

Falcon 7X : un train d'avance

Avec Le Falcon 7X, Dassault Aviation a initié une méthodologie de développement totalement numérique. Une démarche qui lui a permis de diviser par 2 ses temps d'assemblage et qui devrait faire date dans l'industrie aéronautique européenne.

Le Falcon 7X, pour ceux qui rêvent d'un Paris-San Francisco sans escale et en Pullman...

Haut de gamme de la famille des avions d'affaires Dassault Aviation, le Falcon 7X est capable d'emmener huit passagers, dans un confort équivalent aux plus belles limousines anglaises, sur une distance de plus de 11 000 km. Plus haut, plus économique et plus rapide que les avions de lignes réguliers, ce jet innove également à travers ses choix technologiques : une aérodynamique nouvelle, un système de commande entièrement électrique et surtout, de nouvelles méthodes de conception. Le Falcon 7X est en effet le premier avion entièrement développé en numérique et en plateau virtuel. Et ceci depuis les premières esquisses de conception jusqu'à la planification des opérations de maintenance, en passant par la fabrication et la simulation des phases de

vol. Ce projet est l'illustration parfaite de l'approche PLM qui devrait se généraliser dans le domaine de l'aéronautique.

S'avoir s'adapter...

C'est logiquement Dassault Systèmes qui a été choisi comme architecte des infrastructures numériques du projet. L'éditeur a non seulement déployé les outils et les services autour de Catia, Enovia VPM et Delmia auprès des ingénieurs de l'avionneur, mais également auprès des nombreux prestataires extérieurs. Certains d'entre eux utilisaient déjà les outils de Dassault Systèmes, d'autres non... Et comme l'explique Bruno Latchague, directeur général adjoint de Dassault Systèmes en charge de la R&D : « Pas simple de faire accepter autant de

bouleversements technologiques. Il a fallu que les partenaires comprennent l'intérêt de la généralisation d'une maquette numérique temps réel de l'avion et donc l'inévitable partage de leur savoir-faire le plus stratégique ! Rappelons que certains d'entre eux sont concurrents sur d'autres affaires... » En provenance du Canada, des USA et de l'Europe, ces partenaires ont eu la responsabilité (technique et financière) de la conception et des tests de sous-ensembles complets. Ainsi, Latécoère a développé le fuselage arrière, Messier Dowty les trains d'atterrissage, Pratt & Whitney les moteurs, etc.

Dassault Aviation les a regroupés dans le cadre d'un avant-projet. Le but ? Déterminer et valider ensemble les équipements informatiques, logiciels

et méthodologies les plus aptes au programme Falcon 7X. Pour Jean Sass, Directeur du Système d'Information Dassault Aviation : « L'expérience nous a montré qu'il fallait imposer une communauté de moyens et de procédures pour garantir l'intégrité de la maquette numérique et donc le succès du projet. Il est indispensable d'imposer le format natif pour les données de référence (Catia et Enovia ont été retenus pour le Falcon 7X), afin de garantir l'intégrité de l'ensemble des données « produit ». La difficulté est l'interfaçage entre la référence commune et les systèmes d'information des partenaires. D'une manière contractuelle, l'intervention de Dassault Aviation chez ses coopérateurs s'arrête à la frontière de leur système d'information. Ils sont responsables de la

conception et de la gestion de la donnée en interne et peuvent adopter des pratiques spécifiques à leur organisation. En revanche, ils s'engagent sur le format, le mode de transfert et le cadencement des données réintroduit dans la maquette numérique. »

Maquette numérique : la révolution

Ce sont donc près de 400 personnes qui ont été réunies sur un plateau physique pendant un an dans les locaux de Dassault Aviation à Saint Cloud pour les phases préliminaires de définition de l'avion. Puis, les ingénieurs sont retournés dans leurs entreprises originelles respectives. Et c'est un plateau, cette fois-ci virtuel, qui a pris le relais et rassemblé jusqu'à 1300 personnes sur le modèle numérique du triréacteur. C'est à travers Enovia VPM qu'étaient rassemblées toutes les données géométriques et techniques issues des coopérateurs travaillant sous Catia V4 ou V5.

