

Modifier plutôt que recréer

La formation compte parmi les atouts systématiquement cités quand on parle du canton de Fribourg. Durant l'été, *La Gruyère* a choisi de pousser la porte des hautes écoles en présentant un de leurs projets particulièrement innovant. Deuxième épisode avec l'**Institut des systèmes d'ingénierie durables**, à la Haute Ecole d'ingénierie et d'architecture.

SOPHIE ROULIN

Le moteur à combustion a encore un bel avenir. L'affirmation paraît incongrue à l'heure où l'électrique focalise toute l'attention. Professeur à la Haute Ecole d'ingénierie et d'architecture (HEIA-FR), à Fribourg, Christian Nellen, lui, en est persuadé. Il est à la tête d'un groupe de recherche qui travaille en parallèle sur plusieurs projets visant à convertir un moteur thermique pour le faire fonctionner à l'hydrogène. Ce qui réduirait à zéro les émissions de CO₂ (!).

«L'idée est de proposer une solution de rupture», explique Christian Nellen, qui s'est penché durant onze ans sur des moteurs de formule 1 auprès de Renault Sports avant de rejoindre l'Institut des systèmes d'ingénierie durables (SeSi) de l'HEIA-FR. «Dans l'optimisation du moteur à combustible fossile, on doit aujourd'hui investir beaucoup pour gagner de misérables dixièmes de pour-cent de rendement. Nous avons besoin d'un saut quantique.»

Transformer le parc suisse

Pour y parvenir, il propose de modifier des moteurs existants – qui ont prouvé leurs performances – pour un fonctionnement à hydrogène. Cela permettrait de transformer, avec des investissements relativement faibles, une partie du gigantesque parc de véhicules suisse.

«Avec l'hydrogène comme combustible, il n'y a plus ni particules, ni monoxyde de carbone, ni hydrocarbure, ni CO₂. Pour autant qu'on produise l'hydrogène avec des énergies renouvelables, on a une solution zéro effet de serre.» De quoi concurrencer les moteurs électriques dont le bilan environnemental n'est pas optimal, notamment à cause des batteries.

Quelques pièces à modifier

Concrètement, un moteur à combustion compte environ 2000 pièces. Les modifications à apporter concernent quelques dizaines d'entre elles. «Le système d'injection sera forcément



Christian Nellen propose de modifier des moteurs existants – qui ont prouvé leurs performances – pour un fonctionnement à hydrogène. Cela permettrait de transformer, avec des investissements relativement faibles, une partie du gigantesque parc de véhicules suisse. CHLOË LAMBERT

différent, puisqu'on a affaire à un gaz et non à un liquide, la chambre à combustion aussi. On devra également travailler sur les matériaux: l'hydrogène est un élément tellement fin qu'il traverse presque tout.» La forme des pièces sera retravaillée.

Des revêtements devront être introduits.

«Le but n'est pas de tout refaire, mais de modifier ce qu'il faut pour atteindre l'objectif. Plus ce sera simple, plus ce sera fiable et moins ce sera coûteux.» Christian Nellen ne doute

pas. «La méthodologie et les outils sont connus. Faire fonctionner le moteur à l'hydrogène n'est pas le gros souci, le problème sera d'optimiser ce fonctionnement sur le rendement, afin de consommer le moins possible, et sur les émissions d'oxydes d'azote

pour rendre le système propre.»

Ces dernières années, la recherche s'est focalisée sur la pile à combustible. «Cela a permis l'évolution des technologies de stockage et d'améliorer la sécurité lorsqu'on travaille avec l'hydrogène. Mais on bute sur des problèmes difficiles à résoudre qu'on pourra éviter avec un moteur thermique à hydrogène, notamment au niveau des coûts.»

Les TPF partenaires

Deux projets sont d'ores et déjà à l'étude, l'un depuis le début 2018, le deuxième depuis le début 2019. Ce dernier concerne le moteur d'une moto. «On veut prouver que c'est possible avec un moteur qui s'adresse au commun des mortels et pas à l'industrie spatiale.» Le groupe de recherche, composé d'ingénieurs, s'intéresse à de nombreuses applications, allant de la mobilité au moteur industriel.

