

Modélisation géométrique 3D d'avant-projet

FABIEN VICARD (Promo 2007 - Dom. AE - Approf. ST)

NICOLAS PIETREMONT (Responsable de stage - Dassault-Aviation)

1 Introduction

Ce rapport de synthèse est inspiré d'un rapport rédigé par un étudiant de la promo 07, complété par la section 3 qui n'a rien à voir avec le sujet mais qui permet de donner le format des tableaux, des figures, des références, etc., ...

Afin d'être fidèle à sa réputation sur un marché sans cesse plus compétitif, la société Dassault-Aviation se doit d'intégrer les contraintes liées au respect de la qualité, des coûts et des délais le plus tôt possible dans la chaîne de conception. Dans cette optique, le service Avant-Projets utilise l'outil de pré-dimensionnement OCAPI afin de valider les premières définitions des futurs avions. OCAPI est un projet qui vise à améliorer les processus de dimensionnement d'avant-projet. Un avant-projet est caractérisé par une approche qui prend en compte de manière synthétique l'influence de tous les métiers présents dans la conception d'un avion (Structure, Aérodynamique, Motorisation, Aménagement, Masses, Performances, etc.). OCAPI répond à un besoin d'automatisation des phases de conception, de gestion et de traçabilité afin d'être en mesure d'étudier le plus de configurations possibles sur la durée de l'étude, ce qui permet de faire des choix mieux affinés, plus rapidement, tout en maîtrisant les risques en phase de conception. Décider plus tôt des caractéristiques principales d'un projet permet en outre de minimiser les coûts globaux de développement, ce qui est un aspect très appréciable pour les industriels tels que Dassault-Aviation soucieux de conserver leur compétitivité : La phase d'avant-projet tient une place prépondérante dans le coût global d'un produit. Concrètement, OCAPI est une plate-forme d'ac-



FIG. 1 – Exemple d'image au format jpg.

cueil informatique à partir de laquelle est créé un outil de dimensionnement utilisant différents "modeleurs" en fonction de l'étude en cours. Chaque modeleur reprend un domaine d'étude précis (Aérodynamique, Aménagement, etc.) et a été développé par des spécialistes du métier. Il échange des données par l'intermédiaire des variables depuis OCAPI (fournies par les autres modeleurs) ou depuis sa propre interface IHM (données fournies par l'utilisateur lui-même), les intègre et calcule d'autres variables qu'il renvoie alors à la plate-forme d'accueil : OCAPI est une interface destinée à faire communiquer les différents modeleurs entre eux. Des fonctionnalités de gestion de projet sont aussi incluses.

2 Analyse de l'existant et spécification

Comme pour tout projet industriel sérieux, la première phase a consisté en une analyse préliminaire du problème posé : fournir un outil capable de générer, visualiser et analyser une géométrie d'avant-projet. Des solutions à ce problème existaient et étaient déjà mises en œuvre avant le début du stage, la finalité de celui-ci étant de pouvoir fournir un outil plus abouti. L'analyse de l'existant a donc été riche d'enseignements et a permis d'établir une première spécification du logiciel à développer. OCAPI1 est en réalité la deuxième version d'OCAPI, et quelques échanges avec le concepteur d'un module de visualisation pour OCAPI0 ont menés aux conclusions suivantes : Le nouvel outil devra être très souple d'utilisation afin de s'adapter à un grand nombre de situations et d'utilisations (avions militaires, drones, avions civiles, etc.). L'industrie aéronautique s'oriente en effet aujourd'hui dans de nouvelles directions (par exemple tourisme spatial, jets d'affaire supersoniques ou encore ailes volantes, etc.) qui imposent des géométries sortant de l'ordinaire. Leur définition se devra cependant de rester simple et accessible et devra accroître les possibilités des outils existants. La consultation du rapport d'un précédent stage qui portait en partie sur une problématique similaire a permis de mettre en place les idées directrices du développement. La grande majorité des éléments d'un avion ont en effet une géométrie basée sur des surfaces s'appuyant sur plusieurs sections : les ailes sur des nervures, les fuselages sur des cadres, etc. Une des spécifications du logiciel a donc été la capacité à modéliser et représenter de tels objets,

