

## "Il faut réexaminer la pertinence de l'hydrogène pour l'aviation" (Michel Wachenheim, président de l'Académie de l'Air et de l'Espace)

LaTribune.fr – 7 Juillet 2021

Sommité du transport aérien, Michel Wachenheim, ancien directeur de l'aviation civile française, ancien directeur de cabinet de Dominique Bussereau quand celui-ci était ministre des Transports (2007-2010), ancien ambassadeur de la France à l'OACI, l'organisation internationale de l'aviation civile, et aujourd'hui président de la prestigieuse Académie de l'Air et de l'Espace recommande, dans une interview choc à La Tribune, "de réexaminer la pertinence de l'effort à faire sur l'hydrogène embarqué pour l'aviation". Alors qu'Airbus table sur un avion à hydrogène en 2035, cette solution ne pourra s'appliquer à cet horizon-là qu'aux avions de petite taille, un segment de marché insuffisant pour supprimer les émissions de CO2 du secteur. Michel Wachenheim pousse "les décideurs publics ou privés à une gestion des priorités qui soit plus universelle et orientée vers l'urgence des décisions à prendre". Autrement dit de concentrer les efforts sur le développement des carburants alternatifs. Il préconise par ailleurs une évolution de l'OACI, l'organisation internationale de l'aviation civile, et notamment de la fameuse Convention de Chicago qui régit le secteur.

**LA TRIBUNE - Airbus entend lancer un avion à hydrogène d'ici à 2035. Cela est-il possible selon vous et si oui quel type d'avion pourrait voler à l'hydrogène à cet horizon-là ?**

**MICHEL WACHENHEIM\*** - Airbus a déjà présenté publiquement ses différents projets et fera certainement d'autres annonces lorsque ses travaux de recherche seront plus avancés. L'Académie de l'Air et de l'Espace a organisé en mars dernier, sous la présidence de Madame Violetta Bulç, ancienne Commissaire européenne aux transports, un colloque dont l'objet était de mettre en évidence les voies et moyens de la décarbonation du transport aérien, sans tabous ni concessions, en donnant la parole à des acteurs extérieurs, à des jeunes et à des points de vue non européens. Bien évidemment, l'innovation technologique tient une large place dans la feuille de route qui mène à la neutralité carbone totale pour l'aviation. Les experts entendus considèrent unanimement que l'utilisation d'hydrogène pour propulser des avions court-courriers n'est pas hors de portée, même si de nombreuses difficultés restent à résoudre. Quelles sont-elles ?

- La taille et le poids des réservoirs : même si son rapport énergie/masse est environ 3 fois plus élevé que celui du kérosène, la densité très faible de l'hydrogène nécessitera des volumes 4 fois plus grands pour l'hydrogène liquide à -253°C, 6 fois plus grands pour l'hydrogène comprimé à 700bars, ce qui alourdira l'avion et entraînera de plus une surconsommation ;
- La complexité des systèmes de gestion des circuits d'alimentation des moteurs, de l'évaporation permanente d'hydrogène, de l'étanchéité des circuits, qui devront respecter les normes de sécurité du transport aérien et sans doute de nouvelles normes qui restent à établir, beaucoup plus drastiques que celles de l'industrie spatiale conçues pour des vols de courte durée ;
- La disponibilité d'infrastructures de production et de distribution sur les aéroports accueillant ces avions, respectant les normes de protection environnementales spécifiques et coexistant pendant le temps nécessaire avec les autres moyens d'avitaillement en kérosène et en carburants durables actuels ou à venir.

Ce ne sont là que les principaux défis. L'innovation technologique permettra sans doute d'en rele-

ver un certain nombre, mais les contraintes de volume et de poids (qui relèvent des lois de la physique, valables aujourd'hui, en 2035 et au-delà !) pourront difficilement être contournées, ce qui fait que ce type de propulsion ne pourra être envisagé à court et moyen terme que sur des avions à rayon d'action de 500 à 1000 km pour l'hydrogène gazeux, et environ jusqu'à 2000 km pour l'hydrogène liquide, selon les chiffres avancés par les experts présents au colloque de l'Académie en mars dernier. Ainsi cette solution, pour aussi séduisante qu'elle soit, n'impactera que très minoritairement les émissions de l'aviation dont les deux tiers proviennent des vols moyens et long-courriers.