Ce travail de co-ingénierie autour d'un référentiel unique a constitué une petite révolution pour cet écosystème industriel. L'adoption de la maquette numérique à tous les niveaux du développement du Falcon 7X a permis non seulement de faire collaborer plusieurs centaines d'ingénieurs répartis sur 18 sites géographiques, mais surtout de leur permettre de travailler « dans le contexte ». « Cela veut dire plusieurs choses. Premiè-

rement, une gestion rigoureuse des droits d'accès de chaque intervenant vis-à-vis des informations liées à un avion composé de 50 000 pièces et 200 000 fixations. Deuxièmement, la mise à jour régulière des géométries à chaque évolution de l'un ou l'autre des sous-ensembles et surtout la notification dans la journée auprès des ingénieurs concernés par ces changements de conception. Enfin,

l'avion, y compris les câblages, circuits hydrauliques, de ventilation... et ceux-ci étaient définis dans le même environnement que la cellule de l'avion. Le routage des câbles et des quelques 1560 tuyaux du Falcon 7X constitue d'ailleurs l'une des difficultés majeures rencontrées par un avionneur. « La maquette numérique a permis de réaliser la totalité du routage des fluides. Au

« C'est sans doute en phase finale de montage que les atouts majeurs de la maquette numérique s'illustrent de manière la plus spectaculaire. Jamais nous n'avions atteint une telle précision de définition géométrique. Nous avons divisé par deux le temps généralement consacré à cette étape délicate qui demandait jusqu'à présent de nombreux ajustements sur plusieurs dizaines



Revue de maquette numérique au centre de réalité virtuelle de Saint Cloud chez l'avionneur.

la possibilité pour nous d'organiser dans notre centre de réalité virtuelle des revues de maquette à grande échelle, en prenant en compte plusieurs points de vue : revue de détail, de certification, de fabrication, de maintenabilité, etc. » précise Yves Titeux vice-président engineering de la direction technique aéro-structures.

La maquette numérique regroupe donc la totalité des équipements de

final, seulement cinq modifications de tuyauterie ont été effectuées sur le premier Falcon par rapport à la DFN. » rajoute Yves Titeux. Le modèle numérique comporte également toutes les données permettant la production et l'assemblage des aménagements intérieurs de l'avion. Ainsi, la réalisation des sièges, des séparations, des éclairages, des tablettes, des équipements de confort... est assurée selon une véritable filière industrielle.

d'appareils avant d'obtenir un résultat similaire. Il faut dire que le modèle numérique regroupe toutes les données géométriques utiles à la fabrication : tous les supports sont en place et définis individuellement, chaque alésage est référencé, coté et tolérancé ! Et puis quel temps gagné pour découvrir des impossibilités de montage, d'éventuelles collisions entre équipements ou vérifier le respect des ségrégations entre systèmes. »

Du réel au virtuel

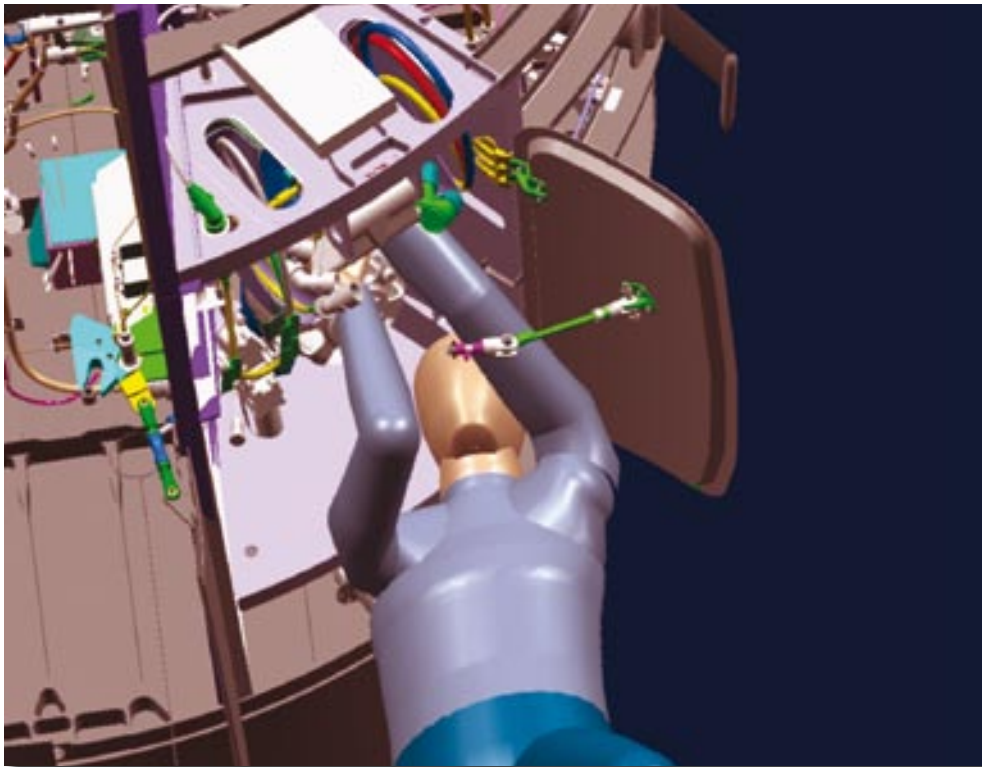
L'intégration de la simulation dès la phase de conception de l'appareil est en effet l'un des apports majeurs de la maquette numérique. Avec une démarche classique, on conçoit l'avion, on fabrique le premier prototype à l'échelle 1 et on détermine les procédures et les outils indispensables au montage