Un troisième projet est en cours de montage. «Il concerne les moteurs de bus de transports publics et prend une autre dimension parce que nous avons des partenaires privés et publics intéressés», note le professeur. Les Transports publics fribourgeois (TPF), un constructeur de bus, un spécialiste de l'hydrogène et un autre partenaire industriel entrent dans ce partenariat.

L'OFT aussi intéressé

L'Office fédéral des transports (OFT) pourrait lui aussi soutenir financièrement ces recherches. «Pour cela, on nous a demandé une étude de faisabilité qui va bien au-delà de la modification des moteurs.» Il y sera notamment question de la provenance de l'hydrogène, de son coût de fabrication, de l'impact environnemental et énergétique, etc. Un volet s'intéressera aussi particulièrement à la sécurité, l'hydrogène étant un gaz hautement inflammable à température ambiante.

«On va essayer d'aller vite avec cette phase, souligne Christian Nellen. Parce que derrière il y aura encore toutes les recherches sur les moteurs.» A sa connaissance, aucune autre école suisse ne travaille sur le sujet. Dans le monde industriel, les signaux sont faibles qu'une telle activité redémarre – BMW s'était penché sur cette technologie par le passé. «Si on veut être moteur dans cette technologie, il faut foncer.» ■

Ecole ancrée dans le tissu social



Le Singinois Jean-Nicolas Aebischer, directeur de la Haute Ecole d'ingénierie et d'architecture (HEIA-FR), donne quelques éclairages sur son école:

Pourquoi avez-vous choisi de présenter le projet de conversion d'un moteur thermique pour un fonctionnement à hydrogène?

Les défis du développement durable sont multiples. Dans une haute école d'ingénierie, nous devons tout mettre en œuvre pour transformer du savoir scientifique de base en technologie compétitive par la recherche appliquée. Nous avons des compétences pour fournir aussi notre pierre à cet édifice.

En quoi la HEIA-FR se démarque-t-elle des autres écoles du même type en Suisse?

La HEIA-FR offre des programmes de formation fortement ancrés dans les disciplines classiques d'ingénierie. Alors que d'autres écoles proposent des filières transdisciplinaires, nous cherchons à aller en profondeur avec une formation scientifique de base – mathématique et physique – solide.

Autre particularité: les liens forts avec le tissu économique local nous permettent de proposer de nombreux sujets réalisés en collaboration avec des services publics ou des entreprises. On peut citer, par exemple, le partenariat qui existe avec l'entreprise Liebherr pour les options motorisation et entraînement de notre filière mécanique.

Quels sont les principaux défis de la HEIA-FR?

La HEIA-FR connaît depuis longtemps une croissance dynamique de ses activités en enseignement et en recherche. Le site de Pérolles 80,

planifié il y a trente-cinq ans et mis en service il y a vingt-cinq ans, atteint la limite de sa capacité. Des solutions sont proposées notamment avec un transfert de la filière d'architecture sur le site de BlueFactory. D'ici là, nous devons garantir de bonnes conditions pour les étudiants et le personnel.

Quels sont les axes de développement actuel?

Grâce à la politique d'innovation active du canton, nous avons pu développer des centres de compétences dans le domaine de l'ingénierie des matières plastiques et de leur application pour des structures légères, la sécurité fonctionnelle des systèmes mécaniques, électroniques et des logiciels et finalement de l'impression numérique.

La HEIA-FR est aussi associée au Smart Living Lab et y collabore activement avec l'EPFL et l'Université de Fribourg. Cette collaboration a vu naître le projet Neighborhub qui a emporté le Solar Decathlon, en 2017, aux Etats-Unis. SR

HEIA-FR en chiffres

- 941** étudiants dans les degrés bachelor à la rentrée 2018.
- 73** étudiants à l'Ecole de construction qui forme les chefs de chantier et les conducteurs de travaux.
- 100** étudiants dans les degrés master.
- 130** étudiants dans les programmes de formation continue.
- 330** professeurs pour 142 emplois plein-temps (EPT).
- 360** collaborateurs scientifiques (150 EPT).
- 30** apprentis.
- En 1896**, fondation sous le nom de l'Ecole des arts et métiers.
- En 1991**, séparation de l'Ecole d'ingénierie et d'architecture et de l'Ecole des métiers qui lui était affiliée depuis toujours.
- En 1995**, inauguration du bâtiment de Pérolles 80.