

« Le downsizing a de l'avenir »

Au cours du siècle dernier, les moteurs à essence et diesel ont régné sur la route. Aujourd'hui, plusieurs concepts de propulsion se côtoient dans les starting-blocks : voitures électriques, voitures à pile à combustible, véhicules à moteur au gaz naturel. Christian Bach, chercheur à l'Empa de Dübendorf, nous explique le potentiel de ces différentes technologies.



Christian Bach : « En tant que chercheur dans ce domaine, je ne comprends pas qu'on puisse encore acheter de nos jours un véhicule à essence conventionnel. Mais les marchés commencent à évoluer ».

Monsieur Bach, tout d'abord abordons un sujet épineux : on peut acheter depuis longtemps des voitures au gaz naturel ; vous continuez cependant activement vos recherches sur ce thème, pourquoi ?

Les véhicules au gaz naturel connaissent un grand retard. Les recherches sont menées depuis bien plus longtemps concernant les moteurs diesel et à essence, et l'on parvient sans cesse à des améliorations. Mon collègue possède une voiture compacte qui ne consomme que 4 à 4,5 l. aux 100 km. Ces valeurs sont remarquables. De même, la technologie twincharger de Volkswagen, des moteurs turbo peu volumineux pour des véhicules de moyenne gamme, indique une si faible consommation, qu'il y a peu de temps encore, on la tenait pour impossible.

La technique du moteur à essence est-elle à bout de souffle ?

Je ne crois pas. Le véhicule électrique a posé de nouveaux jalons. À cela s'ajoutent les directives de l'UE en matière de CO₂ qui

exercent une pression énorme. Une valeur limite de 130 grammes par kilomètre sera définitive à partir de 2015. Pour 2020, la valeur prévue est de 95 grammes, tandis que l'on parle déjà de 70 grammes pour 2025. Les majorités à Bruxelles s'entendent sur un point : lors du vote du Parlement en 2009, l'introduction de ces valeurs limites a été approuvée à 85 %.

Cela vous fait penser que l'avenir appartient au moteur à gaz naturel ?

Les véhicules au gaz naturel élaborés depuis peu par l'industrie automobile fonctionnent bien, il y a en Suisse plus de 120 stations de gaz naturel et le prix du gaz naturel a continuellement baissé comparé à l'essence. La situation s'est donc totalement inversée. En outre, il est bien plus facile de respecter les valeurs limites de CO₂ avec une voiture au gaz naturel. En raison de la composition chimique du gaz naturel, un moteur à gaz émet environ 25 % de CO₂ en moins qu'un moteur à essence de même puissance. Par ailleurs, le gaz naturel a un taux d'octane supérieur à l'essence : les moteurs à gaz peuvent donc être même plus efficaces que les moteurs à essence, ce qui se traduit par une réduction supplémentaire de CO₂.

Un véhicule au gaz naturel est cependant plus cher à l'achat.

Il ne faut pas considérer uniquement les prix à l'achat mais également les coûts de fonctionnement. Dans ce contexte, les véhicules au gaz naturel reviennent nettement moins chers. Même une voiture hybride au gaz naturel n'est pas plus chère qu'une voiture à essence après 180'000 km, tout en émettant selon le type de conduite entre 30 et 50 % de CO₂ en moins. Ces calculs ont été faits avec des moteurs de technologie actuelle, ce n'est donc pas utopique. Le gaz naturel est moins cher que l'essence d'un tiers environ, il surpasse ainsi toutes les autres technologies en termes de coûts par quantité réduite de CO₂.

Mais une voiture électrique émettrait encore moins de CO₂.

Une voiture électrique et un véhicule au gaz naturel « chargés à partir du réseau » émettent quasiment la même quantité de CO₂. Reste que l'électricité doit être aussi

produite. Bien entendu, si l'on fait le plein d'« électricité verte », la voiture électrique est bien mieux. On peut aussi faire le plein de biogaz, dans ce cas la voiture au gaz naturel est plus écologique qu'une voiture électrique.

La voiture électrique pourrait être intégrée dans un smart grid et stocker temporairement de l'énergie.

Il est vrai que nous aurons besoin à l'avenir de plus grandes réserves d'électricité. En été, nous aurons forcément un excédent d'énergie, que l'on aimerait bien réutiliser en hiver. Pour ce stockage saisonnier, une batterie de voiture n'est pas appropriée. Nous étudions donc s'il est possible de produire localement de l'hydrogène à partir de l'excédent d'électricité. On pourrait utiliser cet hydrogène comme combustible dans les moteurs au gaz naturel, en association avec le gaz, ce qui serait intéressant sur le plan technique.

