

Ravitaillement en vol automatique

AIRBUS PREND LES DEVANTS

Par **Bruno Etchenic** // Spécialiste en aviation militaire



Ayant réussi le pari de devenir leader sur un marché international alors entièrement dominé par les États-Unis, Airbus Defense & Space ne compte pas lâcher la couronne. Malgré son échec dans les années 2010 sur le marché américain, bien trop protectionniste, Airbus compte bien rester leader à l'international dans le secteur des avions ravitailleurs de grande capacité.

Proposant déjà un appareil plus performant que le KC-46 de Boeing, le constructeur européen, au travers des programmes A3R et A4R gérés par Airbus Defense & Space en Espagne, cherche à la fois à maintenir son avantage concurrentiel et à proposer des briques technologiques innovantes pour les programmes futurs, notamment en matière de ravitaillement automatisé. Sans ravitaillement en vol, point de salut. Les forces aériennes disposant d'une flotte cohérente d'avions de ravitaillement en vol peuvent faire entrer le combat aérien dans une nouvelle dimension. Grâce aux ravitailleurs, et en fonction de la situation tactique et stratégique, les avions de combat peuvent réaliser des missions beaucoup plus longues, plus lointaines et plus complexes.

Photo ci-contre :
Le ravitaillement en vol est au cœur des opérations aériennes occidentales. La mise en service d'un nombre croissant de drones et d'aéronefs optionnellement pilotés a poussé Airbus Defence & Space à développer des technologies de ravitaillement en vol automatique très en avance sur les systèmes du concurrent américain Boeing. (© Airbus Defence & Space)

Les avions de combat sont par définition des engins rapides et maniables, mais relativement peu endurants. Si une armée disposant de moyens limités peut se contenter d'une doctrine de défense aérienne, avec éventuellement quelques moyens destinés au soutien aérien à proximité de ses frontières, elle restera de facto limitée à une zone d'action locale, sans capacité d'influence régionale ou mondiale. À moins de disposer de bases avancées en sol étranger, ou de porte-avions, la seule solution pour étendre le rayon d'action de sa force aérienne – vecteur d'influence géopolitique – repose donc sur l'utilisation de ravitailleurs en vol.

DUEL ENTRE BOEING ET AIRBUS

Il existe plusieurs types de ravitailleurs en vol, depuis l'avion de combat équipé de nacelles de ravitaillement jusqu'au ravitailleur basé sur un avion long-courrier profondément modifié et entièrement consacré à cette mission, en passant par des avions de transport équipés de kits de ravitaillement amovibles.

Le choix du type de ravitailleur est fonction de plusieurs paramètres, tant opérationnels que budgétaires. Étant une grande consommatrice de ravitaillement en vol, tant pour ses bombardiers que pour ses chasseurs et avions de transport, l'US Air Force est équipée d'avions spécifiques lourds, dérivés d'avions de ligne civils, qui se sont rapidement imposés comme des standards dans d'autres forces aériennes. Si l'US Navy – et par extension la Marine nationale – a aussi d'importants besoins en ravitaillement pour son aéronavale, il ne lui est bien sûr pas possible d'emporter des avions ravitailleurs de près de 200 tonnes à bord de ses porte-avions, ce qui lui impose d'utiliser des avions de combat dotés de nacelles spéciales pour accomplir cette tâche. Ce mode de ravitaillement, dit « buddy-buddy »,



Photo ci-dessus : Ravitaillement en vol automatique, par un A330MRTT singapourien, d'un autre A330MRTT. Singapour, qui a besoin de pouvoir ravitailler rapidement ses chasseurs dans un temps et un espace limités, est le client de lancement d'A3R, et a participé activement au développement du nouveau système. (© Airbus Defence & Space)

a historiquement aussi été utilisé par certaines forces aériennes qui n'avaient pas les moyens de se doter de gros ravitailleurs, dont le coût peut dépasser les 250 ou 300 millions de dollars. Mais depuis une vingtaine d'années, avec la réduction des flottes de chasseurs et l'accroissement des besoins en matière de projection de force, de plus en plus de pays semblent vouloir s'équiper de ravitailleurs lourds, y compris avec des microflottes.

