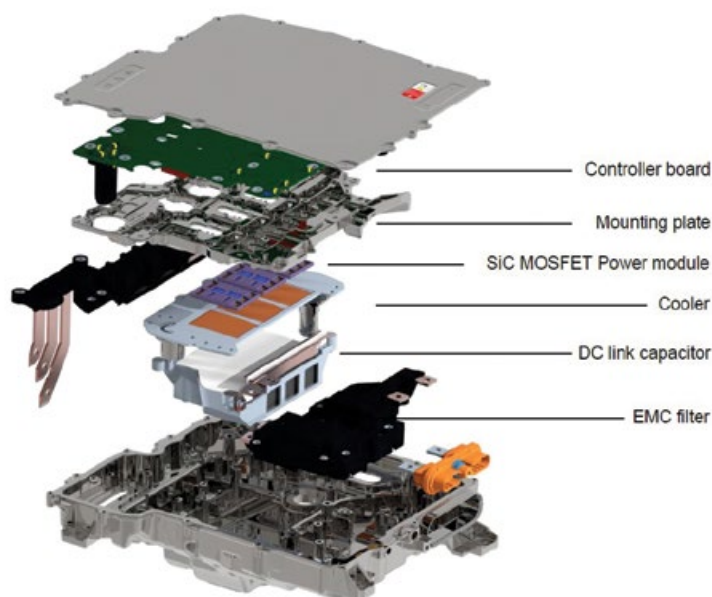
Au cœur de la chaîne de traction, l'onduleur assure la gestion de la puissance entre la batterie et le moteur électrique, principalement en réponse à la consigne du conducteur. En phase de traction, il convertit le courant continu issu de la batterie en courant alternatif triphasé, le plus proche possible d'une forme sinusoïdale. Lors des phases de récupération d'énergie, il assure la conversion inverse afin de réinjecter l'énergie vers la batterie.

Plusieurs axes d'amélioration ont été implémentés et d'autres sont aujourd'hui explorés. L'un des plus structurants concerne l'introduction de semi-conducteurs en carbure de silicium (SiC) en remplacement du silicium (Si). Cette technologie réduit la chute de tension à l'état passant, y compris à haute fréquence, ce résultat étant équivalent à une baisse de résistance

dans le circuit. STMicroelectronics estime que les pertes moyennes liées aux commutations sont divisées par 2 lorsque des IGBT Si sont remplacés par des composants SiC, avec un avantage qui s'accroît lorsque le courant traversant diminue. Un onduleur équipé de semi-conducteurs SiC offre ainsi un rendement supérieur d'environ 2 % à forte charge par rapport à une solution au silicium, et jusqu'à 10 % à faible charge. Le coût plus élevé des semi-conducteurs SiC conduit toutefois à rechercher des architectures hybrides associant, dans un même onduleur, composants Si et SiC. Les composants Si prennent alors en charge une part importante du courant, tandis que les SiC, capables de commuter plus rapidement, interviennent dans les phases où les pertes seraient les plus pénalisantes. Infineon Technologies et Stellantis ont testé cette

approche sur un onduleur intégrant 30 à 40 % de MOSFET SiC. Ils concluent que, pour des véhicules des segments B et C dotés de batteries de 40 à 75 kWh, la combinaison Si/SiC offre un compromis pertinent entre coût et performance. Au-delà de 75 kWh de capacité batterie, les onduleurs entièrement équipés de MOSFET SiC demeurent en revanche la solution optimale.

Une prochaine étape pourrait être l'adoption de semi-conducteurs en nitrure de gallium (GaN). Ceux-ci permettent des fréquences de commutation encore plus élevées, de l'ordre de 100 à 500 kHz, tout en limitant les pertes associées. Leur diffusion reste toutefois conditionnée à une baisse de coût et à une augmentation de leur capacité de courant. Le CEA a déjà atteint un rendement de 99 % sur un prototype d'onduleur commutant à 100 kHz.

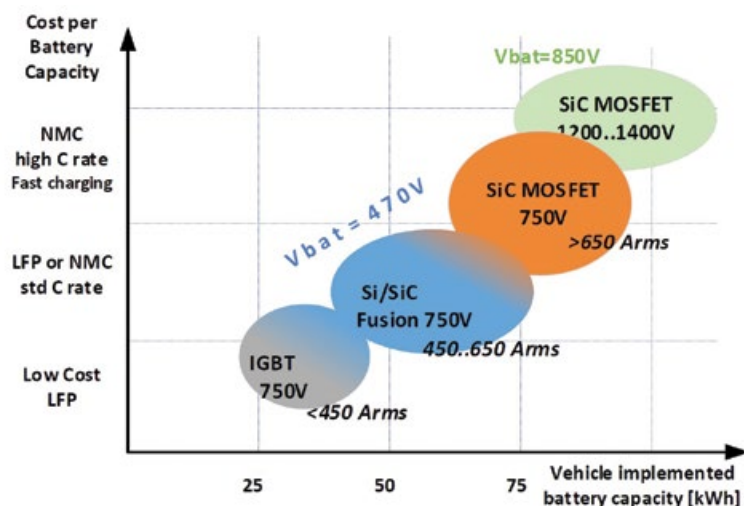


Nouvel onduleur Volkswagen APP350 utilisé sur la plateforme MEB.