d'un technicien à telle partie de l'appareil, de tester en 3D le bon accostage de pièces à assembler et de valider le process qui le permet. Comme l'explique Yves Titeux « Pour le Falcon 7X, nous avons établi à partir des opérations de simulation numérique de montage/démontage de l'appareil une trousse à outils théorique. En pratique, une seule modification consistant à rallonger le

numérique va au-delà de la simple validation mécanique du système choisi. Benoît Gauthier, ingénieur BE responsable volure du 7X : « Grâce à cette complète intégration, nous pouvons simuler le résultat de l'éclatement d'un pneu par exemple et découvrir si l'éjection de matériau peut entraîner un risque pour l'appareil. Catia et notre outil Virtools sont mis à contribution

collision lors du montage/démontage d'une pièce dans un sous-ensemble. Sur le nouveau projet Neuron, (voir article p. 35) nous utilisons régulièrement un bras à retour d'efforts pour sentir physiquement les problèmes de montage des pièces. L'objectif est d'intégrer toutes ces technologies sous Catia V5 et de les mettre à disposition du dessinateur qui vérifiera dès le début la justesse de ses choix techniques. Ce qui évitera nombre de retouches ultérieures... »

Pour l'avionneur, la réalité virtuelle s'applique également à l'aspect commercial. Les clients du Falcon peuvent en effet visualiser dans le centre de réalité virtuelle de Saint-Cloud un exemple d'équipement intérieur très proche de ce qu'ils souhaitent. Dassault Aviation vise une personnalisation des aménagements totalement interactive dans les prochaines années.



Analyse des opérations de maintenance sous Delmia.

des futurs avions et à leur maintenance. Désormais, l'ingénierie simultanée s'appuie totalement sur la maquette numérique. Les études de conception, de montage/démontage et de maintenance des équipements, y compris l'édition des notices techniques s'effectuent en parallèle en totale interaction. Grâce à un mannequin virtuel dans Delmia, il est par exemple possible de vérifier l'accès

manche d'une clef s'est avérée nécessaire... »

Toutes les simulations qui s'effectuaient auparavant sur une maquette physique à l'échelle 1 sont désormais réalisées sur la maquette numérique. Celle-ci permet de visualiser en 3D le montage de l'appareil, sa maintenance, ou par exemple la cinématique de rentrée du train d'atterrissage. Dans ce dernier cas,

pour simuler l'ergonomie du poste de pilotage. Nous validons ainsi le champ de vision du pilote en ayant une représentation virtuelle de ce que celui-ci aperçoit de son siège. Nous souhaitons d'ailleurs aller plus loin dans l'utilisation des technologies de RV. Nous travaillons actuellement avec PSA et Dassault Systèmes sur l'intégration dans Catia d'une détection automatique d'un risque de

Enfin, le temps de développement global du Falcon 7X aura été de cinq années, puisque la phase de définition sur plateau physique a démarré en septembre 2001 et les essais de certification ont été terminés fin 2006. La certification et les premières livraisons auront lieu au premier semestre 2007. Sûr de son fait, Dassault Aviation n'a pas prévu, comme c'est le cas habituellement, de prototype de validation avant les séries. Le premier avion assemblé sera utilisé pour les tests en vol mais également vendu, en configuration normale ! ■