La technologie des capteurs évolués encourage le déploiement des véhicules hybrides électriques

Par Bruno Boury, Melexis

Des législations très strictes sont désormais en place dans toute l'Union Européenne pour limiter les émissions dangereuses, pour que les générations futures puissent profiter d'un air plus pur, et pour éviter des dommages irréversibles à l'environnement.
Dans le même temps, des efforts croissants sont faits pour réduire notre dépendance vis-à-vis de réserves de pétrole en baisse.
Cette dynamique favorise le passage de véhicules uniquement dotés d'un moteur à combustion, vers une utilisation de plus en plus importantes de véhicules HEV (Hybrid and Electric Vehicles, ou véhicules hybrides et électriques). Jusqu'ici plusieurs obstacles ont empêché la diffusion à grande échelle des véhicules HEV. Cet article passe en revue ce que l'on peut faire pour remédier à cela.

Il a déjà été possible de prendre en compte les niveaux d'émissions de carbone grâce à des systèmes de gestion d'air et de gestion thermique améliorés. Ceci a permis dans une certaine mesure de réduire la cylindrée des moteurs. La prochaine étape majeure vers une nouvelle réduction de CO proviendra de la croissance du taux d'électrification et d'hybridation. Grâce à cela, on pourra réduire la charge du moteur (grâce à davantage de systèmes fonctionnant sur demande), et optimiser le rendement du moteur à combustion.
L'électrification des véhicules est une tendance forte qui ne pourra pas être stoppée. Cette électrification est déjà à l'origine de nombreux éléments de conception des automobiles modernes. Par exemple, le remplacement des directions à assistance hydraulique par des directions à assistance électrique a amené des réductions significatives des émissions de CO2 (jusqu'à 5% sur certains modèles). Grâce à l'essor des véhicules HEV, les choses devraient aller beaucoup plus loin.

Bien qu'au début de la décennie certains constructeurs automobiles aient encore douté de leur succès, on observe désormais une large acceptation commerciale des véhicules HEV à travers le monde. Le cabinet d'analyses Freedonia prévoit que les ventes mondiales de voitures hybrides et électriques (HEV) vont plus que doubler d'ici 2018. Les différents types de véhicules HEV existant à l'heure actuelle sont : les micro-hybrides, les hybrides-moyens, les tout-hybrides, les hybrides rechargeables et les tout électriques.

