

AVIATION & HYDROGENE

Toutes les informations synthétisées ci-dessous, sont le résultat de la compilation de nombreuses études internationales dans le but de comprendre ce que l'on peut véritablement attendre de l'hydrogène pour réduire les émissions du transport aérien.

Chapitre 1 : Comprendre l'hydrogène

L'hydrogène n'est pas une énergie mais un moyen de la transporter ou de la stocker notamment pour les énergies renouvelables non disponibles en permanence.

Encore aujourd'hui la principale source d'hydrogène est le gaz naturel, pour l'industrie chimique, notamment la fabrication de l'ammoniac et des engrais azotés, la métallurgie...

Partout dans le monde l'hydrogène est classé suivant sa source de production :

- Energie fossile, gaz naturel, c'est l'hydrogène gris avec une forte émission de CO2.
- Hydrogène bleu : mêmes sources d'énergie mais avec séquestration du CO2
- Hydrogène vert produit par électrolyse de l'eau avec de l'électricité renouvelable.

L'hydrogène peut être stocké sous forme gazeuse mais la solution la plus efficace est sous forme liquide à moins de 253° C, le mot « efficace » n'étant pas vraiment approprié car la part de l'énergie électrique verte de départ perdue pour le stockage et la liquéfaction est évaluée à 18 % ajoutée à la perte d'énergie par rapport à l'électricité consommée pour l'électrolyse, 34 % on arrive à une perte de 52 % environ. Première conclusion : chaque fois qu'il est possible d'utiliser de l'électricité directement surtout ne pas passer par l'hydrogène !

L'hydrogène est la plus petite molécule ! Le problème est le volume nécessaire, quatre fois supérieur au kérosène pour une même quantité d'énergie ; en apparence, l'énergie rapportée au poids est très favorable sauf qu'il faut des stockages volumineux, et très lourds pour assurer la pression mais surtout pour l'H2 liquide, maintenir la température à moins 253°C.

	Diesel	H2	H2
	Kerozen	Compressed	Liquid
Energy density			
Megajoules per liter	36	5	8
Megajoules per kg	45	120	120

Chapitre 2 : Hydrogène & Avion.

Airbus a annoncé au mois de septembre 2020 pouvoir présenter son premier avion à hydrogène en 2035. (voir image en annexe)

L'architecture des avions sera à repenser complètement, car les « *réservoirs actuels ne sont pas adaptés pour embarquer de l'hydrogène* ». Leur taille et leur forme sont à revoir tout comme leur nombre et leur position dans l'avion. « *Plus que les moteurs, ces réservoirs cryogéniques d'hydrogène constituent le principal verrou technologique.*» Ils doivent être cylindriques, ou sphériques pour résister à la pression, donc dans la carlingue à l'arrière comme le prévoit Airbus. Perte de capacité en passagers, il faudra un Airbus 321 pour transporter le nombre de passagers aujourd'hui d'un Airbus A320. Se posera ensuite la question de la position des moteurs sous les ailes. Peut être un sujet intéressant pour réduire le bruit.

Quant aux piles à combustible, elles sont envisagées aujourd'hui pour le système énergétique de l'avion au sol (AP) ou pour des avions à faible nombre de passagers sur distance relativement courte.

L'hydrogène liquide est seulement envisagé par Airbus pour les avions court ou moyen-courriers. Pour le plus long terme un concept d'aile volante est imaginé...

Enfin, concernant les vols long-courriers, seule l'utilisation de kérosène synthétique fabriqué à base d'hydrogène vert et de CO2 capturés dans l'air avec quelques additifs est retenue. Sur le principe, cette solution n'émet pas de CO2 puisqu'elle ne fait que rejeter celui capté dans l'air lors de la fabrication.

En fait, la seule option vraiment crédible est le kérosène synthétique, il ne nécessitera pas vraiment de modifications sur les réacteurs, Il sera progressivement mélangé au kérosène fossile.

