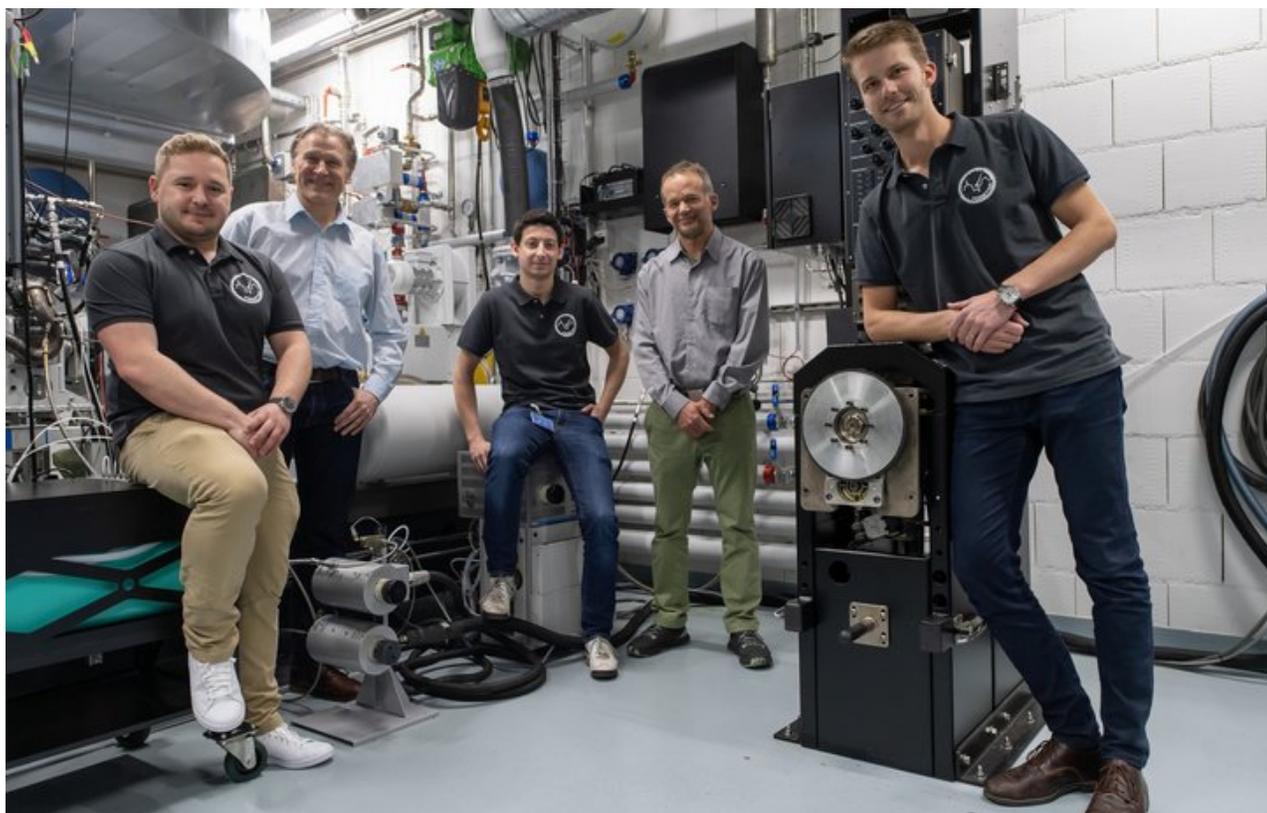


Le moteur à combustion a de l'avenir

Loin des dogmes, des chercheurs fribourgeois en ingénierie planchent sur la mobilité durable.



Des chercheurs de la Haute Ecole d'ingénierie et d'architecture de Fribourg ont développé des bancs d'essai avec des moteurs convertis pour recevoir de l'hydrogène. ©Alain Wicht ©Alain Wicht

Charles Grandjean

Publié aujourd'hui

Temps de lecture estimé : 10 minutes

Mobilité» D'une certaine manière, ils roulent à contresens. Surtout depuis les velléités de l'Union européenne de mettre fin à la production de moteurs thermiques en 2035 au nom de la lutte contre les émissions de CO2. Eux, ce sont des chercheurs de la Haute École d'ingénierie et d'architecture de

Fribourg (HEIA-FR) qui s'affairent depuis 2018 autour de moteurs thermiques d'engins lourds. «On voulait démontrer qu'il était faisable de convertir un moteur à combustion de série pour des carburants alternatifs», expose le professeur Christian Nellen, responsable du groupe de recherche Powertrain, intégré au Sustainable Engineering Systems Institute (Institut des systèmes d'ingénierie durable, ndlr) de l'HEIA-FR. Leur objectif: passer à l'échelle supérieure en convertissant des bus à l'hydrogène en 2026, sans pile à combustible.