De fait, le marché des ravitailleurs lourds a longtemps été dominé par les États-Unis, dont les besoins domestiques ont représenté la quasi-totalité de la flotte mondiale. Au début de la première décennie du XXIe siècle, sur 900 ravitailleurs en service dans le monde, 730 l'étaient aux États-Unis, dont 650 « tankers » pour la seule USAF, massivement équipée en KC-135, un lointain cousin du Boeing 707, qui a dominé le marché des avions de ligne dans les années 1960. C'est dans ce contexte de quasi-monopole américain qu'Airbus Defense & Space décida de mettre un premier pied dans la porte en 1998, avec l'A310MRTT. Programme géré par EADS Germany à l'époque, il visait à fournir quatre ravitailleurs pour l'Allemagne et deux pour le Canada. Mais c'est avec le programme A330MRTT qu'Airbus est entré dans la cour des grands. Géré par Airbus en Espagne, qui se charge du développement et de la conversion des A330 civils sur son site de Getafe, le constructeur européen a brisé le monopole américain en proposant un appareil bien plus performant que le nouveau Boeing KC-767/KC-46, basé sur un B767 largement inférieur à l'A330 en matière de carburant transférable, de rayon d'action, de volume et de masse de fret.

Le marché ne s'y est pas trompé. Hors États-Unis, Airbus Defense & Space est désormais le leader incontesté sur le marché international. Depuis 2007, 68 appareils ont été vendus : 40 pour les pays membres du consortium européen, considérés comme un marché domestique, et 28 à l'export, contre seulement 19 KC-767 et KC-46A pour son rival américain. En prenant en considération le poids politique à l'international sur lequel s'appuient les constructeurs américains, la performance mérite d'être soulignée.

LE RÔLE ESSENTIEL DES RAVITAILLEURS EN VOL

Le ravitaillement en vol offre aux forces aériennes trois scénarios dans lesquels les limitations inhérentes à l'autonomie des avions de combat sont levées :

• *un temps de présence sur zone plus important*. À l'écart de la zone d'action, les chasseurs font des allers-retours entre leur zone de mission et la station-service volante (dans l'USAF les zones sont souvent nommées à l'image des opérateurs de stations-services américains : Texaco, BP, Repsol, etc.) qui maintient des trajectoires en forme d'hippodrome. Grâce au ravitaillement, une paire de chasseurs en mission CAP ou CAS reste disponible sur zone des heures durant, évitant d'avoir à compter sur un nombre d'avions et d'équipages trois ou quatre fois supérieur sinon ;

• *un rayon d'action plus important.* Accompagnant des raids longue

distance, quelques ravitailleurs permettent d'étendre la portée d'action jusqu'à une dimension stratégique. Depuis leur base de départ, plusieurs avions de combat peuvent rejoindre une zone d'action à plusieurs milliers de kilomètres de distance. Cela permet d'utiliser un chasseur bombardier comme on pourrait le faire avec un bombardier stratégique, pour un coût bien moindre ;

• *un déploiement à très longue distance*. Sans ravitaillement en vol, il est très difficile de déployer des avions à l'autre bout du monde en toute sécurité, sauf à faire des sauts de puce qui s'étalent sur des jours, et qui imposent une gestion administrative et diplomatique complexe. Avec des ravitailleurs, la limite est imposée par la résistance physiologique des pilotes, et des vols non-stop de 10 h deviennent monnaie courante.

Le ravitaillement en vol est l'une des activités pratiquées par les seuls pilotes militaires, et qui a permis, en concurrence avec l'appontage réalisé par les pilotes marins, de consacrer la fameuse expression « n'est pas un sport de masse ». Cette allégation n'est pas usurpée.