Ce constat doit aussi être évalué au regard de la politique de flotte des compagnies aériennes. La coexistence d'avions de technologies très différentes, si elle n'est pas impossible, est plus difficile à gérer à tous points de vue (interopérabilité, flexibilité des affectations d'appareils aux différentes dessertes, formation des personnels techniques, maintenance). La disponibilité d'avitaillement en hydrogène deviendra un facteur de rigidité, au moins jusqu'à ce que suffisamment d'aéroports soient équipés.

**-L'hydrogène ne pourra donc pas être utilisé sur les avions moyen-courriers, le gros de la flotte mondiale, et encore moins sur les long-courriers. Que préconisez-vous pour réussir la décarbonation de l'aviation?**

Parmi les enjeux de la décarbonation du transport aérien, figure la nécessité de réduire les émissions dès maintenant. Cela a été rappelé fortement par Valérie Masson-Delmotte, co-présidente du groupe 1 du Groupe d'experts intergouvernementaux sur l'évolution du climat (GIEC) et plusieurs autres intervenants. Si la neutralité carbone en 2050 est un objectif important, la quantité de gaz à effet de serre émis entre maintenant et 2050 est aussi un enjeu important. L'Académie de l'Air et de l'Espace ne pense pas que l'allocation d'un budget carbone calculé au prorata des émissions actuelles (ou de 2018) soit la bonne formule. Il faut tenir compte de l'utilité sociale des différents secteurs d'activité et des capacités à se décarboner rapidement afin d'optimiser la répartition des efforts. Mais néanmoins, toutes les mesures pour diminuer les émissions à partir de maintenant et de façon la plus rapide possible doivent être faites. Il faut poursuivre la politique d'innovation sur les technologies actuelles. Les experts évoquent des réductions supplémentaires de consommation de 40%. En parallèle se présentent des perspectives très prometteuses en matière de carburants durables, solution que plusieurs pays privilégient par rapport à l'hydrogène, pour l'aviation cela s'entend, car l'hydrogène est une solution intéressante pour de multiples autres secteurs.

L'industrie a déjà démontré la possibilité de mélanger des biocarburants au kérosène classique à hauteur de 50% et a entrepris de poursuivre sur cette voie jusqu'à 100%, sans difficulté technique majeure. Dans cette hypothèse, les émissions de CO<sub>2</sub> pourraient être réduites de 80%, avec, de plus, une diminution des émissions de particules de 70%. Dans ce cas, le seul frein à cette défossilisation significative serait leur disponibilité, indépendamment de leur coût pour lequel des incitations devraient convaincre les compagnies aériennes de les utiliser. Des projets de développement de filières de biocarburants de synthèse principalement lignocellulosiques (BTL : bio to liquid) ont été lancés notamment en Allemagne, au Royaume-Uni et aux Etats-Unis.

L'étape suivante sera la fabrication de carburants synthétiques à partir d'hydrogène provenant de l'électrolyse de l'eau et de carbone issu de gaz carbonique prélevé dans l'air (PTL : power to liquid). Lorsque ce pétrole synthétique brûle, il restitue à l'atmosphère le CO<sub>2</sub> précédemment capté. Le procédé est actuellement à un niveau préindustriel aux Etats-Unis et en Allemagne. Un projet serait en préparation en France.

Il est clair que nous disposons là d'une solution neutre en émission de CO<sub>2</sub>, tout comme l'hydrogène, à condition dans les deux cas que toute l'opération se fasse à l'aide d'électricité décarbonée (renouvelable ou nucléaire). Le bilan énergétique des deux solutions est comparable. La différence importante est que le PTL sera utilisable sur tous les avions, et que les développements des BTL, puis des PTL peuvent démarrer dès maintenant et progresser en fonction des moyens qui leur seront consacrés. Les ruptures technologiques seront faibles et la distribution sur les aéroports beaucoup moins compliquée. En termes de coûts, dans la mesure où les innovations technologiques actuelles peuvent encore permettre de diminuer les consommations (1,5l par passager au 100km est imaginable), les surcoûts du PTL seront limités (on évoque +10€ sur un Paris-Toulouse, et +100€ sur un Paris-New-York).