«On voulait démontrer qu'il était faisable de convertir un moteur à combustion de série pour des carburants alternatifs»

Christian Nellen

Et Leo Kurz, l'un des ingénieurs en motorisation de ce groupe de recherche d'énumérer ces carburants qui pourraient bien voler au secours du moteur à combustion: hydrogène, e-fuels (carburants de synthèse) et gaz naturel, entre autres.

Dans le cockpit

Cette équipe de chercheurs nous fait visiter son laboratoire digne d'un centre de recherche pour Formule 1. Avec d'abord ce bureau, cerné d'écrans d'ordinateurs, qui fait face à une imposante baie vitrée constituée de deux vitres à double vitrage insonorisé.

«Depuis là, on pilote les bancs d'essai», indique Leo Kurz, dont le doigt désigne les deux imposantes installations trônant dans la salle au-delà du vitrage. D'un côté, un monocylindre d'une moto de série qui sert à la recherche, de l'autre côté, un moteur de voiture en cours d'installation pour un

usage didactique pour sensibiliser les étudiants à la problématique. «On agit toujours par binôme lors des essais: une personne se concentre sur les réglages moteurs, la seconde veille sur les conditions d'essai, à savoir les paramètres de l'environnement, comme les températures, la pression atmosphérique», poursuit son collègue Nils Monney.



«La conversion du moteur à l'hydrogène est assez simple avec un faible coût de réalisation»

Leo Kurz

Si l'on fait abstraction de la forêt de câbles et de capteurs nécessaires aux expérimentations, le monocylindre n'a subi que de légères modifications. La principale étant l'insertion d'injecteurs d'hydrogène sur la culasse. «La conversion du moteur à l'hydrogène est assez simple avec un faible coût de réalisation», relève Leo Kurz. Pour le reste, ces ingénieurs s'appuient sur la robustesse de cette technologie thermique éprouvée au fil des décennies, largement maîtrisée et majoritairement constituée de composants en acier ou aluminium, facilement recyclables, connus des mécaniciens et à la durée de vie importante.

Maîtrise des émissions

L'un des gros enjeux se situe dès lors au niveau de la maîtrise de la combustion de ces carburants alternatifs. «L'hydrogène brûle très rapidement. C'est ce facteur qu'il faut gérer de manière adéquate», indique Nils Monney.

Si la combustion de l'hydrogène a l'avantage de ne plus émettre de CO₂, elle a toutefois hérité d'une image négative. «Il reste la croyance que d'importantes quantités de NO_x (oxyde d'azote, ndlr) sortent du pot d'échappement. Or, nous parvenons à diminuer ces émissions à des niveaux très faibles, même sans les systèmes d'épuration actuels coûteux et volumineux: c'est la démonstration fondamentale de Christian Nellen et son équipe», relève le professeur Vincent Bourquin, responsable de l'institut. «Les normes d'émissions actuelles et à venir ne sont pas un obstacle pour le moteur à combustion à hydrogène», ose même Leo Kurz.

«Les normes d'émissions actuelles et à venir ne sont pas un obstacle pour le moteur à combustion à hydrogène»

Leo Kurz

«Les véhicules à pile à combustible nécessitent un niveau de qualité de l'hydrogène très élevé, alors qu'un moteur thermique peut aussi tourner avec de l'hydrogène moins pur», observe pour sa part l'ingénieur Hubert Vannay, autre membre du groupe. Reste que la production d'hydrogène est tributaire d'un procédé d'électrolyse gourmand en électricité. Où trouver cette denrée de plus en plus convoitée? Les ingénieurs de la HEIA-FR évoquent des solutions locales en devenir telles qu'une unité de production du groupe E à Schiffenen en cours de construction ou les travaux de recherche entrepris par l'Institut agricole de Grangeneuve, rejoint par l'Université de Fribourg, la HES-SO Valais et la HEIA-FR. «Le professeur Fabian Fischer et la professeure Katharina Fromm s'intéressent au perméat de petit-lait, un déchet pouvant être traité dans des piles microbiennes. Des bactéries y transforment le perméat en émettant de l'hydrogène», illustre Vincent Bourquin. «C'est ce qui est intéressant dans l'hydrogène: vous êtes dans des circuits courts. Pas besoin d'ouvrir de nouvelles mines de cobalt ou de lithium.»