Pourquoi intéressant sur le plan technique ?

L'hydrogène est extrêmement inflammable, ce qui conduit à une inflammation robuste et solide dans les moteurs à combustion. De plus, le méthane contenu dans le gaz naturel est très résistant à la détonation. Un mélange de gaz naturel et d'hydrogène serait par conséquent idéal pour comprimer fortement le moteur et obtenir malgré tout un allumage satisfaisant. On pourrait recharger le moteur avec un turbocompresseur sans produire d'allumage spontané. L'hydrogène combiné au gaz naturel permettrait non seulement d'améliorer le bilan de CO₂, mais en plus d'augmenter le rendement du moteur.

regard sur

Christian Bach

Christian Bach dirige le département « moteurs à combustion » à l'Empa de Dübendorf. De nouveaux concepts de propulsion et des systèmes de traitement des gaz d'échappement y sont développés et testés dans un laboratoire dédié aux moteurs et aux véhicules, souvent en collaboration avec l'EPFZ ou avec des constructeurs automobiles et des équipementiers comme VW, Daimler, Bucher Schörling, Bosch ou Umicore.

Les moteurs au gaz naturel d'aujourd'hui peuvent-ils déjà utiliser cette technique ?

Seulement dans certains cas. Un mélange avec une teneur en hydrogène inférieure à 2 % serait aujourd'hui possible. Mais les moteurs au gaz naturel actuels sont des moteurs à essence modifiés. Nous travaillons sur des moteurs à gaz monovalents, ne fonctionnant pas à l'essence, tout au plus en cas de solution de secours avec une puissance limitée. Nous voulons optimiser les moteurs au gaz naturel et tirer parti au mieux des atouts de l'octane 130. On pourrait alors atteindre des mélanges contenant jusqu'à 20 % d'hydrogène.

Selon une opinion répandue, les voitures à gaz restent des « canards boiteux ».

Il est vrai que les premiers moteurs à gaz, conçus comme des moteurs à aspiration, avaient une puissance moindre de 10 % environ par rapport au moteur à essence. Mais aujourd'hui, les moteurs turbo au gaz naturel ont une puissance supérieure de 10 % par rapport aux diesels ; avec de l'hydrogène et d'autres idées, ce sera encore plus.

De combien ?

Avec les moteurs turbo, la puissance peut être en principe doublée, toutefois la durée de vie diminue sensiblement. Les moteurs entièrement en aluminium supportent aujourd'hui une pression d'admission qui était auparavant inimaginable. Le downsizing a donc un bel avenir devant lui. Fiat élabore actuellement un moteur turbo au gaz naturel 2 cylindres pour petites voitures. Pour la moyenne gamme, on peut envisager des moteurs turbo 3 cylindres capables d'atteindre 150 CV avec une cylindrée d'un litre.

Pourra-t-on bientôt acheter des véhicules à pile à combustible ?

Les prévisions en matière de piles à combustibles sont difficiles à établir. L'intérêt pour cette technologie est énorme. Reste que les obstacles le sont aussi, à commencer par l'autorisation d'implantation des stations services. Bien que l'essence soit au moins aussi dangereuse, les nouvelles technologies sont confrontées aux directives de sécurité et doivent obéir à des critères plus stricts. Les coûts représentent une autre barrière à franchir. Une voiture électrique est d'emblée deux fois plus chère qu'une voiture ordinaire. Dans le cas d'une voiture à pile à combustible, le coût des piles à combustible et des recharges d'hydrogène s'additionne. Dans un avenir proche, cette technologie est irréalisable sur des véhicules personnels, même si de plus en plus de projets issus de laboratoires commencent à circuler. Je vois toutefois un fort potentiel pour des productions en série de véhicules spéciaux, comme des véhicules communaux ou des bus de ville.

Ce serait encore de pures voitures électriques. Les batteries peuvent-elles désormais être produites en série ?

Oui, la batterie au lithium-ion a atteint un tel niveau que de grandes quantités peuvent être élaborées. Les batteries fonctionnent bien, mais elles sont chères. En outre, la production de la batterie est responsable d'une part non négligeable des émissions globales du véhicule.