### **Faut-il donc reconsidérer l'hydrogène ?**

Au vu des travaux qu'elle a menés, l'Académie de l'Air et de l'Espace recommande en effet de réexaminer la pertinence de l'effort à faire sur l'hydrogène embarqué pour l'aviation, en tenant compte du potentiel mondial de la solution PTL et des limites des ressources R&D. Il ne s'agit pas de nier la faisabilité de la solution hydrogène (même si elle n'est que partielle), mais plutôt d'engager les décideurs publics ou privés à une gestion des priorités qui soit plus universelle et orientée vers l'urgence des décisions à prendre. La technologie a beaucoup de réserves d'innovation et les concepteurs peuvent relever beaucoup de défis. Ceux qui n'y croient pas se trompent, mais la technologie n'est pas la seule dimension à considérer.

### **-Les aéroports, et ADP notamment, investissent beaucoup dans l'hydrogène, auront-ils les moyens de faire machine arrière ?**

Que des aéroports européens souhaitent accompagner la stratégie des institutions publiques se comprend parfaitement. Cette stratégie peut paraître toutefois paradoxale lorsqu'elle consiste à soutenir la technologie qui s'appliquera principalement aux liaisons régionales et court courrier, que par ailleurs certains voudraient faire disparaître au bénéfice du transport ferroviaire. Je ne doute pas qu'Aéroports de Paris, aéroport de taille mondiale, s'intéresse de la même façon au développement des futurs carburants durables, et que sa stratégie évoluera également en fonction des développements au sein de l'industrie aéronautique au niveau mondial.

Il est évident que pour accompagner le développement d'avions propulsés à l'hydrogène liquide, il faudrait aussi soutenir l'équipement des aéroports à vocation régionale ou court-courrier.

### **-Que doit faire selon vous l'organisation de l'aviation civile internationale (OACI) en termes de réglementation ?**

Dans la décarbonation du transport aérien, la dimension internationale est fondamentale, car il est difficile de mettre en œuvre des politiques nationales et même régionales, relatives à un marché qui est à 70% international dont l'exploitation repose sur une réglementation technique internationale et des accords diplomatiques entre Etats. L'Union européenne l'a constaté à ses dépens en 2012, lorsqu'elle a tenté d'imposer unilatéralement une régulation des émissions aux vols internationaux, sans accord des pays concernés. Il a fallu faire machine arrière, mais la conséquence positive a été de faire progresser la politique de l'Organisation de l'Aviation Civile Internationale (OACI). Sans la pression européenne, le système de compensation des émissions de l'aviation internationale (CORSA) n'existerait sans doute pas encore. Aucun autre secteur d'activité n'a

réussi à se fixer un objectif de limitation des émissions au niveau mondial. Mais est-ce suffisant ?

Un effort considérable reste à faire : la limitation des émissions de l'aviation internationale à leur niveau de 2020 (en réalité 2019 compte tenu de la pandémie) est très loin de l'objectif de zéro émission en 2050, nécessaire pour que le réchauffement ne dépasse pas les objectifs de l'Accord de Paris (2°C). L'OACI doit donc accomplir un « saut quantique ». Au cours de sa prochaine Assemblée qui se tiendra en septembre 2022, un certain nombre d'Etats vont soutenir l'adoption d'un objectif d'émissions à long terme.

Concernant la répartition des efforts à faire, l'organisation est le lieu d'un débat permanent relatif aux modalités de leur répartition entre Etats : comment tenir compte à la fois du principe de responsabilité commune mais différenciée figurant dans le protocole de Kyoto (1997) et l'accord de Paris (2016), et du principe de non-discrimination à la base de la convention de Chicago (1944) qui a créé l'OACI. Il y a bien eu des exemptions au CORSIA, mais elles sont limitées. L'OACI avance donc au rythme du plus petit commun dénominateur. Il faut tenir compte des besoins des pays dont l'économie est fortement dépendante du transport aérien, et en conséquence calibrer l'effort des autres sans perdre de vue l'objectif global.

