

START-UP

Récupération de chaleur fatale : la promesse de rupture d'H2P

Nul n'ignore aujourd'hui la place de la récupération d'énergie fatale dans les efforts de transition énergétique. Mais les solutions développées jusqu'à présent (ORC, Stirling, Ericsson...) peinent, même si certains s'y penchent, à toucher efficacement le monde de la mobilité pour des raisons de compacité et de coût, liées en particulier à la complexité initiale des technologies. Or il y a dans ce secteur un potentiel énorme de chaleur fatale à valoriser. Les meilleurs moteurs thermiques n'exploitent pas plus de 60% de l'énergie et la majorité se situe plutôt à des niveaux de conversion de 40% de l'énergie en puissance mécanique. Le reste se perd dans le refroidissement moteur et dans les gaz d'échappement (à 30%). Récupérer ne serait-ce que 15 à 18% de cette énergie des gaz reviendrait donc à un gain de rendement moteur de plus de 4,5 à 5%. Et c'est précisément ce challenge que la start-up H2P est en train de réussir avec une solution nouvelle de « *moteur secondaire* » qui allie efficacité de récupération, compacité et bas coût.

Il y a quelques semaines, la start-up qui travaille discrètement en recherche depuis 7 ans (sur la base d'un premier brevet déposé par son fondateur en 2006) a passé une étape essentielle de son développement en entrant dans la phase dite de TRL6, de validation de la technologie en environnement représentatif des conditions réelles d'usage. Une vingtaine de prototypes vont être produits au fil des mois avec quelques variantes, pour être testés (sur bancs d'essais) avec des partenaires industriels clients du monde de motorisations camions et tracteurs, et pour arriver mi-2017 à des essais opérationnels d'intégration sur camions (TRL 7). Ensuite, tout doit s'enchaîner : pré-séries dès la fin 2017 (plusieurs centaines d'exemplaires), puis accélération industrielle pour cibler les 10 000 à 15 000 unités à horizon 2020. Un programme ambitieux mais réaliste, puisque les étapes franchies à ce jour garantissent la fiabilité du concept technologique et son modèle économique.

Un concept en un cylindre

Ce concept technique, c'est celui d'un moteur à air chaud à cycle ouvert. Mais sa particularité, notamment pour obtenir une compacité indispensable à une intégration en mobilité, est d'être pensé autour d'un seul cylindre autour duquel s'opère le cycle thermodynamique (pré-compression de l'air ambiant avant son passage dans l'échangeur et son retour dans le cylindre pour un cycle de compression-détente, et la libération de

l'air détendu ensuite). Tout un développement crucial a dû être fait pour permettre la gestion de 4 orifices autour d'un même cylindre (admission & échappement, et entrée/sortie de l'échangeur) : la technologie des soupapes étant trop imposante, H2P a pensé une solution de boisseaux rotatifs et d'étanchéité associée (très complexe à définir). Ce qui fait du moteur secondaire H2P une solution unique sur le marché et d'une compacité compatible avec les exigences des motoristes. Ce moteur H2P s'insère alors au choix pour une récupération de chaleur directe sur la sortie moteur ou après le système de dépollution. Selon la configuration, la température des gaz chauds varie et le cycle est géré (en débit, cadencement...) en fonction de cela. Globalement, le moteur H2P est opérationnel entre 300 et 800°C, avec une situation préférentielle en matière de rendement à partir de 500°C. Et point intéressant, l'énergie mécanique est développée dans un régime de rotation directement compatible avec les moteurs à combustion (environ 3 000 tours/min), ce qui évite l'introduction d'autres étapes de conversion mécanique.

Retour sur investissement très rapide

Dès à présent, l'ensemble du système (cylindre et échangeur) permet de cibler des gains de rendement moteur de 5% sur des camions, sans doute beaucoup plus sur des tracteurs. Frédéric Thévenod, fondateur de l'entreprise à l'origine de la technologie, se veut cependant très prudent, ce qui laisse augurer de bonnes surprises pour l'avenir. Néanmoins, déjà avec ce gain potentiel, la solution H2P va s'avérer très attractive. Le coût du système tournerait à échelle industrielle autour de 1 000 €, soit un investissement de seulement 200 €/‰ de gain rendement. Même en prenant un coût supérieur, jusqu'à 1 700 €, l'amortissement du système se ferait en 5 mois, contre près de 2 ans et demi pour un système Rankine « *miniaturisé* ». « *Actuellement, le gain "naturel" de rendement chaque année sur les moteurs est de 0,5%. Et le coût d'un projet d'étude d'un nouveau moteur primaire nettement plus performant est prohibitif* », note Frédéric Thévenod pour mettre en perspective l'intérêt économique et environnemental de sa solution. Fort de ces données techniques et d'une programmation claire de montée en phase industrielle, H2P Systems est donc en phase de levée de fonds (environ 6 M€) pour suivre son planning, sachant

que jusqu'à présent, la start-up a réussi à mobiliser soutiens publics et privés et à générer des prestations commerciales avec les futurs marchés clients de sa technologie (environ 3 M€ de CA au dernier exercice via la réalisation d'études de prototypes).

Des groupes électrogènes solaires dès 2018

Cette étape d'industrialisation des moteurs secondaires pour camions et tracteurs permettra aussi de poursuivre en parallèle les autres marchés cibles d'H2P. Au fil des ans, le marché automobile des véhicules légers a bien sûr lui aussi été étudié (avec une potentielle baisse de coût du système) : ce sera l'étape suivante d'industrialisation. D'autres typologies de moteurs pourraient aussi être étudiées (nautisme, engins de chantier). En fait, seuls les secteurs des sous-marins (pour des questions de confinement), de l'espace (densité d'air trop faible) et de l'aéronautique sont aujourd'hui exclus du champ d'application. Pour l'aéronautique, H2P a dès sa création été soutenue par Safran/Turbomeca, ce qui a permis de porter la technologie jusqu'à la preuve expérimentale de concept, mais la densité de puissance ne s'est pas avérée en adéquation avec les exigences de ce secteur. Du moins pour l'instant.

Reste cependant une autre voie de développement qui devrait s'avérer la première à émerger au plan commercial, dès 2018 : celle des groupes électrogènes solaires. H2P est soutenue dans le cadre du dispositif Rapid par la DGA pour la finalisation du concept. L'idée est d'utiliser des miroirs solaires qui concentrent les rayons sur un récepteur miniaturisé (issu du CEA) qui serait traversé par un flux d'air pour être chauffé (le récepteur remplace alors l'échangeur). C'est cette chaleur (dont la température est maîtrisée) qui est valorisée dans le moteur H2P. Le système mettra en œuvre exactement le même module H2P que celui des moteurs de camions, avec l'effet d'échelle économique associé. Un prototype est aujourd'hui finalisé dans l'optique de produire dès 2018 les premières unités commerciales d'un générateur de 10 kWe, transportable dans un conteneur classique de 20 pieds (miroirs, châssis et trackers, génératrice, et moteur H2P), et déployable en une demi-journée (collaboration avec la PME Solution-F pour l'intégration).

H2P Systems, Frédéric Thévenod

 > 09 52 40 39 58

 > info@h2psystems.com