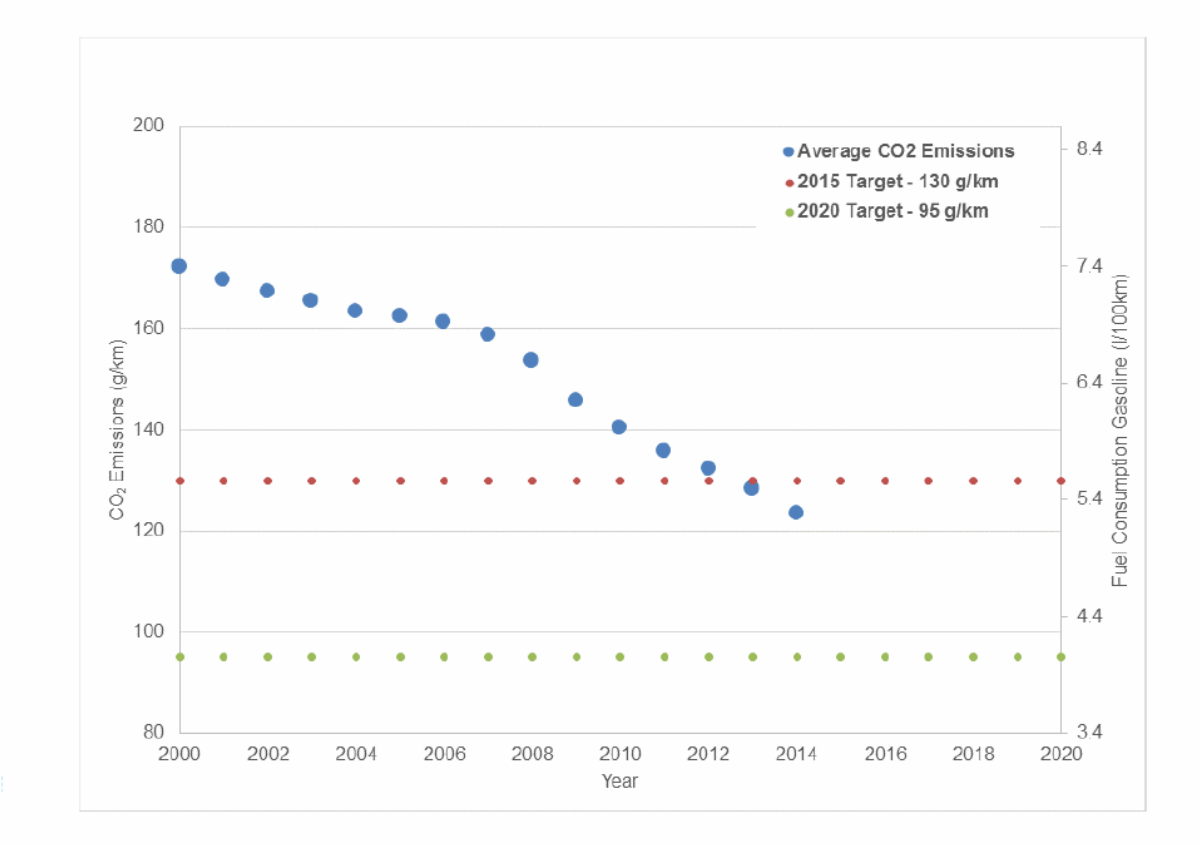

Figure 1 : objectifs 2015 de l'Union européenne en matière de niveaux d'émission moyens

Amélioration du rendement énergétique

Les constructeurs automobiles examinent les différentes approches permettant de réduire la cylindrée des moteurs et d'obtenir les réductions d'émissions désormais prévues. Les turbos (turbocompresseurs) permettent depuis longtemps d'optimiser le rendement des moteurs à combustion conventionnels grâce à une meilleure gestion de l'air (qui se traduit par des taux de CO/kWh inférieurs). Cela se fait en utilisant les gaz d'échappement haute-température comprimés, pour piloter le circuit secondaire "froid" du turbo, en comprimant l'air admis pour le cycle de combustion suivant. Une partie des gaz d'échappement peut également être injectée au niveau de l'admission d'air secondaire, dans les systèmes EGR (Exhaust Gaz Recirculation, ou recyclage des gaz d'échappement), se qui permet de se conformer aux normes d'émission les plus strictes, notamment celles qui concernent les oxydes d'azote (NOx), autre pilier dans l'incantation en faveur d'un air plus pur. L'un des handicaps intrinsèques des turbos est leur temps de réponse. Ils n'entrent en action qu'une fois un certain régime de rotation atteint. Même avec des turbines optimisées, comme les turbines VGT (Variable Geometry Turbine, ou turbine à géométrie variable) qui offrent un rapport géométrique constant, quel que soit le nombre de tours/minute, le temps de réponse ne peut jamais être éliminé. Idéalement ce phénomène ne devrait pas se produire et le turbo fonctionnerait en continu, quel que soit le nombre de tours/minute. Une manière de surmonter cette limitation technique particulière consiste à utiliser un superchargeur électrique.

Dans ce cas, la compression de l'air à l'admission n'est pas obtenue par la pression des gaz d'échappement, mais grâce à l'utilisation d'un moteur électrique qui fonctionne "à la

demande", sans aucun temps de réponse. Il est généralement admis qu'à terme tous les véhicules seront, au minimum, équipés d'un système start-and-stop (arrêt et redémarrage automatiques). Néanmoins le start-and-stop en lui-même ne suffira pas tout seul à atteindre les objectifs en cours de définition dans la législation à horizon 2020. L'hybridation et l'électrification doivent donc franchir une étape supplémentaire.

Tout-hybrides
Les véhicules tout-hybrides s'appuient en général sur un gros moteur électrique, qui fonctionne en tandem avec le moteur à combustion du véhicule. Certains des véhicules tout-hybrides les plus performants peuvent réduire les émissions de CO jusqu'à 35% par rapport aux modèles équivalents à moteur à combustion. Le moteur électrique intégré fonctionne en général pendant tout le temps où le moteur à combustion est utilisé, au moins jusqu'à une certaine vitesse. Cela impose la présence d'un gros pack de batteries, encombrant et coûteux, pour fournir la tension élevée nécessaire aux moteurs électriques de forte puissance permettant une utilisation du véhicule en mode tout électrique. Une électronique de charge embarquée est nécessaire pour les hybrides rechargeables et un système de stockage d'énergie est indispensable pour assurer une certaine autonomie.