Le poids des batteries

Les recherches du groupe Powertrain visent plutôt une application sur des véhicules lourds: bus, camions, engins agricoles ou de chantier. Des véhicules qui peuvent, pour certaines applications, difficilement supporter le poids de batteries électriques nécessaires. Et Vincent Bourquin d'expliciter la problématique: «Il y a quinze ans, j'avais créé deux prototypes de camions électriques. Mais j'étais frustré, cela

ne marchait pas, car le poids des batteries était trop lourd. La charge utile était diminuée et le coût d'usage de la batterie trop élevé. A cette époque, des entreprises achetaient un ou deux camions électriques, mais c'était plutôt pour du greenwashing.»

Pour autant, le responsable de l'institut n'est pas opposé aux batteries. «Il faut mettre les bonnes technologies aux bons endroits.» Et de citer les atouts de l'électrification de petits véhicules individuels urbains, par exemple. «Si vous avez besoin d'une autonomie de quelques dizaines de km, vous n'avez pas besoin d'une grande batterie. En réduisant le poids, vous économisez sur le besoin en énergie et sur le coût, ainsi que sur la dégradation routière.»

Conférences à Energissima

Les défis de la mobilité électrique est l'un des thèmes abordés mercredi après-midi lors des conférences professionnelles du Salon Energissima à Espace Gruyère. Plus tôt en matinée, il sera question de gestion et planification de l'énergie à l'échelle communale, et de groupements de

consommation. Les intervenants du mardi se pencheront sur le bilan énergétique de cet hiver, la hausse des factures d'électricité (industrie et PME), la production d'électricité renouvelable et la manière d'économiser l'énergie en entreprise. Le public peut s'inscrire aux cafés conseil du mardi sur la rénovation et à la conférence du mercredi sur la rénovation et la production d'énergie renouvelable. **CG**

Programme et inscriptions: [energissima.ch](https://www.energissima.ch)

Rouler vers des circuits courts

Le professeur Vincent Bourquin croit en une mobilité plurielle autour de filières locales.

«Il faut se méfier des solutions toutes faites ou de la croyance qu'une seule technologie peut résoudre tous nos problèmes.» Pour le professeur Vincent Bourquin – qui interviendra mercredi au salon Energissima à Espace Gruyère – l'avenir de la mobilité passe par une pluralité de solutions selon les usages. Il rappelle qu'il y a 130 ans déjà, voitures à essence, à batterie et à vapeur coexistaient.

«Nous devons prendre conscience de nos problèmes avec une vue globale, pour pouvoir imaginer la façon de les régler. Pour cela, nous devons travailler tous ensemble à des solutions adaptées à l'existence de besoins multiples dans des contextes géographique, énergétique et

économique distincts», prône le professeur de la Haute école d'ingénierie et d'architecture de Fribourg. Il cite les développements autour de l'hydrogène (pile à combustible et moteurs thermiques), les nouvelles technologies de batteries développées par les chercheurs de l'Université de Fribourg et de l'Institut Adolphe Merkle, voisins du plateau de Pérolles, ou le véhicule autonome Loxo, né d'une interaction entre entrepreneurs, professeurs et ingénieurs de la région. «Le paradoxe est dans cette coexistence entre l'inventivité des scientifiques et des ingénieurs et l'extrême conservatisme de ceux qui ont déjà investi massivement des méga-usines pour produire en masse des technologies déjà obsolètes et peu respectueuses de la planète.» Il se souvient d'une rencontre avec un constructeur qu'il avait approché avec un prototype de camion: «Il m'a dit: c'est gentil, mais notre usine n'a que cinq ans et nous changerons quand elle sera amortie» Comment contourner ces obstacles? L'ingénieur évoque l'économie circulaire avec ses modes collaboratifs, notamment pour le recyclage et la transformation, gage d'autonomie dans un monde où la sécurité de l'approvisionnement se fragilise. Et de montrer un système de frein pour banc d'essais dans l'atelier de l'école. «Plutôt que d'en racheter un nouveau plus puissant, on va le réviser et le combiner avec un autre.» Puis d'extrapoler l'idée en imaginant des ateliers mécaniques et des garages agricoles convertir des moteurs de tracteurs à l'hydrogène.

Car électrifier tout le parc véhicule par des batteries actuellement produites conduit à une impasse. «Est-ce que nous voulons passer des problèmes de puits de pétroles à ceux de puits de mines?» Le professeur pointe l'énergie grise, souvent fossile, nécessaire à l'extraction de lithium et cobalt et au transport maritime, le gaspillage d'eau lors du processus et les conditions de travail.

Pour autant, batteries, moteurs thermiques et autres solutions ont et

auront leur place défend-il: «Il nous faut expérimenter et observer, tout en évitant de s'enfermer dans des dogmes.» **CG**