Combien coûte une batterie au lithium-ion ?

Aujourd'hui, une batterie pour le client final coûte environ 750 euros par kWh – un peu moins pour la production de masse de l'industrie automobile. Une batterie de 25 kWh pour un véhicule électrique coûte dans ce cas environ 20'000 francs. La batterie n'est cependant conçue que pour 3'000 cycles de chargements complets. Si l'on dresse un bilan écologique, on constate qu'un véhicule sur deux a besoin d'une deuxième batterie dans son cycle de vie. Un coup dur pour ceux à qui cela arrive ! Sur certains véhicules électriques, la batterie est garantie 5 ans. Vous achèteriez une telle voiture en tant qu'occasion dans sa sixième année ?

Quelles sont les chances de réussite des voitures électriques sur le marché ?

Je ne pense pas que les véhicules électriques vont détenir une part de marché significative d'ici les 20 prochaines années. Les coûts sont élevés, il faut investir dans les infrastructures et le problème du CO₂ n'est toujours pas résolu. Les modèles annoncés sont bel et bien là, mais sans beaucoup de succès. Le segment approprié reste celui des petits véhicules et éventuellement des compacts pour courtes distances. On peut, pour ces modèles, intégrer judicieusement des batteries d'un coût abordable.

Et pour la moyenne gamme ?

Avec une voiture de moyenne gamme, les gens veulent de temps en temps partir en vacances. Un artisan veut transporter 300 kg de charge utile. Ce n'est pas réalisable au tout électrique. Dans ce cas, il faudrait se tourner vers les concepts hybrides.

Qui sont très chers !

Oui, mais bien moins que les systèmes électriques. Le système hybride va devenir une technologie standard pour la moyenne gamme, car autrement on ne pourra pas respecter les valeurs limites de CO₂. L'atout majeur des voitures électriques en termes d'efficacité est la récupération de l'énergie au freinage. Les véhicules hybrides bénéficient également de cet avantage. Mais ils ne perdent pas pour autant les atouts du moteur à combustion, comme la puissance ou la très longue autonomie.

Que pensez-vous des systèmes hybrides à air comprimé que Lino Guzzella est en train de mettre au point à l'EPFZ ?

L'idée est fabuleuse en termes de coûts, mais aussi techniquement : la turbulence dans les moteurs à combustion est capitale pour brûler au mieux le carburant. Grâce à l'air comprimé, cette turbulence peut devenir extrêmement élevée. Contrairement aux voitures électro-hybrides, la batterie ne vieillit pas. Un hybride à air comprimé déjà ancien fonctionne de la même manière, même comme oldtimer. Et une bouteille de gaz de 5 litres ne coûte quasiment rien, le système est donc très peu coûteux. Il suffit de prévoir des vannes d'échange de gaz supplémentaires entièrement variables.

L'hybride à air comprimé convient-il uniquement à des marchés comme l'Inde ou la Chine ?

En Europe également, il existe une tendance en faveur des voitures peu chères. Ce n'est pas encore un marché énorme, mais en raison de la situation économique, les gens commencent à acheter des voitures moins chères. Si l'on arrive à atteindre les objectifs de CO₂ avec ce système, cela représente une alternative séduisante.

En fonction du type de véhicule, plusieurs concepts de moteurs vont donc se côtoyer ?

Oui, je parie sur une diversification des moteurs et des carburants, car chaque technologie a ses avantages et ses inconvénients. Les véhicules de petite taille peuvent être davantage équipés de moteurs électriques. Pour ces modèles, il n'y aurait pas de place pour des bouteilles de gaz permettant une autonomie raisonnable. Les voitures de moyenne gamme au concept hybride vont se développer, avec moteur au gaz naturel ou système hybride électrique/gaz naturel. Pour un moteur électrique pur, les batteries seraient trop lourdes et bien trop chères pour des voitures de moyenne gamme. Pour des voitures de sport, des moteurs électriques pourraient éventuellement voir le jour – pour se donner bonne conscience. Les SUV en revanche seront équipés de moteurs hybrides, parce qu'ils reçoivent ainsi une plus grande acceptation. Les véhicules destinés à parcourir de longues distances et les poids lourds continueront de rouler au diesel, tandis que les véhicules communaux et les bus de ville circuleront peut-être déjà grâce à l'hydrogène. ☺

Interview :

Guido Santner

Rédacteur suppléant

SWISS ENGINEERING STZ