

Le transport aérien et ses moyens à un horizon prospectif.

Par [Jean-Claude RIPOLL, membre titulaire](#)

Le système de transport aérien n'a cessé d'évoluer et pouvait passer pour arriver à maturité lorsque se sont précisées les contraintes majeures sur les ressources énergétiques et sur les impacts climatiques. Elevées au rang de « crises » ces contraintes reçoivent un traitement différencié dans l'opinion sous l'influence des médias politisés : l'urgence climatique a tout envahi, de façon plutôt désordonnée, pendant que la véritable urgence énergétique est oubliée, ou dissimulée. La crise sanitaire, bien réelle et immédiate, de la pandémie de COVID-19, a bien évidemment touché profondément le transport aérien. L'impact profond et prolongé en a complètement changé les perspectives, et les prévisions les plus dithyrambiques des lobbys ont cédé la place à des ambitions plus nuancées. D'une part la croissance et le niveau du trafic sont revus fondamentalement à la baisse, d'autre part les pratiques issues des contraintes majeures appellent d'autres réductions. Les mécanismes sociaux –économiques régissant la demande de mobilité aérienne sont complexes et dépendent de méta paramètres tels que la démographie, la résolution des inégalités, l'évolution « civilisationnelle » de nombreux pays, et les changements climatiques. Il est donc prétentieux de vouloir décrire le système futur, seule une forme d'extrapolation est possible. Cette approche est cohérente avec l'inertie du système : malgré des cadences impensées dans les années '80 le renouvellement des flottes est très progressif, et les infrastructures lourdes des aéroports sont stabilisées.

Bien évidemment l'aérien continuera ses efforts pour réduire la consommation du vecteur d'énergie moteur du vol. Il s'agira encore longtemps principalement du kérosène puis d'un substitut drop in, produit industriel issu de diverses matières premières. Le changement, progressif, répondra à la raréfaction du pétrole brut. Dans ce contexte la qualification « renouvelable » correspond au choix d'une ressource indéfiniment disponible. La visée d'une réduction significative de l'empreinte climatique pilotera le choix de ces matières premières ; il s'agit là d'une contrainte qui pourrait réduire la disponibilité pratique, même si le système accepte de payer très cher le produit. La fréquentation en souffrira plus ou moins.

La réduction de consommation, en dehors de la réduction du trafic, proviendra de la technologie, de l'organisation et des relations entre les deux. Les progrès techniques des formules en service paraissent désormais asymptotiques. Le fil

directeur de réduction de la masse embarquée conduit à substituer de nouveaux modes de transmission de la puissance et de l'information, ce qui a des limites. Les conditions sont réunies pour l'émergence d'un « saut » d'un ordre de grandeur analogue au passage du piston au turboréacteur. Le domaine qui permettra ce saut n'est pas identifiable, mais résultera plus probablement d'un changement fondamental dans le concept de mobilité aérienne. L'organisation est essentiellement celle de l'espace aérien pour permettre des mouvements de plus en plus nombreux et diversifiés en forte sécurité. Même avec les appareils courants et sans bouleverser les principes de base il y a un potentiel d'améliorations non négligeable au regard des enjeux. Enfin une optimisation de l'ensemble reste à faire, les règles de gestion de l'espace visant l'économie, et les performances des appareils facilitant la gestion.

