

Enjeux et opportunités de l'hydrogène comme carburant dans l'aéronautique

En juillet 2020, la commission européenne a annoncé l'initialisation du projet REPower EU qui vise à décarboner une partie du mix énergétique de l'UE. Avec la guerre en Ukraine, le projet a été accéléré afin de sortir de la dépendance du gaz russe notamment via le développement de la filière hydrogène de l'Union européenne par des subventions destinées à la production d'hydrogène et la R&D dans ce domaine. Présenté comme une alternative au kérosène, l'hydrogène pourrait diminuer la dépendance des forces aériennes sur les pays producteurs de pétrole.

Atouts de l'hydrogène dans l'aviation civile et militaire

L'hydrogène possède tout d'abord une température de combustion plus élevée générant ainsi plus de poussée lors d'une utilisation comme énergie propulsive. Sous forme gazeuse, il a une température de combustion deux fois plus élevée que le kérosène plus fréquemment employé. Le poids total du carburant est ainsi quasiment réduit par trois.

Le *Department of Defense* américain, dans une présentation publiée en 2008, évoque d'autres avantages par rapport aux carburants à base de pétrole. C'est notamment une ressource abondante qui peut être produite localement à partir de l'eau. L'hydrogène a aussi un ratio poids/puissance plus élevé tant lorsqu'il est utilisé comme un carburant que lorsqu'il est utilisé pour produire de l'électricité dans une pile à combustible¹.

Contraintes de l'hydrogène limitant son développement

L'hydrogène a des contraintes qui le rendent difficile à exploiter. Sa version liquide nécessite un espace de stockage 4,5 fois plus grand qu'un réservoir de carburant classique. D'autre part, la forte volatilité de cette matière nécessite des systèmes de stockage à des températures précises : 15C° à état gazeux, -253C° à l'état liquide². Ces paramètres imposent des contraintes, comparé aux aéronefs utilisant du kérosène comme le fait qu'il est impossible de stocker le carburant dans les ailes, réduisant la charge utile embarquée. Cette volatilité induit un échappement important lorsque l'hydrogène est stocké. Ainsi, les réservoirs se vident s'ils ne sont pas régulièrement utilisés.

L'utilisation d'hydrogène nécessite aussi la construction d'installations de production telles que des électrolyseurs pour produire ce gaz ainsi que des installations de liquéfaction et de stockage comme des réservoirs comprimés à forte pression ou des réservoirs à liquide cryogéniques au sol. Cela impliquerait tout un système de distribution de carburant complexe et une reconfiguration importante des systèmes de ravitaillement aéroportuaires³.

Projets d'aéronefs à hydrogène en cours

Le Royaume-Uni a annoncé financer en juillet 2016 un réacteur nommé *Sabre* qui combine moteur à air comprimé et hydrogène liquide. Celui-ci est la pièce maîtresse de l'avion spatial SKYLON en développement depuis 1982, capable de décoller verticalement et d'atterrir horizontalement sur une piste de 5 km. Ce moteur permet à l'avion d'utiliser de l'air comme carburant à basse altitude et l'hydrogène dans l'espace extra-atmosphérique. Cet avion civil réutilisable a vocation à ravitailler la station spatiale et placer des satellites en orbite basse. Disposant d'un délai de rotation de deux jours, chaque véhicule pourrait être en mesure d'effectuer 200 vols orbitaux⁴.

L'un des principaux projets militaires utilisant l'hydrogène est le drone *Hybrid Tiger* développé par la marine américaine. Celui-ci utilise une combinaison de cellules photovoltaïques le jour et de piles à combustible à hydrogène la nuit pour assurer un approvisionnement électrique constant. Avec une portée de 1 000 milles nautiques (NM), il devrait pouvoir accomplir des missions de renseignement (ISR). Le 14 avril 2021, un prototype a volé pendant 24 h sans interruption. Sa capacité à extraire de l'énergie de l'environnement en fait une piste pour alléger les chaînes logistiques de l'*US Navy*⁵.

L'hydrogène dispose d'un potentiel intéressant mais encore limité, notamment à cause des contraintes spécifiques qu'il impose aux appareils et la place marginale qu'occupe la production d'hydrogène dans le mix énergétique. Néanmoins, si la recherche parvient à résoudre certaines difficultés techniques celui-ci offrirait de nouvelles solutions à long terme pour améliorer la résilience des chaînes d'approvisionnement des forces aériennes.

1 RuthAnne Darling. « [Hydrogen as military fuel](#) » *Department of Defence*, 2008.

2 J S Ciaravino. « [Study of hydrogen as aircraft fuel](#) » *Naval Postgraduate School*, 2003.

3 *Ibid.*

4 Mark Hemsell et Roger Longstaff. « [Skylon user manual](#) » Oxon, UK, Reaction Engines Limited, 2009.

5 Nicholas E. M. Pasquini. « [NRL's Hybrid Tiger UAV Soars at Demonstration](#) », *U.S. Naval Research Laboratory*, 14 avril 2021.