Connecter en vol deux avions volant entre 300 et 400 nœuds pour transférer du carburant n'est pas chose aisée. Le moindre incident, comme une casse de gland, du boom ou l'arrachage d'un flexible, peut compromettre toute une mission. À moins de disposer de moyens très étendus comme pour l'USAF, les ravitailleurs sont des denrées rares et précieuses.

Cette rareté pousse les forces aériennes qui en sont dotées à chercher l'optimisation constante de leur flotte, qui se compose bien souvent d'une petite poignée d'appareils. En soi, le choix de l'A330MRTT au détriment du KC-767/KC-46 est déjà une forme d'optimisation, puisqu'il permet, lors de chaque vol, de transférer plus de carburant, à plus grande distance. Néanmoins, l'augmentation croissante des tensions en Europe comme en Asie ou au Moyen-Orient impose d'élever encore le rythme des ravitaillements et d'en améliorer drastiquement la sécurité, non seulement pour augmenter le tempo des opérations de combat, mais aussi pour réduire la fenêtre de vulnérabilité que constitue la période du ravitaillement. L'une des clés pour cette amélioration du ravitaillement aérien semble passer par l'automatisation, puis l'autonomisation, des procédures et des technologies.

AUTOMATISATION DU RAVITAILLEMENT AÉRIEN

Non content de proposer la plateforme de ravitaillement la plus performante actuellement disponible sur le marché, Airbus Defense & Space s'est donc engagé dans une démarche d'amélioration du ravitaillement via son automatisation, au travers des programmes A3R et A4R, menés depuis l'Espagne. Iván García Ferreiros, le responsable marketing et expert technique du programme MRTT qui pilote ces projets a accepté de répondre aux questions de *DefTech* et de nous faire une présentation de l'état des différents programmes en cours, dont voici les principaux points clés.

AUTOMATIC AIR TO AIR REFUELLING (A3R)

Le système A3R vient d'être livré à l'armée de l'air singapourienne, et déclaré opérationnel pour les opérations de jour. En tant que première étape vers un ravitaillement réellement autonome, l'objectif du système A3R n'est pas de se substituer à l'opérateur gérant le ravitaillement, mais d'alléger sa charge de travail, tout en sécurisant l'opération délicate du ravitaillement en vol. Le système A3R utilise les mêmes caméras et les mêmes pupitres que ceux présents à bord d'un A330MRTT standard, mais un ordinateur contenant un algorithme de reconnaissance d'image est interfacé entre les deux derniers éléments cités. Ce programme informatique est ainsi capable de reconnaître l'avion cible et d'identifier son réceptacle de ravitaillement, et est alors en mesure de piloter automatiquement la perche du ravitailleur afin d'en améliorer la rapidité de déploiement, d'en optimiser les déplacements et de faciliter le contact avec le réceptacle. Il est capable également de réagir plus rapidement qu'un opérateur humain si, du fait d'une erreur de pilotage ou de turbulences, l'avion cible sort de la zone de contact, offrant une sécurité. En effet, même en automatisant les actions du côté du « tanker », tout ravitaillement en vol repose également en grande partie sur le pilotage de précision de l'avion



Dans le cadre d'A4R, le drone cible Do-DT25 a servi de base aux démonstrateurs Auto'Mate. Les premiers essais, qui ont servi à défricher technologies et procédures, ont été menés par Airbus D&S et Airbus UpNext, l'entité consacrée à l'innovation chez le géant européen. (© Airbus)



ravitaillé. Un pilotage de précision pas toujours évident lors des longues opérations de combat, dans des conditions climatiques parfois incertaines.
Pour l'heure, avec A3R, les opérateurs de ravitaillement sont toujours présents dans la boucle, afin de pouvoir gérer tous les (inévitables) imprévus. L'automatisation permet cependant d'alléger fortement le stress et l'occurrence d'erreurs, pour des missions qui durent parfois de longues heures, et pour lesquelles il est difficile d'assurer une concentration maximale tout en gérant la fatigue. La prochaine étape du système A3R, en cours de développement, sera de rendre compatibles les opérations automatiques dans toutes les conditions, y compris de nuit. Cela nécessitera le remplacement des caméras actuelles par des modèles équipés de senseurs avec un spectre élargi au proche infrarouge, mais l'opération reste assez simple et ne demande pas de longue immobilisation ou de refonte en profondeur du système. Les A330MRTT déjà livrés sont donc potentiellement tous compatibles avec l'installation du système actuel et de ses futures évolutions.