Fréquences variables et multi-niveau

Afin d'alimenter le stator par un courant triphasé sinusoïdal, les semi-conducteurs commutent généralement à une fréquence maximale de 5 ou 10 kHz. Cette valeur dépend notamment du régime de rotation et du nombre de pôles du moteur. La sinusoïde obtenue reste imparfaite, ce qui pénalise le rendement de la machine électrique. Augmenter la fréquence de commutation, jusqu'à 20 kHz voire 50 kHz, permet d'améliorer la qualité de la sinusoïde, mais au prix de pertes accrues dans l'onduleur. L'enjeu consiste donc à déterminer le meilleur compromis entre onduleur et moteur.

Une solution, déjà présente sur certains onduleurs, consiste à faire



Choix Si/SiC en fonction de la capacité et du coût de la batterie selon l'étude menée par Infineon Technologies et Stellantis.

varier la fréquence de commutation selon les conditions de vitesse et de charge, en l'associant à différents modes de modulation. Cette flexibilité permet d'optimiser l'équilibre entre rendement, contraintes de compatibilité électromagnétique (CEM) et dynamique du système. Elle s'accompagne toutefois d'une complexité accrue dans le pilotage de la tension et la conception du filtrage CEM.

La grande majorité des véhicules électriques utilise aujourd'hui des onduleurs à modulation deux niveaux de tension : maxi et nulle. Une modulation trois niveaux – maxi, moitié et nulle – permet de s'approcher davantage d'une sinusoïde idéale. La qualité du courant s'en trouve améliorée et les coupures de tension moitié moindres réduisent les pertes dans les IGBT ou diodes. Ces deux effets contribuent à améliorer le rendement de l'onduleur. En contrepartie, cette architecture augmente le coût et l'encombrement.

face du support des semi-conducteurs. Mais l'augmentation de la densité volumique concentre davantage de chaleur dans un volume réduit, imposant une évolution importante des dispositifs thermiques. Les onduleurs de 35 à 40 kW/l cités précédemment recourent ainsi à un refroidissement double face : le support des semi-conducteurs est pris en sandwich entre deux plaques froides traversées par de l'eau.

Les plaques froides atteignent toutefois leurs limites. La chaleur doit traverser plusieurs interfaces et matériaux avant d'atteindre le circuit d'eau, ce qui limite l'efficacité du refroidissement lors des fortes demandes de puissance. En outre, ces plaques ne permettent pas de refroidir l'ensemble des composants, notamment les condensateurs et les busbars. Une réponse possible pourrait être le refroidissement par immersion, aussi appelé refroidissement direct, qui consiste à plonger les composants dans un liquide diélectrique

chargé d'évacuer la chaleur. L'utilisation de l'huile de la machine électrique comme fluide caloporteur simplifie le circuit de refroidissement direct de l'onduleur et favorise l'intégration des deux sous-systèmes. Outre ses fonctions de lubrification et de refroidissement du moteur électrique, l'huile doit présenter des propriétés spécifiques, en particulier diélectriques et thermophysiques. Ces caractéristiques doivent rester stables malgré le vieillissement, l'oxydation, la contamination et la présence d'additifs.

L'IFPEN et TotalEnergies ont mené une étude dans ce sens sur un onduleur de 200 kW. Les essais réalisés sur une maquette dédiée ont montré que les formulations d'huile proposées conservaient leur robustesse thermique et électrique, une filtration en ligne étant nécessaire pour limiter l'impact des particules. Le refroidissement direct a permis une intégration compacte, avec un rendement de 98,7 % à 175 kW sous 750 V. Les gains thermiques apparaissent modérés au niveau des jonctions des MOSFET encapsulés, mais importants sur les busbars et les condensateurs.

Ces progrès majeurs sont constatés sur des produits européens, qui ne souffrent d'aucun retard vis-à-vis des concurrents chinois et américains. Le rendement des onduleurs peut désormais dépasser 96 % sur l'ensemble d'un cycle WLTC et atteindre 99 % sur certains points de fonctionnement. Alors qu'elle était initialement inférieure à 1,5 kW/kg, leur densité de puissance devrait rapidement atteindre 3 kW/kg, voire approcher 4 kW/kg pour les produits les plus optimisés. ●

Yvonnick Gazeau

Prochaine étape : le refroidissement direct

La miniaturisation continue des composants électroniques réduit la masse et l'encombrement des onduleurs, ce qui facilite leur intégration physique à la machine électrique. Leur densité volumique a ainsi triplé en quinze ans : d'environ 10 kW/l sur les véhicules hybrides des années 2010, elle atteint aujourd'hui près de 30 kW/l sur les véhicules électriques européens. Certains modèles premium européens atteignent même 35 à 40 kW/l.

Les onduleurs sont le plus souvent refroidis par une circulation d'eau qui extrait la chaleur depuis une seule



Onduleur refroidi par immersion étudié par l'IFPEN et TotalEnergies.



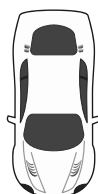
Exposez lors de nos congrès !

Saisissez l'opportunité de présenter vos services et solutions à un public d'ingénieurs de haut niveau.



Vos opportunités

- Stand d'exposition
- Voiture de démonstration
- Visibilité digitale



Contact

Estelle FORA-PORTHAULT
estelle.fora@sia.fr



www.sia.fr
Rubrique "Evènements"