L'Académie de l'Air et de l'Espace préconise qu'une forte impulsion politique soit donnée en amont de l'Assemblée de l'OACI de 2022, par exemple en mettant la stratégie climatique de l'OACI à l'ordre du jour d'une réunion internationale (un Chicago II), sachant que la France qui va assurer la présidence de l'Union Européenne au 1er semestre 2022, pourrait jouer un rôle particulier. L'Académie recommande également que cette réunion soit l'occasion de lancer une réforme profonde de l'organisation dont la lourdeur des procédures freine les progrès, et n'est pas adaptée à l'adoption rapide de nouvelles normes, y compris techniques, indispensables à la mise en œuvre des innovations.

Comme indiqué précédemment, l'utilisation des carburants durables, puis des PTL ultérieurement, représente une des voies les plus efficaces pour agir dès maintenant. Le marché ne fera pas tout, les transporteurs devront être incités ou contraints par des réglementations. Le renouvellement accéléré des flottes est également un moyen d'action efficace à court et moyen termes. Il faudra des incitations. Des procédures opérationnelles pourraient être favorisées par rapport à d'autres. Il est clair que ces orientations nécessitent de revoir la politique de transport aérien au niveau mondial. C'est aussi un des rôles de l'OACI d'organiser ce débat dans le cadre des conférences de transport aérien qui réunissent tous les Etats environ une fois par décennie, la dernière datant de 2011. L'Académie préconise l'organisation d'une 7ème conférence de transport aérien ayant pour objectif d'adapter la politique mondiale de transport aérien à la stratégie de lutte contre les changements climatiques qui sera définie par l'Assemblée de 2022.

### **-Quelles sont vos autres recommandations ?**

Le transport aérien et l'industrie aéronautique se mobilisent pour aller jusqu'au bout et approcher le « net zéro émission ». Le transport aérien international a relevé le défi de la sécurité (moins de 1000 morts par an). Il y a tout lieu de penser qu'il relèvera celui du défi climatique, et que les innovations qui verront le jour bénéficieront aussi à d'autres secteurs. Toutefois le secteur aérien a quelquefois du mal à convaincre. Certains lui attribuent une part des émissions bien au-delà de ce qu'elle est vraiment, d'autres ne pensent qu'à le contraindre à décroître. Dans ce contexte, l'Académie de l'Air et de l'Espace considère qu'il faut aborder la question de l'utilité sociale du transport aérien de façon directe, mais aussi équilibrée. C'est vrai que 1% de la population mondiale émet

50% du CO2 total du transport aérien. Tout comme 1% de la population détient la moitié de la fortune mondiale. Ce constat se rapporte au fonctionnement de nos sociétés, pas à celui du transport aérien.

A quoi sert le transport aérien ? Quelle est son utilité sociale ? Pourrait-on s'en passer ? Les sociologues que nous avons sollicités nous suggèrent des voies de réflexion : le déplacement est un instrument de développement aussi bien individuel que collectif. Mais la perception est différente selon que l'on se trouve dans des pays développés disposant de moyens de substitution ou dans des pays enclavés dont l'économie repose sur la desserte aérienne. Des réflexions sur les usages du transport aérien sont nécessaires.

L'Académie recommande la création d'un forum des usages de l'aviation, qui pourrait être européen. Celui-ci devrait rassembler toutes les parties prenantes, internes et externes au secteur, les citoyens et les pouvoirs publics, en associant largement les jeunes générations. Elle suggère que cette initiative soit prise par une institution européenne, par exemple le Parlement Européen.

**-En France, certaines voix préconisent la décroissance du transport aérien, que leur répondez-vous ?**

Qu'il est plus facile d'être idéologue du déclinisme que d'entreprendre pour une vie meilleure. Les solutions existent, peut-être pas pour multiplier par 4 le trafic aérien mais pour une croissance faible chez nous, forte dans les pays qui en ont fortement besoin, et au total bonne pour l'Humanité...

\*Michel Wachenheim est Polytechnicien, ingénieur de l'École Nationale de l'Aviation Civile (Toulouse). Il a été Directeur général de l'aviation civile, Directeur de cabinet du ministre des transports Dominique Bussereau et Ambassadeur représentant la France à l'OACI dont il a présidé la 38ème Assemblée (2013). Il préside l'Académie de l'Air et de l'Espace depuis le 1er janvier 2021.