Hybrides doux
À côté des tout-hybrides, des hybrides rechargeables et des voitures électriques, une nouvelle catégorie de véhicule HEV a commencé à voir le jour. Ces nouveaux véhicules HEV sont appelés "hybrides doux". Les hybrides doux disposent de fonctionnalités allant au delà de simples systèmes start-and-stop ou micro-hybrides. A bien des égards, ces véhicules ont plus en commun avec les véhicules à moteur à combustion conventionnel, qu'avec les véhicules HEV. Ce qui différencie un hybride doux d'un tout-hybride est le fait que leur moteur électrique n'est jamais utilisé seul pour propulser le véhicule, les puissances nominales allant de 5 kW à 20 kW. Le moteur à combustion du véhicule est en charge de cela, tandis que le moteur électrique n'est là que pour fournir un apport supplémentaire, c'est ce que l'on appelle le "Torque Assist" (Assistance de couple)

Cette approche permet d'améliorer l'efficacité de la combustion entre 10 et 15%, alors que les tout-hybrides peuvent facilement doubler ces chiffres. Avec les hybrides doux, les constructeurs automobiles cherchent toujours à minimiser la taille du moteur et à obtenir une réduction des émissions, tout en profitant des avantages d'un poids de faisceau électrique inférieur, d'une réduction des coûts de faisceau électrique et de l'affranchissement des contraintes d'isolement élevé imposées par les batteries haute-tension. Dans le même temps les niveaux de performance doivent être maintenus, et l'expérience de conduite ne doit pas être altérée. Pour cela, il faut un "booster" électrique avec une fonction de récupération d'énergie cinétique, fonctionnant sous une tension inférieure à celle d'un système tout-hybride.
Les hybrides doux ne sont pas forcément en mesure d'offrir des consommations aussi faibles que celle des tout hybrides. Ils permettent cependant des améliorations sensibles sur les véhicules conventionnels à moteur à combustion et offrent aussi aux consommateurs des niveaux de prix plus attractifs. Alors qu'un système tout-hybride augmente le coût de 3.500 à 5.000 euros selon la catégorie du véhicule, un système hybride doux n'augmentera le coût que d'environ 1.000 euros, car il ne nécessite pas autant de puissance d'origine électrique. C'est pour cette raison qu'IHS Automotive prévoit que d'ici 2020, environ 15% de la production de véhicules HEV seront des hybrides doux.

Jusqu'ici les hybrides doux (et les micro-hybrides) se sont surtout développés en Europe de

l'Ouest. Il est probable qu'au cours des prochaines années, le marché européen constituera près de la moitié des ventes mondiales de cette catégorie de véhicules HEV. Si les objectifs de puissance fixés aux onduleurs hybrides doux doivent être atteints avec du 48V, il ne fait aucun doute que les intensités devront aller au delà de 200A.
Le coût élevé de l'onduleur a contribué à freiner l'adoption des véhicules HEV. Néanmoins, les subventions gouvernementales et d'autres mesures incitatives (comme l'absence de taxe de circulation sur les véhicules hybrides au Japon ou la gratuité des plaques minéralogiques à Shanghaï par exemple, qui équivalent à plusieurs milliers de dollars) permettent souvent de les rendre plus attractifs pour les acheteurs de voitures.
L'utilisation de plus petits onduleurs à faibles pertes permettrait de réduire sensiblement le coût des HEV. Ceci aurait un impact majeur sur le succès commercial des modèles HEV, en abaissant leurs prix, tout en réduisant leur poids total. Cela permettrait aussi à ces onduleurs de présenter des densités de puissance beaucoup plus élevées, ce qui aurait également des implications sur la technologie de détection de courant utilisée. Afin de répondre aux besoins des courants élevés caractérisant les conceptions HEV actuelles et à venir, Melexis vient d'ajouter un nouveau dispositif à sa famille de CI capteurs de courant programmables, IMC-Hall. Destiné aux applications à champs très élevés, le MLX91208CAV est qualifié AEC-Q100, et vient en complément des CAL pour champs faibles, et CAH pour champs élevés. Il est utilisable avec des courants dépassant 1000A. Ces dispositifs de détection de courant sont logés en boîtiers miniatures S08 standard pour montage en surface. Ils contribuent ainsi à la miniaturisation des onduleurs, réclamée aujourd'hui par le marché HEV en général. Le mécanisme IMC (Integrated Magnetic Concentrator, ou concentrateur magnétique intégré) propriétaire utilisé par les capteurs MLX91208, permet de mesurer le courant avec précision, sans nécessiter de noyaux ferromagnétiques externes encombrants. Ceci permet l'implémentation de solutions beaucoup plus compactes.
La structure IMC innovante et les plaques Hall associées mesurent la densité de flux magnétique, qui est proportionnelle au courant appliqué, parallèlement à la surface du CI.