car ils correspondent à une réalité liée aux productions aéronautiques actuelles. La conclusion de la spécification a été un outil compatible avec OCAPI et capable de représenter et analyser un nombre quelconque d'objets surfaciques tridimensionnels construits sur la base de sections avec des exigences de fiabilité, fidélité à la géométrie, capacité d'adaptation, souplesse d'utilisation et rapidité des temps de calculs. Ce dernier point rejoint l'analyse qui a été menée dans le paragraphe de présentation du projet OCAPI : Seul un outil rapide et performant a sa place dans le domaine industriel des avant-projets afin de permettre des prises de décisions stratégiques engageant des bilans économiques lourds dans les meilleures conditions. La spécification donnée impose donc la gestion de l'affichage d'une géométrie tridimensionnelle au sein de l'outil. Développer les méthodes nécessaires pour ce dernier point aurait demandé une quantité non négligeable de temps et d'énergie : La réalité industrielle aidant, l'obligation de résultats rapides s'est soldée par le choix d'un outil externe pour prendre en charge l'affichage. Le monde des langages graphiques est globalement constitué de deux références - DirectX et OpenGL. Après analyse complète, OpenGL a été choisi pour des raisons de stratégie industrielle : Ce langage est libre et apporte donc, en plus de la gratuité, des avantages d'indépendance et de pérennité. GLScene, freeware basé sur OpenGL et fonctionnant avec l'environnement de développement utilisé dans le cadre du stage a finalement été choisi pour gérer l'affichage 3D de l'outil sujet du stage.

3 Développement

Vous pouvez utiliser des listes :

- des tableaux comme le montre le tableau 1,
- des images au format jpg (voir figure 1) ou des graphiques au format png (voir figure 2).

	bias	σ_θ
Solution 1	0.75	0.26
Solution 2 0.1 rd/s	8.14	0.25
Solution 3	0.61	0.26

TAB. 1 – Exemple de tableau.

Voici également quelques exemples de formules mathématiques dans le texte $\dot{x} = Ax + Bu$ ou *hors-texte* numérotées :

$$\begin{cases} \dot{x} &= Ax + Bu \\ y &= Cx + Du \end{cases} \quad (1)$$

ou non-numérotée :

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial \mathcal{L}(q, \dot{q})}{\partial \dot{q}} \right) - \frac{\partial \mathcal{L}(q, \dot{q})}{\partial q} = F.$$

Enfin ne pas oublier les références, que l'on peut citer dans le corps du texte [1].

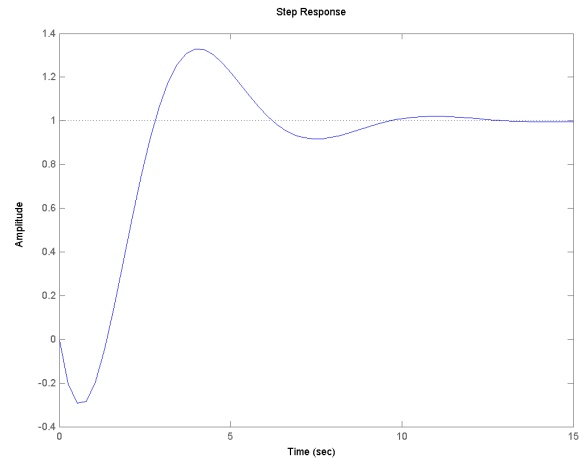


FIG. 2 – Exemple de figure MATLAB au format png.

4 Conclusions

Au terme de ce stage, l'outil développé répond aux principales attentes énoncées en introduction. Il est robuste, fiable et suffisamment souple pour pouvoir s'adapter à un grand nombre de géométries différentes. Le bilan industriel est tout à fait positif et la nouvelle version du modeleur "Formes" montre des performances très intéressantes au niveau des tests. Un mot sur le bilan économique pour l'entreprise : Difficile à chiffrer dans l'absolu, il est néanmoins positif dans la mesure où toute amélioration de précision et de rapidité au niveau des calculs menés en phase d'avant-projet amène toujours un gain au niveau des décisions stratégiques de lancement de projet qui reposent sur des financements toujours très importants. Une meilleure précision de calcul à ce niveau permet de minimiser les prises de risques qui sont quantifiées et un temps de calcul amélioré permet d'étudier plus de configurations dans le temps imparti ce qui va dans le sens d'une amélioration globale de la qualité du produit. Pour conclure, il faut aussi être conscient que plus une décision importante d'un programme est prise en amont, plus le coût global de la phase de conception est réduit, ce qui pousse aujourd'hui les sociétés soucieuses de leur compétitivité et de la qualité de leurs produits à développer et améliorer les outils utilisés dans la phase d'avant-projet.

Références

- [1] H. Partl : *German T_EX*, TUGboat Vol. 9, No. 1 (1988)
- [2] M. Untel : *Comment qu'il vole l'avion ?* Rapport interne SUPAERO No. 1/1, (1909)