Photo ci-dessus : La technologie A4R n'est pour l'heure pas compatible avec le ravitaillement par panier. Airbus travaille néanmoins avec Cobham sur des technologies de stabilisation du panier, qui pourraient simplifier le travail des pilotes d'avions ou d'hélicoptères dans la phase très délicate du ravitaillement en vol. (© US DoD)

AUTONOMOUS ASSETS AIR-TO-AIR REFUELLING (A4R)

Si A3R répond déjà à un besoin bien réel, l'objectif final d'Airbus est de pouvoir proposer des solutions de ravitaillement 100 % automatiques, où les mouvements à la fois du ravitailleur et du ravitaillé pourront être contrôlés avec précision. Cette brique supplémentaire dans un futur ravitaillement totalement automatique de bout en bout en est à l'étape du développement d'un démonstrateur technologique. Airbus Defense & Space ne travaille pas ici pour répondre à une demande client, mais est dans une pure démarche prospective afin de construire l'une des briques technologiques qui permettront dans un futur proche de pouvoir complètement automatiser le ravitaillement, y compris à destination de drones de grande taille.
En plus du contrôle de la perche de ravitaillement, hérité d'A3R, A4R doit donc pouvoir prendre également en main le pilotage de l'avion ravitaillé, depuis la phase d'approche, la gestion et le contrôle de la file d'attente, jusqu'au contact et au transfert de carburant. Pour ce faire, il est donc impératif d'établir des protocoles permettant au système A4R de prendre le « contrôle » de l'avion client. Des essais ont déjà eu lieu à l'aide de drones cibles DT25 en mars dernier en Espagne. Quatre drones ont pu s'approcher d'un ravitailleur A310MRTT qui a pris le relais d'une station au sol afin de gérer le vol en formation des drones et leur approche derrière le MRTT. La cible de ces essais n'est cependant pas de développer un produit qui permettrait de remplacer la phase critique d'approche et de contact piloté pour les avions actuels. Même si, dans l'absolu, ce serait techniquement possible, prendre le contrôle d'un avion piloté nécessiterait d'envoyer des instructions de « pilotage » via un protocole qui reste à développer, puis de l'implémenter dans les différents modèles d'avions, ce qui serait une tâche ardue, et économiquement peu viable.
Le but d'A4R est plutôt de construire des briques technologiques afin de proposer une preuve de concept pour les futurs systèmes de combat aériens, dont les modèles devraient intégrer une grande part d'avions sans pilote, mais peut-être aussi certains avions pilotés. La cible première d'un système comme l'A4R pourrait ainsi être les futurs drones MALE (moyenne altitude,

longue endurance) et surtout HALE (haute altitude, longue endurance), qui pourraient ainsi être développés en envisageant dès le départ une capacité de ravitaillement en vol compatible avec le protocole d'Airbus. Au-delà, une telle capacité pourrait également influer sur la conception des systèmes de combat aérien futurs. Un peu partout dans le monde, ces projets dits de 6e génération envisagent le développement d'avions de combat optionnellement pilotés, de drones d'accompagnement de type « loyal wingman » ou encore de drones de combat de hautes performances. Autant de vecteurs pour lesquels la question du ravitaillement en vol devra se poser. Le projet A4R d'Airbus Defense & Space vise donc à répondre à cette problématique en défrichant en avance de phase ce concept technologique.

D'AUTRES DÉVELOPPEMENTS À VENIR ?