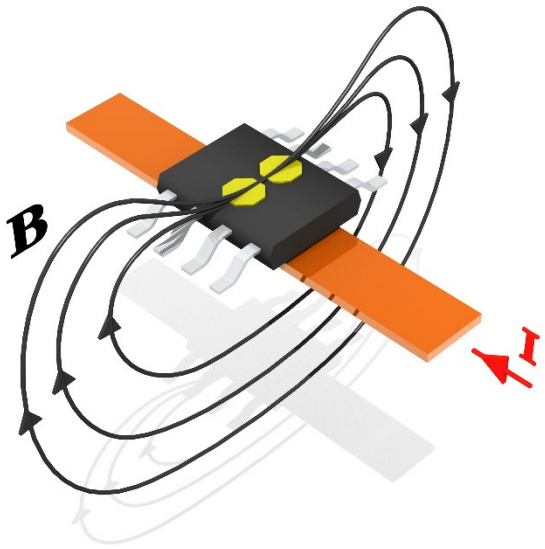

Figure 2 : structure IMC utilisée par les capteurs de courant Melexis

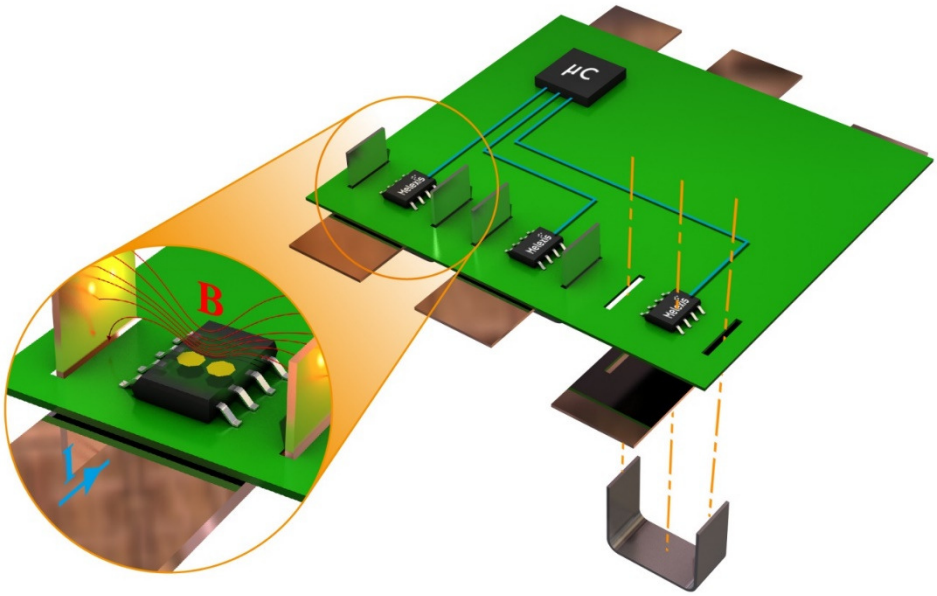

Figure 3 : Melexis MLX91208CAV implémenté dans un système d'alimentation triphasé

Grâce à cette technologie, le Melexis MLX91208CAV bénéficie d'un mécanisme de détection de courant sans-contact, entièrement intégré, à la fois économique et facile à assembler, qui répond aux exigences HEV.

Ce dispositif offre intrinsèquement l'isolement galvanique indispensable aux applications haute-tension, tout en éliminant les pertes d'énergie caractéristiques des technologies à shunt, et qui sont d'autant plus importantes dans le cas d'applications à forte intensité puisque les pertes sont proportionnelles au carré de l'intensité.
Les systèmes hybrides 48V évolués, tels que ceux abordés dans cet article, ont vocation à apporter à la société moderne un moyen crédible pour réduire la consommation de carburant et les émissions des véhicules, sans nécessiter d'investissement financier lourd de la part des consommateurs. Le coût relativement élevé des onduleurs automobiles a jusqu'ici contribué à freiner l'adoption des véhicules HEV à grande échelle. Par conséquent, il existe un intérêt grandissant pour tout ce qui peut permettre de réduire la taille des onduleurs.
L'émergence de la catégorie "hybride doux" dans le domaine des véhicules HEV permet aux acheteurs de véhicule de profiter de certains des avantages de l'hybridation, sans avoir à payer le prix fort qui caractérise en général cette technologie.
Les constructeurs automobiles peuvent éviter les surcoûts et le surpoids caractéristiques des conceptions tout hybrides, tout en améliorant malgré tout la consommation de carburant. Grâce à l'utilisation de moteurs électriques plus compacts et de batteries plus petites de capacité inférieure, ces véhicules pourront devenir compétitifs sur le marché HEV.
Des technologies composants de nouvelle génération vont permettre d'atteindre les densités de puissance plus élevées et les températures supérieures, qui sont indispensables au succès de ces éléments.