Chapitre 3 : Infrastructures aéroportuaires d'approvisionnement

Comme le déclare un expert, on sera confronté au paradoxe « de la poule et de l'œuf » . Pour que l'aviation commerciale puisse lancer des avions à hydrogène, il faudra que les aéroports soient équipés pour les approvisionner. L'investissement sera très lourd et complexe. Il ne sera pas question de livrer de l'hydrogène liquide cryogénique en camion-citerne pour stocker. Les déperditions seront trop importantes et les coûts qui vont avec. Alors soit l'hydrogène est produit par un électrolyseur sur place, soit amené par un pipeline. Là encore un pipeline pour transporter l'hydrogène gazeux sous pression sera bien plus coûteux à construire qu'un simple pipeline pour du kérosène !...

Le kérosène synthétique pourra être utilisé avec les structures de transport et de stockage existantes sur les aéroports, progressivement mélangé au kérosène fossile.

Chapitre 4 : De l'hydrogène vraiment vert ?

Aujourd'hui l'essentiel de l'hydrogène produit dans le monde est extrait d'hydrocarbures fossiles, principalement le méthane.

Après l'annonce au mois de septembre 2020 par Airbus, de son plan hydrogène le collectif de chercheurs toulousains de l'Atecopol (L'atelier d'écologie politique) a publié des critiques notamment concernant ce que représenterait en besoin d'électricité verte la production d'hydrogène d'un grand aéroport comme Paris CDG si tous les avions fonctionnaient à l'hydrogène.

Hypothèses de départ : pour que l'électricité soit 100% verte elle ne peut venir que directement connectée à un système de production solaire ou éolien ou nucléaire. Sur le réseau électrique général ce serait un mix des différentes sources d'énergie.

Pour l'aéroport Paris-Charles-de-Gaulle avec des avions 100 % hydrogène, l'Atecopol a calculé qu'il faudrait entre 10 et 18.000 éoliennes, soit l'équivalent d'un département français, 1 000 km² de panneaux photovoltaïques, ou 16 réacteurs nucléaires.... C'est énorme, difficile à imaginer que l'on puisse en arriver là !...

Chapitre 5 : Impact sur le réchauffement climatique et la santé

Concernant le réchauffement climatique, en admettant que l'hydrogène soit 100 % vert, demeureront les émissions d'oxydes d'azote, les traînées de condensation et la formation de cirrus induits. Donc le « zéro émission » promis par Airbus est une tromperie.

Autour des aéroports, le bruit sera le même à moins de modification très profonde des avions dans une deuxième phase ; es émissions d'oxydes d'azote seront les mêmes ; pour les particules ultrafines pas de réponse trouvée à ce jour mais il n'y a pas de raison que ce soit très différent.

Conclusion

En fait, pour l'aviation commerciale, la seule option vraiment crédible de l'utilisation de l'hydrogène est le kérosène synthétique vert. Il pourra être fabriqué, pour commencer, sur des sites industriels en combinaison avec des produits chimiques par exemple. Pas d'infrastructure spéciale sur les aéroports, même mode d'acheminement, pas de modification importante sur la motorisation des avions. Et surtout une montée en puissance progressive est possible.

Pour l'Atécopol, cette voie de l'hydrogène est ni plus ni moins qu'une impasse. "La question, n'est pas d'être pour ou contre l'aviation mais de poser la question de son usage et de son rôle dans une société, en prenant en compte les limites physiques et écologiques qui conditionnent notre avenir. Envisager le maintien, et a fortiori la croissance du trafic aérien est tout simplement une vision hors-sol qui se heurte à des limites physiques clairement identifiées".

Alors que le secteur du transport aérien souffre de la pandémie Covid 19 et a bénéficié de milliards d'aides d'État, il fallait des engagements. Alors quoi de mieux que promettre zéro émission dans un futur pas trop précis dans une période où le réchauffement climatique semble de plus en plus, et heureusement, retenir l'attention !

Des mots en contrepartie de milliards d'€uros d'aides publiques !

Introducing Airbus ZEROe

Turboprop		 <100 Passengers	 1,000+nm Range
		 Hydrogen Hybrid Turboprop Engines (x 2)	 Liquid Hydrogen Storage & Distribution System
Blended-Wing Body		 <200 Passengers	 2,000+nm Range
Turbofan		 Hydrogen Hybrid Turbofan Engines (x 2)	 Liquid Hydrogen Storage & Distribution System

AIRBUS