Les programmes A3R et A4R ne concernent que le système de ravitaillement par perche et laissent de côté les systèmes de ravitaillement à base de panier (voir encadré). La raison est simple. Pour le programme A3R, le but est d'automatiser la partie active du pilotage de la perche. Le système de panier étant complètement passif, il n'est pas possible de l'automatiser du côté ravitailleur.
À la question de savoir s'il était possible d'au moins faciliter le ravitaillement par panier, notre interlocuteur chez Airbus nous indique que des contacts ont été noués avec l'entreprise britannique Cobham qui commercialise les nacelles de ravitaillement, afin d'étudier un système de stabilisation du panier à l'aide de gouvernes. L'idée serait alors, ici aussi, de faciliter, de fiabiliser et d'accélérer les phases de ravitaillement pour les forces aériennes qui utilisent cette technologie de transfert de carburant.
En outre, la question de l'automatisation totale du ravitaillement par panier devra également se poser en Europe, et tout particulièrement en France, de la même manière qu'elle se pose déjà aux États-Unis. En effet, avec l'arrivée prévue du PANG (porte-avions nouvelle génération), si la Marine nationale souhaite un jour se doter de drones pour compléter ou partiellement remplacer son groupe aérien embarqué, il lui faudra se pencher sérieusement sur ces nouvelles technologies. Affaire à suivre. ■

PERCHE OU PANIER ?

Les deux systèmes de ravitaillement sont similaires dans leur concept de base. Il s'agira toujours d'une perche de ravitaillement qui ira se placer dans un réceptacle afin d'assurer le contact et le transfert de carburant. Dans le système appelé perche ou boom (plus techniquement, ARBS : Aerial Refuelling Boom System), la perche est pilotée depuis le ravitailleur. L'avion récepteur se place dans un box et maintient une position plus ou moins précise. Charge à l'opérateur ensuite de placer la perche dans le réceptacle de l'avion. Le système étant rigide, il permet un débit près de trois fois supérieur à ce qu'autorise un système par panier (3,6 tonnes de kérosène par minute contre 1,25).
Le système par panier propose une mise en œuvre beaucoup plus simple. Totalement passif, il « suffit » d'installer une nacelle de ravitaillement sur n'importe quel avion pour le transformer en ravitailleur. Les avions ravitailleurs spécifiques équipés de perches de ravitaillement peuvent également être équipés de nacelles en bout d'aile, ce qui autorise plusieurs ravitaillements simultanés. En accélérant les mouvements autour du ravitailleur, ce doublement de point de ravitaillement permet d'annuler la pénalité de débit de carburant. Un autre point négatif est que le ravitaillement est plus délicat pour le pilote : la manœuvre étant plus exigeante, il dispose de moins de marge. Il doit anticiper le mouvement du panier dû à l'aérologie causée par son propre avion, ce qui explique le « bond » que font les avions pour compenser la remontée du panier juste avant le contact. Et c'est sans compter sur les soubresauts du panier dus aux turbulences.
Historiquement, l'USAF avait besoin de ravitailler ses bombardiers stratégiques avec un fort débit, et c'est pourquoi elle a opté pour le système ARBS pour la totalité de sa flotte d'avions. A contrario, l'US Navy, majoritairement équipée d'avions embarqués, n'avait pas la possibilité de mettre en œuvre des ravitailleurs suffisamment gros pour être équipés d'un tel système, et s'est donc naturellement tournée vers le système de ravitaillement par panier. En dehors des avions de combat développés pour l'USAF et équipés d'un réceptacle (A-10, F-16, F-15, F-22, F-35A), tous les autres chasseurs occidentaux utilisent le système de panier.

Plus rigide et offrant un plus gros débit, le système de perche est bien adapté au ravitaillement de gros appareils, ou d'autres ravitailleurs. Le ravitaillement par panier, plus souple d'emploi, est le seul compatible avec les hélicoptères, et le seul permettant de ravitailler plusieurs aéronefs en même temps. (© Airbus Defence & Space)