Ces domaines poursuivront donc pour un temps une amélioration incrémentale pour ce qui concerne les activités de transport aérien bien connues. On abordera plus loin une phase ultérieure. Mais à côté de ces classiques se développent des secteurs nouveaux ouverts par des progrès techniques dans des domaines restés secondaires dans les formules en service. Au premier chef la motorisation électrique ; l'électricité permet facilement la distribution et la gestion de puissance, et les moteurs électriques ont énormément gagné en puissance unitaire. Les formules multi-rotors de petite taille ont proliféré grâce à la miniaturisation des calculateurs des lois de commandes de vol adaptées à la motorisation électrique de ces formules. Les qualités de vol permettent une télécommande simple. Le passage à une taille supérieure n'est limité que par le problème de la source d'énergie. Là encore l'électricité offre un stockage physique acceptable pour une charge utile et un rayon d'action limités. Il faut donc prévoir la multiplication de services aériens compatibles avec ces contraintes, chaque fois que le contexte sera favorable. La gestion des basses couches de l'espace aérien en deviendra plus difficile, sans doute au détriment de l'optimisation. Le moins pénalisant devrait être la Mobilité Aérienne Urbaine, son automatisation posant des problèmes internes à ce concept. Il faut bien noter aussi que ces formules n'ont pas encore montré leur validité en conditions réelles d'emploi dans tout contexte y compris météorologique. Le franchissement des derniers TRL et la certification demanderont du temps. La question de l'empreinte climatique de l'électrification n'est pas propre à l'aérien, qui de toute façon ne mettra toujours en œuvre qu'une faible partie de l'énergie utile à l'ensemble des activités humaines. Un facteur favorable réside dans l'informatisation avancée (sous le sigle IA) de tous les

processus de conduite et de gestion des vols, allant jusqu'à une autonomie complète pour les missions brèves, partielle au-delà.

Dans ce tableau intervient l'autre vecteur d'énergie que peut être le dihydrogène, dit simplement hydrogène. Ce combustible (pas carburant) intéresse tous les secteurs. Au premier chef la mobilité urbaine pour éviter la pollution, problème de santé publique immédiat. Il est désolant que la présentation médiatique en fasse une source d'énergie ne produisant pas de CO₂. Toutefois on constate la multiplication de publications plus solides éclairant la question, heureux effet de l'engouement des gouvernements. Ce gaz étant très utilisé dans l'industrie il existe une expérience pour passer à d'autres usages tels que la mobilité. L'avantage de ce gaz est de pouvoir être utilisé pour produire ou de la chaleur concentrée massive ou de l'électricité par combustion dans une pile. Les deux modes peuvent servir à une propulsion. L'aspect climatique renvoie au mode de production du vecteur et concerne tous les usages, avec les dimensions correspondantes. La distribution et la manipulation de l'hydrogène au sol et à bord sont les points clés à traiter pour une application aéronautique.

Que sera alors le « saut » de la filière technologique transport aérien ? Nécessairement une combinaison nouvelle de technologies disponibles dans l'ensemble du champ, combinaison adaptée aux exigences de l'aérien ainsi qu'aux objectifs de l'activité, c'est-à-dire d'abord la satisfaction d'une demande multiforme, sous réserve du respect d'une éthique en relation avec l'avenir de l'humanité.

Toutes les combinaisons présentées à ce jour conduisent à des architectures et procédés mettant en cause la vitesse du vol, donc l'altitude. Ces formules ne satisferont pas la totalité de la demande, mais pourraient mieux s'inscrire dans l'ensemble des mobilités, rationalisées par la spécialisation selon le service rendu dans tous les domaines. A ce compte le transport aérien, en élargissant sa définition, pourra poursuivre une croissance ajustée aux besoins engendrés par les évolutions évoquées en entrée. En ajoutant tous les usages autres que le transport commercialisé l'industrie peut encore perdurer sinon prospérer, sans toutefois risquer un effet de « bulle ».

Le tableau final est marqué par la multiplication des types d'aéronefs et de leur motorisation, la constitution de nouveaux et nombreux réseaux de services, une forte occupation des espaces aériens, une nécessaire coopération entre modes, et par suite une diversification des métiers et compétences.

Toutes les conquêtes de territoires ont suscité des mythes et des héros, avant de sombrer dans la banalité. La conquête de l'air n'avait pas totalement subi le même sort, comme le montrent les foules aux meetings aériens, les attaques actuelles montrent aussi que cet âge d'exception est fini. La mobilité aérienne s'insère désormais dans la banalité, cela peut chagriner mais c'est le gage de sa pérennité.